



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Impact de l'alimentation au péripartum chez la vache  
laitière : Synthèse bibliographique.**

Présenté par  
**Younsi Nassim**  
**Yahi Adel**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	NABI M.	M.C.B	I.S.V.BLIDA
<b>Examinatrice :</b>	AOURAGH H.	M.A.A.	I.S.V.BLIDA
<b>Promotrice :</b>	HADJ OMAR K.	M.C.B.	I.S.V.BLIDA

**Année : 2018/2019**

## Remerciements

La page des remerciements est celle qu'on écrit en dernier lieu mais c'est celle qui figure en tête du manuscrit, c'est celle qui permet de se remémorer ces cinq dernières années universitaires, celle qui rassemble les personnes qui nous ont aidé, soutenu et fait avancer. La rédaction de cette page représente un signe de la fin d'une période radieuse et pleine de souvenirs dans notre vie d'étudiants, de la séparation des amis et du commencement d'un nouveau cycle de vie.

Merci à <Dieu> le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour continuer et achever ce travail.

Nos remerciements les plus sincères et les plus respectueux avec toute gratitude à notre promotrice **Dr. Hadj Omar. K.** pour la bienveillance qu'elle nous a témoigné et son orientation, sa patience et sa disponibilité. Pour nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail.

A nos membres de Jury, composé de **Mr NABI M** (président), **et Mme AOURAGH H.** (examinatrice) pour avoir accepté de juger notre travail.

Témoignage de notre respect et de notre sincère gratitude.

On tient à remercier aussi, toute l'équipe pédagogique de l'institut des sciences vétérinaires - Blida pour avoir assuré l'achèvement de notre cursus.

***Merci à tous !***

## **Dédicace :**

Mon Dieu, je te rends grâce pour tout ce que tu m'as donné, et te remercie infiniment pour toutes tes bénédictions envers ma famille et envers moi. Merci pour la force que tu me donnes chaque jour et merci pour toutes les personnes que tu as mis autour de moi. Pour tout cela je suis reconnaissant.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, ma mère et mon père. Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements tout au long de ma vie.

A mes chers frères Ilyes et Yacine, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A l'esprit de ma chère sœur et grand-mère qui nous ont quittés pour un monde meilleur, que dieu les accueille dans son vaste paradis.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A mes chers amis, qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

A tous ceux que j'aime. Merci !

Nassim

## Dédicaces

Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience pour aller jusqu'au bout du parcours de mes études.

Je dédie du plus profond de mon Cœur ce manuscrit:

A ceux qui ont fait de moi ce que je suis et qui sont toujours présents

Pour me soutenir à tout moment.

### **A mes parents**

Que dieu leur accorde une longue vie

A mon frère Khalil et ma sœur Fatma Zohra pour leur soutien. En témoignage de leur amour et de leurs encouragements continus.

A ma belle famille, pour sa bonté et sa générosité.

A tous mes amis chaqu'un par son nom, merci pour les bons moments que nous avons passés ensemble et d'avoir donné un sens au mot amitié.

A tous ceux que je n'ai pas nommés mais non oubliés.

**Adel**

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Chapitre I : Les Besoins nutritifs de la vache laitière</b> .....	02
I.1. Alimentation de la vache laitière .....	02
I.2. Les besoins nutritionnels de la vache laitière .....	02
I.2.1. Les besoins d'entretien .....	02
I.2.1.1. Les besoins énergétiques d'entretien .....	03
I.2.1.2. Les besoins protéiques d'entretien .....	04
I.2.2. Les besoins de production .....	04
I.2.2.1. Les besoins de gestation .....	05
I.2.2.1.1. Les besoins énergétiques de gestation .....	06
I.2.2.1.2. Les besoins protéiques de gestation .....	06
I.2.2.2. Les besoins de lactation .....	07
I.2.2.2.1. Les besoins énergétiques de lactation .....	07
I.2.2.2.2. Les besoins protéiques de lactation .....	08
I.2.2.3. Les besoins de croissance .....	08
I.2.3. Les besoins en minéraux .....	09
I.2.3.1. Eléments minéraux indispensables .....	09
I.2.4. Les besoins en vitamines .....	09
I.2.5. Les besoins en eau .....	10
I.2.5.1. Les besoins en eau en quantité .....	10
I.2.5.2. Les besoins en eau en qualité .....	11
<b>Chapitre II : Conduite du rationnement</b> .....	12
II.1. L'apport énergétique .....	12
II.1.1. Bilan énergétique équilibré .....	12
II.1.2. Bilan énergétique négatif .....	12
II.1.3. Bilan énergétique positif .....	12

II.2. Rôle de l'apport énergétique sur la reproduction .....	13
II.3. Périodes critiques du rationnement .....	15
Introduction .....	15
La période du tarissement .....	16
Le début de lactation .....	16
II.3.1. Période du tarissement .....	17
II.3.1.1. Particularités du rationnement en période de tarissement .....	19
II.3.1.2. Effets de la durée de la période sèche sur l'état sanitaire .....	20
II.3.1.2.1. Effets sur le bilan énergétique .....	20
II.3.1.2.2. Effets sur les maladies systémiques et la santé du pis .....	22
II.3.1.2.3. Effets de la durée de tarissement sur la reproduction .....	23
II.3.1.3. Gestion de l'alimentation des vaches tarées .....	23
II.3.1.3.1. Besoins énergétiques des vaches tarées .....	23
II.3.1.3.2. Capacité d'ingestion au tarissement .....	25
II.3.1.3.2.1. Baisse de la consommation volontaire en matière sèche (CVMS) .....	25
II.3.1.3.2.2. Facteurs affectant la consommation volontaire en matière sèche pré-partum .....	25
II.3.1.3.2.2.1. Facteurs individuels .....	25
II.3.1.3.2.2.2. Facteurs liés à la ration .....	27
II.3.1.4. Rôle de la transition alimentaire .....	28
II.3.1.4.1 Préparer et assumer le bilan énergétique négatif en post-partum .....	28
II.3.1.4.1.1. Balance énergétique de la vache laitière en post-partum .....	28
II.3.1.4.1.2. La note d'état corporel comme critère d'observation de la balance énergétique ...	29
II.3.2. Début de lactation .....	32
II.3.2.1. La courbe de lactation .....	32
II.3.2.2. Particularités du rationnement en début de lactation .....	33

Début de lactation .....	34
--------------------------	----

### **Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances zootechniques des vaches laitières**

.....	38
-------	----

Introduction .....	38
--------------------	----

III.1. Impact de l'alimentation sur la production laitière .....	38
--	----

III.1.1. Effet de l'apport énergétique des aliments .....	38
---	----

III.1.2. Effet de l'apport azoté des aliments .....	40
---	----

III.1.3. Effet des apports en matières grasses .....	41
--	----

III.1.4. Effet de la sous-alimentation .....	43
--	----

III.2. Effet de la composition de la ration .....	45
---	----

III.2.1. Effets du fourrage .....	45
-----------------------------------	----

III.2.2. Effets de la proportion de concentré dans la ration .....	45
--	----

III.2.3. Effet de la nature de la ration de base .....	46
--	----

III.2.4. Effet de la nature et de la quantité du concentré distribué .....	47
--	----

III.2.5. Effet du rapport fourrages/concentrés .....	49
--	----

III.3. Facteurs Influençant la reproduction .....	49
---	----

III.3.1. L'alimentation de la vache laitière .....	50
--	----

III.3.1.1. L'énergie .....	52
----------------------------	----

III.3.1.2. Les fibres végétales .....	52
---------------------------------------	----

III.3.1.3. Les matières azotées .....	52
---------------------------------------	----

III.3.1.4. Les minéraux et les oligo-éléments .....	53
---	----

III.3.1.5. L'eau .....	53
------------------------	----

III.3.1.6. Les concentrés .....	54
---------------------------------	----

III.3.1.7. Les fourrages .....	54
III.4. Alimentation et développement des génisses .....	54
III.5. Relation entre l'alimentation et la fertilité .....	55



## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Besoins d'entretien en énergie, protéines et minéraux d'une vache laitière en fonction de son poids vif .....	03
<b>Tableau 02</b> : Besoins énergétiques d'entretien et de croissance .....	04
<b>Tableau 03</b> : Besoins en énergie, protéines et minéraux de la gestation d'une vache laitière .....	06
<b>Tableau 04</b> : Besoins en énergie, protéines et minéraux de la production de lait d'une vache laitière .....	08
<b>Tableau 05</b> : Besoins en eau du bétail .....	10
<b>Tableau 06</b> : Effet du statut énergétique de la vache pendant le mois de la saillie sur son taux de conception .....	13
<b>Tableau 07</b> : Objectifs principaux en fonction du stade de lactation .....	15
<b>Tableau 08</b> : Les différentes significations du terme tarissement .....	16
<b>Tableau 09</b> : Objectifs de NEC pour la vache Holstein sur une échelle de 1 à 5 .....	30
<b>Tableau 10</b> : Stratégie du rationnement en tarissement .....	31
<b>Tableau 11</b> : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique de la ration sur la production laitière .....	39
<b>Tableau 12</b> : Influence du niveau des apports azotés en début de lactation sur la production et la composition du lait .....	41
<b>Tableau 13</b> : Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache (effet exprimait par différence avec lot témoin) .....	42
<b>Tableau 14</b> : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique de la ration sur la composition du lait .....	43
<b>Tableau 15</b> : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière .....	44
<b>Tableau 16</b> : Influence de la proportion d'aliments concentrés associés à deux types d'aliments sur la production et la composition du lait .....	48

<b>Tableau 17</b> : Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production laitière et le taux butyreux .....	48
<b>Tableau 18</b> : Rations quotidiennes possibles pour une génisse en croissance (taille moyenne) .....	55
<b>Tableau 19</b> : Relations entre l'alimentation et la reproduction .....	56

## Listes des figures

<b>Figure 01</b> : Evolution du poids du fœtus durant la gestation .....	05
<b>Figure 02</b> : Abreuvoir automatique des vaches laitières .....	11
<b>Figure 03</b> : Influence du déficit énergétique sur la reproduction .....	14
<b>Figure 04</b> : Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière, de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière .....	17
<b>Figure 05</b> : Effet du raccourcissement de la durée de la période sèche sur la perte de poids et la note d'état corporel autour du vêlage .....	21
<b>Figure 06</b> : Besoins énergétiques en fonction du nombre de jours relatifs au vêlage (pour une vache Holstein de 600kg) .....	24
<b>Figure 07</b> : Concentration énergétique de la ration à apporter aux vaches laitières en fonction du jour relatif au vêlage .....	24
<b>Figure 08</b> : Consommation volontaire en matière sèche en fonction du jour relatif au vêlage (pour une vache Holstein de 600 kg) .....	25
<b>Figure 09</b> : Mécanisme de la mobilisation des graisses chez la vache laitière .....	27
<b>Figure 10</b> : Évolution de la capacité d'ingestion durant le cycle de production de la vache laitière .....	28
<b>Figure 11</b> : Perte d'état corporel selon la durée du tarissement .....	29
<b>Figure 12</b> : Courbe de lactation .....	32
<b>Figure 13</b> : Evolution du niveau alimentaire en début de lactation .....	35
<b>Figure 14</b> : Stratégie du rationnement en début de lactation .....	37
<b>Figure 15</b> : Effets du déficit énergétique en début de lactation sur la production laitière .....	44
<b>Figure 16</b> : Proportion de concentrés dans la ration et le taux butyreux .....	46

## Liste des abréviations

AGNE : Acide gras non estérifié

AGPI: Acide gras polyinsaturé

BCS: Body Condition Scoring

Ca : Calcium

CVMS: Consommation volontaire en matière sèche

g : Gramme

GMQ : Gain moyen quotidien

GNRH : Gonadotropin-Releasing Hormone

IA : Insémination artificielle

Kg : kilogramme

L : Litre

LH : L'hormone lutéinisante

MA : Matière azotée

MAD : Matière azotée digestible

MA: Matière azotée totale

MG : Matière grasse

MGA : Matière grasse animale

MS : Matière sèche

M : Matière sèche ingérée

NDF : Neutral Detergent Fiber

NEC : Note d'état corporel

P : Phosphore

PB : Protéines brutes

PDI : Protéines digestibles dans l'intestin

PDIA : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire

PDIM : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne

PI : Production initiale

PM : Production maximale

PV : Poids vif

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

UF : Unité fourragère

UFL : Unité fourragère lait

UI : Unité internationale

VLHP: Vache laitière haute productrice

VL : Vache laitière

## INTRODUCTION

Une augmentation constante de la quantité de lait produite, de sa teneur en protéines et de son taux butyreux ont été constatées grâce à la sélection génétique, la vulgarisation de l'insémination artificielle et l'utilisation toujours plus importante du transfert d'embryons ont permis une amélioration génétique exponentielle des bovins **(Le Mézec, 2010)**.

En effet, cette augmentation de production requiert une augmentation du métabolisme pour la synthèse du volume de lait supplémentaire et de ses constituants. Les animaux sont ainsi soumis à des contraintes toujours plus importantes, et notamment au cours de la période péripartum **(Segovia, 2015)**.

Par définition, le péripartum de la vache laitière correspond à la période entourant le part. Il s'articule autour de trois étapes fondamentales de la vie de la vache laitière : le tarissement qui a pour objectif de préparer la vache laitière au vêlage et à sa prochaine lactation ; le vêlage événement central du péripartum qui conditionne l'état de santé du veau né et l'importance de la campagne laitière suivante ; et enfin le début de la lactation qui constitue la période de production la plus importante de la campagne **(Segovia, 2015)**.

La ration alimentaire du tarissement s'avère ainsi déterminante pour optimiser le démarrage de la lactation et pour prévenir l'apparition de troubles autour du vêlage. En effet, avant le vêlage, les besoins quantitatifs sont bas mais les exigences qualitatives sont particulières à l'état de gestation des vaches et à la transition qui est réalisée suite à la mise-bas. En début de lactation, une augmentation très rapide et très importante des besoins nutritifs est constatée. Parallèlement, l'appétit, et donc les quantités ingérées, ne progresse que lentement. Ainsi, la gestion de l'alimentation au cours de cette période de transition est ardue mais indispensable. **(Segovia, 2015)**.

Dans ce contexte, nous essayons dans ce travail de mettre en évidence l'impact de l'alimentation au péripartum chez la vache laitière.

# Chapitre I : Les Besoins nutritifs de la vache laitière

## I.1. Alimentation de la vache laitière :

L'alimentation a pour objectif de fournir les éléments nutritifs permettant de satisfaire l'ensemble des besoins. Pour une vache laitière, ces besoins sont représentés par les besoins d'entretien, de production, de gestation et le cas échéant de croissance s'il s'agit d'une primipare. La couverture de ces besoins permet d'obtenir une production optimale si elle est réalisée en respectant la physiologie générale du ruminant et particulièrement celle de la vache en lactation (**Alem, 2018**)

Pour répondre aux objectifs de l'éleveur, qui sont la production d'un veau/vache/an et assurer une bonne production en quantité et en qualité du lait, il est appelé à suivre un programme d'alimentation adéquat pour combler les différents besoins de la vache laitière. La ration ingérée par la vache doit apporter suffisamment d'énergie (UFL), d'azote (PDI), de minéraux (majeurs et oligo-éléments), de vitamines et d'eau (**Yennek, 2010**).

## I.2. Les besoins nutritionnels de la vache laitière :

Selon **Chesworth (1992)**, pour leur entretien, leur croissance, et leurs productions, les vaches laitières ont des besoins à satisfaire. Ces besoins indispensables au bon fonctionnement de l'organisme sont représentés par des quantités minimales de principes actifs. Ces besoins doivent couvrir les dépenses de l'animal (les dépenses d'entretien et dépense de production = croissance, engraissement, gestation, lactation) Il s'agit :

- Des besoins énergétiques.
- Des besoins protéiques.
- Des besoins minéraux.
- Des besoins en vitamines.

### I.2.1. Les besoins d'entretien :

Les besoins d'entretien sont liés au fonctionnement de l'organisme au repos. Ils correspondent au fonctionnement minimal qui permet à l'animal de se maintenir en vie, sans variation de poids et sans production (**Jarrige, 1988**).

Il s'agit d'assurer les fonctions vitales de base (respiration, circulation sanguine, digestion, renouvellement des cellules) qui constituent le métabolisme de base. Ce métabolisme

nécessite beaucoup d'eau (2/3 à 3/4 de la masse de l'organisme), mais aussi des glucides, protides, lipides, vitamines et minéraux (Croisier et Croisier, 2012).

Le pâturage, qui requiert des déplacements de la part de l'animal, génère des dépenses plus élevée de la stabulation libre encore entravée, et correspond donc à des besoins plus élevée. (Cuvelier et al., 2014 ; Boval et al., 2015).

**Tableau 01 : Besoins d'entretien en énergie, protéines et minéraux d'une vache laitière en fonction de son poids vif (INRA, 2010).**

Entretien = A Poids vif (kg)	UFL			PDI (g) Toutes conditions	MSI (kg/j)	Ca <sub>abs</sub> <sup>d</sup>	P <sub>abs</sub> <sup>d</sup>
	A1 <sup>a</sup>	A2 <sup>b</sup>	A3 <sup>c</sup>				
500	4,4	4,8	5,3	345	10	11,4	9,5
550	4,7	5,2	5,6	370	13	13,4	12,0
600	5,0	5,5	6,0	395	16	15,4	14,5
650	5,3	5,8	6,4	420	19	17,4	17,0
700	5,6	6,2	6,7	445	22	19,4	19,5
750	5,9	6,5	7,1	470	25	21,4	22,0

<sup>a</sup> A1 : peu de déplacements.

<sup>b</sup> A2 : stabulation libre.

<sup>c</sup> A3 : pâturage.

<sup>d</sup> Les besoins d'entretien en calcium et phosphore absorbables sont calculés en fonction de la MS ingérée pour une vache de 600 kg et varient peu avec le poids vif, respectivement + 0,8 g Ca<sub>abs</sub> et + 0,2 g P<sub>abs</sub> pour 100 kg de poids vif.

Les besoins d'entretien existent donc chez tous les animaux, quel que soit leur stade physiologique. On doit toujours les prendre en compte dans le calcul des besoins journaliers.

Les besoins d'entretien d'un animal dépendent essentiellement des trois facteurs :

- Le poids vif de l'animal ;
- Les déplacements éventuellement nécessaires pour la prise d'aliments ;
- La thermorégulation. (Croisier et Croisier, 2012).

#### **I.2.1.1. Les besoins énergétiques d'entretien :**

Les besoins énergétiques d'entretien comprennent :

- Les besoins dus au métabolisme basal, qui dépend de l'espèce, de l'âge, du sexe et surtout du poids.
- Les besoins dus aux dépenses de fonctionnement qui dépendent des facteurs climatiques, de l'activité et de l'alimentation.

Les besoins énergétiques d'entretien par unité de poids diminuent avec l'âge et le poids vif Chesworth (1992).



**Tableau 02 : Besoins énergétiques d'entretien et de croissance (Rivière, 1991).**

Poids vif	Consommation	Entretien	Entretien +100g/j	Entretien +200g/j	Entretien +300g/j
	MS (Kg)	U.F	U.F	U.F	U.F
25	1	0.5	0.65	0.8	1.1
50	1.8	0.8	0.95	1.15	1.55
100	3	1.2	1.4	1.65	2.1
150	4	1.6	1.8	2.1	2.55
200	5.2	2	2.2	2.5	3.05
250	6.3	2.3	2.55	2.9	3.5

### **I.2.1.2. Les besoins protéiques d'entretien :**

Contrairement aux autres mammifères, les ruminants sont capables d'utiliser l'azote sous différentes formes : les plus classiques sont la forme protidique : protéines, polypeptides et acides aminés libres, ainsi que les bases azotées des acides nucléiques. Mais l'azote non protéiques (amine, urée...) et les formes azotées simples sont également valorisables grâce à la flore microbienne du rumen : les bactéries sont capables de fixer l'azote pour le transformer en protéines bactériennes, qui seront ensuite digérées dans la caillette, et absorbées sous forme d'acides aminés ou de courts peptides. Les protéines sont indispensables pour l'organisme, en tant que constituants essentiels aussi bien au niveau structural (muscles, trame du tissu osseux...) que fonctionnel (enzymes, certaines hormones...). **(Cauty et Perreau, 2003).**

Ils sont estimés chez les bovins à : 3g de MAD X poids vif, soit 188g pour les besoins protéiques d'entretien sont assez élevés ; ils constituent un facteur limitant pour l'entretien. Mis à part l'apport protéique par la ration, les ruminants ont la capacité de recycler leur azote endogène par les micro-organismes du rumen **(Jarrige et al., 1995).**

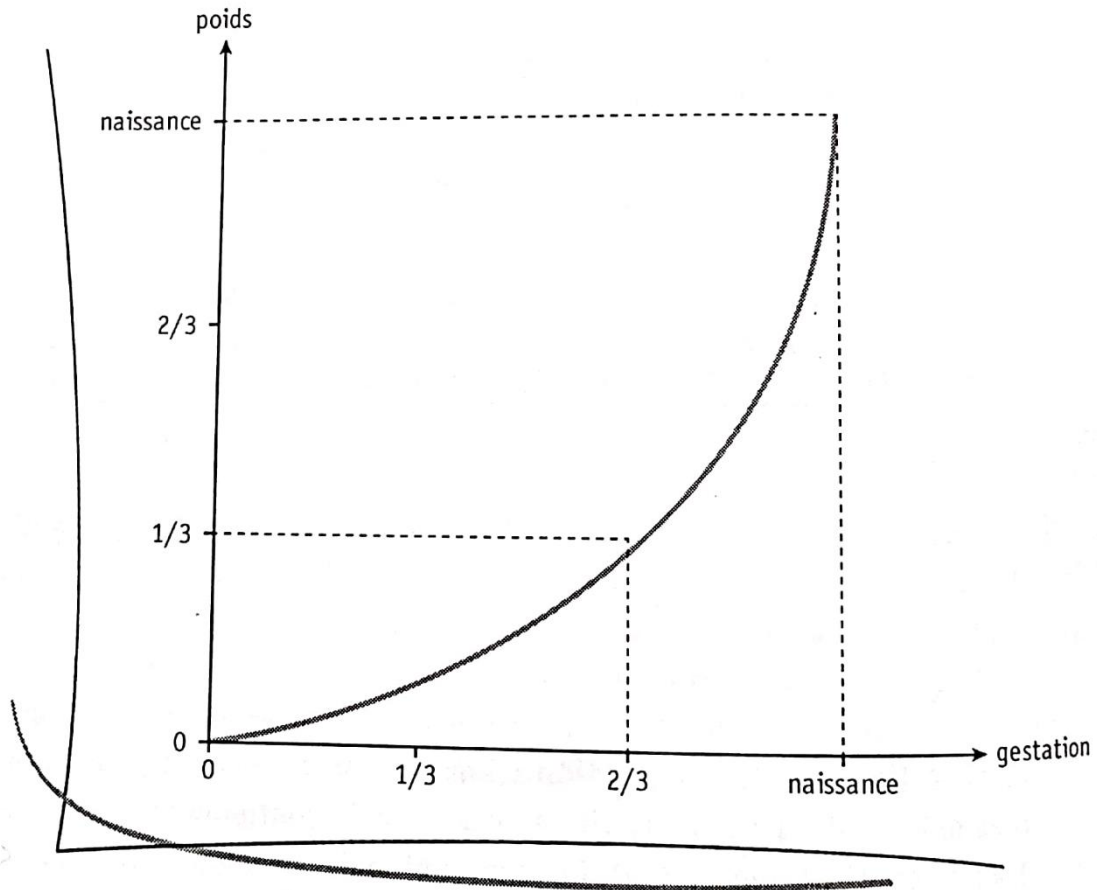
### **I.2.2. Les besoins de production :**

Variation des besoins alimentaires en fonction du stade physiologique :

Les besoins de production des animaux varient en fonction de leur stade physiologique. On ne prend en compte, dans le calcul des besoins journaliers, que ceux qui concernent l'animal à ce moment-là de sa vie. Ils s'ajoutent aux besoins d'entretien dans le calcul des besoins des animaux **(Croisier et Croisier, 2012).**

### I.2.2.1. Les besoins de gestation :

La gestation de la vache dure au total 9 mois. Mais pendant toute cette durée, le fœtus ne grandit pas à la même vitesse : la plus grande partie de sa croissance a lieu au cours des trois derniers mois (du jour 190 au jour 282). Le poids du futur veau passe alors en moyenne de 4 kg (poids qu'il a mis 6 mois à atteindre) à environ 40 kg (**Railliet, 1895**).



**Figure 01 : Evolution du poids du fœtus durant la gestation (Croisier et Croisier, 2012)**

Selon **Sérieys (1997)**, pendant cette période, les dépenses augmentent plus vite que le poids du fœtus du fait que celui-ci s'enrichit en protéines, en graisses et minéraux au cours de son développement, elles deviennent sensibles à partir du (7<sup>ème</sup>) mois de gestation, elles augmentent avec le poids du veau à la naissance. Au (9<sup>ème</sup>) mois elles représentent presque la moitié des besoins d'entretien de la vache.

**Tableau 03 : Besoins en énergie, protéines et minéraux de la gestation d'une vache laitière (INRA, 2010).**

Entretien = A Poids vif (kg)	UFL			PDI (g)			MSI (kg/j)	Ca <sub>abs</sub> <sup>d</sup>	P <sub>abs</sub> <sup>d</sup>
	A1 <sup>a</sup>	A2 <sup>b</sup>	A3 <sup>c</sup>	Toutes conditions					
Gestation = C Stade Fin	Poids veau (kg)			Poids veau (kg)			Stade Fin		
	35	45	55	35	45	55			
6 <sup>e</sup> mois	0,4	0,6	0,7	36	47	59	6 <sup>e</sup> mois	1,9	1,5
7 <sup>e</sup> mois	0,8	1,1	1,3	68	88	109	7 <sup>e</sup> mois	3,8	2,8
8 <sup>e</sup> mois	1,4	1,8	2,7	116	148	180	8 <sup>e</sup> mois	6,7	4,2
9 <sup>e</sup> mois	2,3	2,9	3,5	179	227	274	9 <sup>e</sup> mois	9,7	5,3

#### **I.2.2.1.1. Les besoins énergétiques de gestation :**

Pendant la gestation, aux dépenses de la mère s'ajoutent celles dues au développement du fœtus, en particulier en fin de gestation. L'augmentation de ces besoins selon **Hunter et Siebert (1980)** se traduit, à valeur énergétique égale, par l'augmentation de la quantité de MS ingérée. Les besoins énergétiques de gestation augmentent suivant le développement du fœtus. Ainsi en début de gestation, les besoins énergétiques sont négligeables. Un apport énergétique supplémentaires n'est nécessaire qu'à la fin de la seconde moitié de la gestation et plus important à la proche de la parturition. On note aussi une augmentation des besoins d'entretien de la mère à partir du milieu de la gestation.

Ces besoins énergétiques supplémentaires augmentent dans une proportion de 10% des besoins d'entretien vers le milieu de la gestation à 40 à 50% des besoins d'entretien le dernier mois de la gestation. La ration de la vache est augmentée jusqu'à 0.3UF/100kg de poids vif pendant le dernier mois de la gestation. Le poids du jeune à la naissance ainsi que son avenir dépendent de l'alimentation de la mère au cours de la gestation. Il faut donc un suivi particulier et soigné de la femelle gestante. (**Dilmi et Arib, 2006**).

#### **I.2.2.1.2. Les besoins protéiques de gestation :**

Au cours de la gestation il y a une quantité importante de protéines qui intervient dans la constitution et la croissance du fœtus. Les besoins azotés de la gestation sont donc plus importants en fin de gestation qu'au début. On considère que les besoins azotés de gestation augmentent dans une proportion de 17 à 40% des besoins protéiques d'entretien.

Lors de la première gestation, il ne faut pas perdre de vue que l'animal est généralement toujours en croissance contrairement à un animal qui est à son 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup>

vêlage par exemple aux besoins protéiques de gestation s'ajoutent ceux de la croissance (**Dilmi et Arib, 2006**).

### **I.2.2.2. Les besoins de lactation :**

Les besoins de lactation, qui interviennent pour une part non négligeable des besoins totaux, sont naturellement à exclure de la ration des vaches en période sèche qui, par définition, sont improductives. Tout comme les besoins de lactation, les besoins de croissance ne figurent traditionnellement pas dans les plans de rationnement, bien que la croissance des vaches laitières se poursuive pendant plusieurs lactations. Ils ne sont, en fait, importants que chez les primipares, notamment en cas de vêlage à 2 ans (**Sérieys, 2015**).

Les dépenses de lactation sont fonction des quantités d'eau, énergie, protéines, de minéraux exportées dans le lait, donc, en tout premier lieu, des quantités de lait produites. Elles incluent aussi les dépenses de fonctionnement de la mamelle, notamment en énergie (**Jarrige, 1988**).

Le métabolisme est orienté pour répondre à ses demandes, comme dans le cas du fœtus mais à un niveau beaucoup plus élevé. La mamelle, elle aussi, exige du glucose, mais pour fabriquer le lactose, à une période où la femelle est obligé de mobiliser ses réserves graisseuses. La sécrétion lactée exige aussi des proportions de protéines, de P, de Ca, par rapport à l'énergie plus élevée que les dépenses d'entretien et des proportions plus grandes d'acides aminés indispensables (**Jarrige, 1988**).

Ces besoins de production augmentent très rapidement dans les semaines qui suivent le vêlage. Compte tenu des taux butyreux (TB), taux protéiques (TP) et des concentrations en minéraux très élevés au tout début de lactation, les besoins maximums sont atteints dès la première semaine après le vêlage pour les PDI et le calcium, et après 2 à 3 semaines pour les UFL, c'est-à-dire bien avant le pic de production qui intervient habituellement vers la 5<sup>ème</sup> semaine chez les multipares (**Sérieys, 2015**).

#### **I.2.2.2.1. Les besoins énergétiques de lactation :**

Les besoins énergétiques de lactation dépendent de la quantité de lait produite ainsi que de sa composition. Ces deux facteurs sont fonction :

- De l'individu, de l'espèce animale, de la race ainsi que de la sélection.
- De l'âge, du nombre de vêlage, du stade de lactation, de l'alimentation et de l'état de santé pour un même animal.

Donc les variations des besoins énergétiques de lactation d'un animal à un autre peuvent être très importantes, ainsi que durant les périodes de lactation pour un même animal. Les besoins énergétiques des vaches laitières sont de l'ordre de 0.4UF/kg de lait à 4% de matières grasses. Pour de lentes productions, les besoins énergétiques sont très importants.

Il s'avère alors nécessaire de mettre à la disposition des animaux des aliments de valeur énergétique très élevée (**Dilmi et Arib, 2006**).

#### **I.2.2.2. Les besoins protéiques de lactation :**

Les besoins protéiques de lactation sont eux aussi importants. Les besoins azotes de lactation varient principalement suivant la quantité de lait produite ; d'autres facteurs sont : l'espèce, la composition du lait et les autres facteurs secondaires dont dépend la production du lait.

Ils sont exprimés en grammes de MAD par kg de lait par jour. Ils sont de 60g par litre de lait pour la vache (**Dilmi et Arib, 2006**).

**Tableau 04 : Besoins en énergie, protéines et minéraux de la production de lait d'une vache laitière (INRA, 2010).**

	UFL					PDI (g)				MSI (kg/j)	Ca <sub>abs</sub> <sup>d</sup>	P <sub>abs</sub> <sup>d</sup>
	TB (g/kg)					TP (g/kg)						
Lait (kg)	32	36	40	44	48	28	30	32	34	Lait (kg)		
10	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	438	469	500	531	10	12,5	9,0
15	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	656	703	750	797	15	18,8	13,5
20	7,7	8,3	8,8	9,3	9,9	875	938	1 000	1 063	20	25,0	18,0
25	9,7	10,3	11,0	11,7	12,3	1 094	1 172	1 250	1 328	25	31,3	22,5
30	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	1 313	1 406	1 500	1 594	30	37,5	27,0
35	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	1 531	1 641	1 750	1 859	35	43,8	31,5
40	15,5	16,5	17,6	18,7	19,7	1 750	1 875	2 000	2 125	40	50,0	36,0
45	17,4	18,6	19,8	21,0	22,2	1 969	2 109	2 250	2 391	45	56,3	40,5
50	19,4	20,7	22,0	23,3	24,6	2 188	2 344	2 500	2 656	50	62,5	45,0
55	21,3	22,7	24,2	25,7	27,1	2 406	2 578	2 750	2 922	55	68,8	49,5
60	23,2	24,8	26,4	28,0	29,6	2 625	2 813	3 000	3 188	60	75,0	54,0

#### **I.2.2.3. Les besoins de croissance :**

La croissance de la vache laitière se poursuit pendant plusieurs lactations, elle n'est importante que chez les primipares, notamment en cas de vêlage à 2 ans (environ 60kg par an soit 200g/j) et chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondants sont considérablement négligeables (**Sérieys, 1997**).

D'après **Jarrige (1988)**, les primipares de 2 ans doivent bénéficier d'un apport supplémentaire de 1 UFL et de 120g de PDI environ par rapport aux primipares de 3ans.

Les réserves corporelles mobilisées par les femelles en lactation pour la couverture des dépenses énergétiques quand l'apport est inférieur à la dépense doivent être reconstitués pour aborder un nouveau cycle de production (**Wolter, 1994**).

### **I.2.3. Les besoins en minéraux :**

#### **I.2.3.1. Eléments minéraux indispensables :**

Les éléments minéraux indispensables sont habituellement classés en macro-éléments ou éléments minéraux majeurs : phosphore (P), calcium (Ca), magnésium (Mg), sodium (Na), potassium (K), chlore (Cl), soufre (S), et en oligo-éléments ou éléments-traces : fer (Fe), zinc (Zn), manganèse (Mn), cuivre (Cu), cobalt (Co), iode (I), molybdène (Mo), sélénium (Se). Il convient d'ajouter à cette liste quelques nouveaux oligo-éléments pour lesquels des fonctions biologiques ont été récemment démontrées (fluor, nickel, chrome, vanadium, silicium... mais dont la présence dans les aliments usuels ne risque pas de faire défaut. L'organisme contient en plus une trentaine d'autres oligo-éléments provenant de la contamination des aliments ou de l'air mais qui ne jouent aucun rôle essentiel (**Gueguen et al., 1988**).

### **I.2.4. Les besoins en vitamines :**

Les vitamines sont des éléments nutritifs essentiels pour maintenir une bonne santé. Elles contribuent au développement de la glande mammaire, à la croissance et au développement du veau et à maintenir les fonctions du système immunitaire. Les carences en vitamines entraînent une baisse des performances de l'animal (**Meyer et Denis, 1999**).

Chez les ruminants, seuls les vitamines liposolubles et en particuliers les vitamines A, D et E sont indispensables dans l'alimentation.

Selon **Fontain (1992)** les principales vitamines recommandées pour une vache laitière sont :

- **Vitamine A** : 50000 à 100000 UI par vache et par jour
- **Vitamine D** : 8000 à 15000 UI par vache et par jour
- **Vitamine E** : 350 à 1000 UI par vache et par jour
- **Bêta-carotène** : 300 mg de Beta carotène pur par 100Kg de poids vif et par jour avant la date prévue de la saillie et quatre semaines après.

### **I.2.5. Les besoins en eau :**

De tous les nutriments indispensables à la vie, l'eau arrive tout juste derrière l'oxygène. On rapporte qu'environ les deux tiers d'un bovin adulte se composent de ce nutriment. De façon générale, l'eau fait partie de 99,2 % des molécules qui composent les ruminants **(Murphy, 1992)**.

L'animal perd son eau corporelle de plusieurs façons ; la production lactée demeurant la voie majeure pour les vaches en lactation. La perte d'eau se produit aussi par l'urine, les fèces, la respiration et la transpiration. La première réponse de l'animal à une réduction de sa ration d'eau est la réduction volontaire de sa consommation de fourrage **(Kertz, 1998)**.

La femelle en lactation a des besoins importants en eau, car le lait contient approximativement 87% d'eau, si bien qu'une vache consommera quotidiennement environ quatre fois sa production laitière. Ainsi, une vache produisant 30kg de lait a besoins d'environ 102 litres d'eau par jour **(Dubreuil, 2003)**.

**Tableau 05 : Besoins en eau du bétail (Bouaboud, 2018).**

<b>Espèce animale</b>	<b>Litre/ tête/ jour</b>
Vache laitière	135
Vache de race de boucherie	112
Veau d'engraissement	67
Ovin	13
Cheval	54

#### **I.2.5.1. Les besoins en eau en quantité :**

Les besoins en eau de boisson sont d'autant plus élevés que l'alimentation distribuée est basée sur un fourrage sec et que la production de lait est importante. On estime qu'une vache doit boire quatre litres d'eau par kilo de matière sèche ingérée et un litre par kilo de lait produit. La production laitière d'un troupeau peut chuter de 10% ou plus s'il n'a accès qu'une fois par jours aux abreuvoirs **(Cauty et Perreau, 2003)**.

### **I.2.5.2. Les besoins en eau en qualité :**

L'eau doit être, sinon classée potable, du moins indemne d'un certain nombre de contaminants qui peuvent être à l'origine des problèmes sanitaires (Colibacilles, streptocoques, salmonelles...). (Cauty et Perreau, 2003).

Selon **Bouaboud (2018)**, la consommation d'eau est conditionnée par plusieurs facteurs :

- Les conditions climatiques
- La quantité de matière sèche ingérée
- La production laitière
- La teneur en matière sèche de la ration
- Le poids des animaux
- La consommation de sel.



**Figure 02 : Abreuvoir automatique des vaches laitières (Google)**



## **Chapitre II : Conduite du rationnement**

### **II.1. L'apport énergétique :**

#### **II.1.1. Bilan énergétique équilibré :**

C'est le cas général correspondant par exemple : une vache laitière bien alimentée en pleine lactation, à l'issue de la digestion, les principaux nutriments énergétiques sont les suivants :

- Les acides aminés, représentant 15 à 30 % de l'énergie absorbée.
- Le glucose représentant 1 à 15 % de l'énergie absorbée.
- Les acides gras longs, représentant 5 à 10 % de l'énergie absorbée (**Metge et al., 1990**).

#### **II.1.2. Bilan énergétique négatif :**

Généralement, les vaches fortes laitières sont fréquemment en balance énergétique négative, raison de l'insuffisance de la ration à compenser la production. Cette puissance de production dépend d'abord d'une très forte capacité d'ingestion, mais aussi d'une orientation globale des processus métaboliques de l'organisme vers la mamelle. La partition des nutriments est régulée par un mécanisme homéostatique et homéotypiques en faveur de la production laitière. Par exemple, plus de 80% du glucose néoformé est destiné à la synthèse lactée en début de lactation. Leur catabolisme est élevé et elle doit faire appel à leur réserves, d'où perte de poids pendant quelques semaines à la période où normalement elles devraient reprendre la vie génitale (**Derivaux et Ectors, 1989**).

La sous nutrition intervenant sur la reproduction par l'hypoglycémie provoquée, ayant pour conséquence un retard de l'apparition de follicules matures avec anomalies ultérieures de l'ovulation et mortalité embryonnaire (**Kaidi, 2004**).

La mobilisation des graisses de réserves (lipolyse) se produit lorsque la glycémie basse et se traduit par la mise en circulation d'acides gras et de glycérolé. Aussi la cétogenèse est dotant plus importante que la disponibilité en glucose soit faible (**Metge et al., 1990**).

#### **II.1.3. Bilan énergétique positif :**

Ce cas, se présente souvent en fin de lactation ; l'énergie disponible étant excédentaire par rapport aux besoins d'entretien et de production, une partie est donc utilisée pour la reconstitution des réserves corporelle (lipogenèse). Celle-ci se réalise dans les tissus adipeux à

partir du glycérol, et des acides gras, mais une concurrence peut alors s'établir pour le partage de l'énergie entre le lait et les réserves ; plusieurs éléments influencent ce partage notamment la nature des produits terminaux de la digestion, excès d'acides propénoïques oriente le métabolisme vers la lipogénèse. Le « faciès hormonal » de l'animal : un rapport insuline/ glucagon élevé favorise les dépôts de gras (**Dilmi et Arib, 2006**).

## **II.2. Rôle de l'apport énergétique sur la reproduction :**

L'un des causes les plus es plus communes d'infertilité, due à un déséquilibre nutritionnel, est la déficience en énergie, en équilibre énergétique négatif. En fonction du niveau de production laitière en début de lactation, le bilan énergétique négatif peut durer de 2 à 10 semaines (deux mois et demi). L'effet du changement de poids vif de la vache pendant le mois de la conception (de 2 à 3 mois après le vêlage) sur le taux de conception est présenté dans le tableau 06 (**Wattiaux, 2003**).

**Tableau 06 : Effet du statut énergétique de la vache pendant le mois de la saillie sur son taux de conception (Wattiaux, 2003).**

Statut de la vache	Nombre de service	Nombre de gestation	Nombre de service/ conception	Taux de conception (%)
Prend du poids	1368	911	1.50	67
Perds du poids	544	234	2.32	41

Le taux de conception est bas pour les vaches inséminées pendant la phase de perte de poids vif. Par contre, le taux de conception s'améliore nettement chez les vaches dont l'équilibre énergétique redevient positif (vaches qui prennent du poids) (**Wattiaux, 2003**).

La fécondité et la fertilité des vaches laitières saines sont influencées, notamment surtout par le déficit énergétique post-partum, notamment lorsqu'il est précoce et intense (**Meissonnier, 1996**).

Le régime faible en énergie provoque chez les femelles bovines de race holstein, un retard dans l'apparition de la première ovulation et des premières chaleurs après le vêlage (**Parassin, 1996**) et la supplémentaire énergétique (Le flushing), chez les vaches recevant 70% des besoins depuis le vêlage permet de stimuler la croissance folliculaire en quelques jours, cet effet du flushing peut s'expliquer par son action sur le bilan énergétique (**Grimard, 1995**).

L'état corporel à la parturition et la nutrition durant le post-partum, influencent la concentration du glucose, de l'insuline et des acides non estérifiés dans le sang. Chez les vaches primipares ; ces données révèlent que l'alimentation énergétiques influence sur le système reproductif au niveau périphérique et central (Dilmi et Arib, 2006).

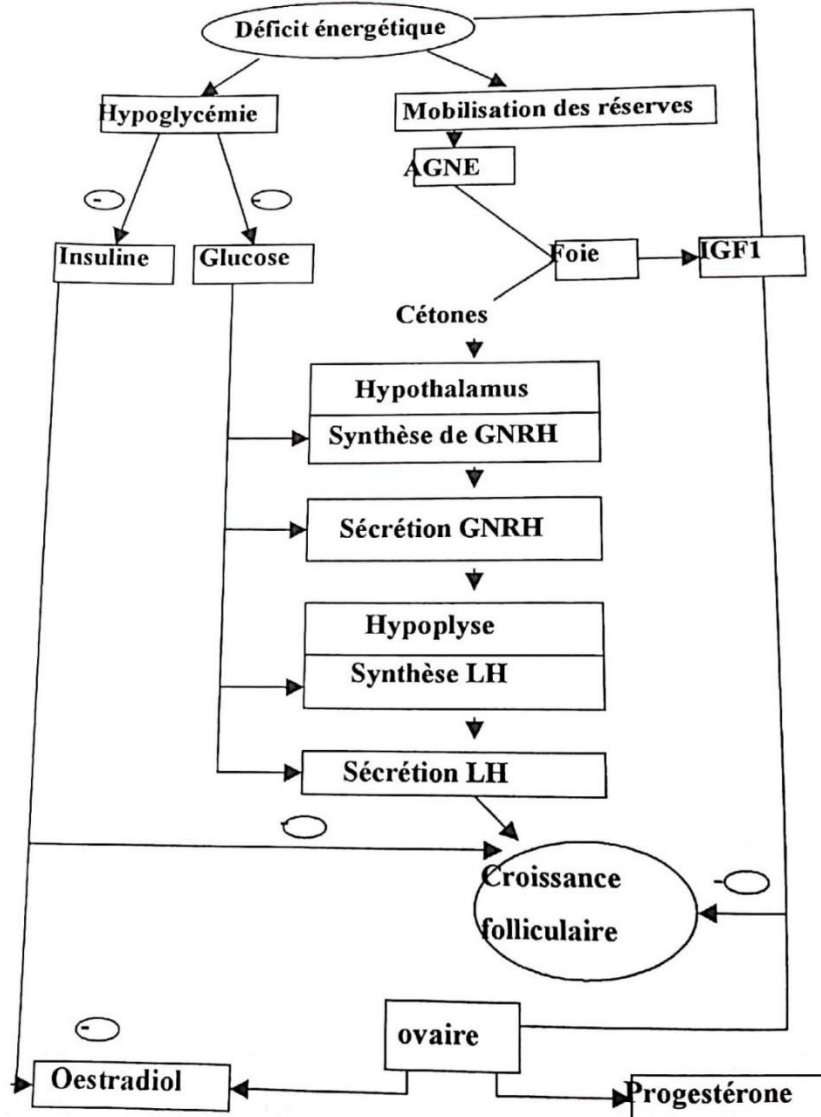


Figure 03 : Influence du déficit énergétique sur la reproduction (Dilmi et Arib, 2006).

### II.3. Périodes critiques du rationnement :

#### Introduction :

La production de lait d'une vache laitière dépend de quatre principaux facteurs :

- a) le potentiel génétique,
- b) le programme d'alimentation,
- c) la conduite du troupeau,
- d) la santé.

Alors que le potentiel génétique des vaches s'améliore constamment, il est indispensable de perfectionner l'alimentation et la conduite du troupeau pour permettre à chacune de produire à la mesure de ses aptitudes héréditaires. Un bon programme d'alimentation pour vaches laitières doit indiquer les aliments qui sont appropriés, les quantités nécessaires, ainsi que la manière et le moment de les servir (**Wheeler, 1996**).

La conduite de l'alimentation de la vache laitière comporte deux phases critiques qui se succèdent avec des niveaux de besoins très opposés et qui cumulent les effets néfastes des erreurs de rationnement : le tarissement et le début de lactation (**Wolter, 1997**).

**Tableau 07 : Objectifs principaux (Alimentation, traite, reproduction, santé) en fonction du stade de lactation (Wolter, 1997).**

	ALIMENTATION	TRAITE	REPRODUCTION	SANTÉ	
TARISSEMENT	++			++	▶ EQUILIBRE ALIMENTAIRE + HYGIÈNE
DÉBUT LACTATION	+++	+++	+++	+++	▶ NIVEAU ALIMENTAIRE
MILIEU LACTATION	+	++			
FIN LACTATION		+			▶ RECONSTITUTION DES RÉSERVES

### La période du tarissement :

Le tarissement se définit comme une phase physiologique transitoire en fin de lactation, caractérisée par l'involution progressive du tissu sécrétoire, dont le terme est la cessation complète de la sécrétion de lait. Le tarissement peut aussi désigner la période pendant laquelle la vache n'est plus traitée. Il est alors synonyme de période sèche. Il se pratique aux environs de deux mois avant la date de vêlage (**Sériyes, 1997**).

**Tableau 08 : Les différentes significations du terme tarissement (Sériyes, 1997)**

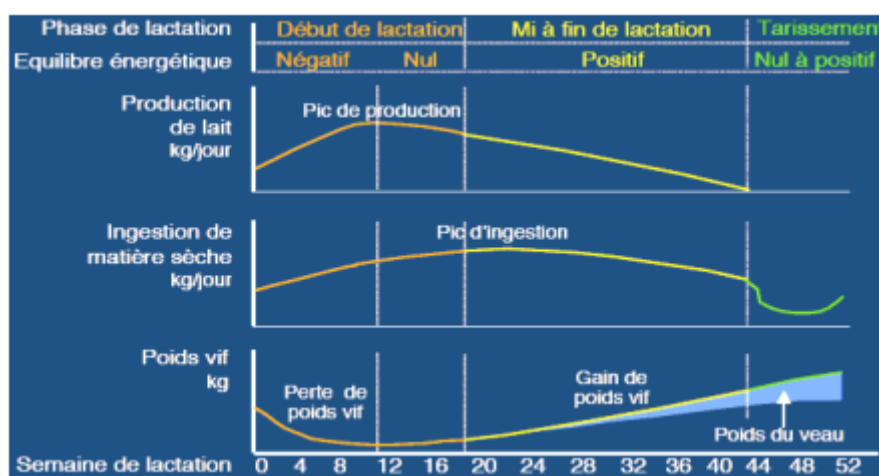
Significations	Contexte	Exemples d'emploi
<b>Significations limitatives</b> - Arrêt de la traite	Zootecnique	Date de tarissement Traitement au tarissement Production laitière au tarissement...
- Régression finale de la sécrétion de lait	Physiologique	Tarissement lent, rapide et difficile... Facteurs favorisant le tarissement.
- Période comprise entre l'arrêt de la traite et le vêlage = période sèche	Physiologique et Zootecnique	Tarissement long, court, de 8 semaines... Alimentation pendant le tarissement...
<b>Signification extensive</b> - Ensemble des 3 définitions précédentes	Physiologique et Zootecnique	Conduite du tarissement, Gestion du tarissement...

Selon **Wolter (1997)**, La période du tarissement (ou de préparation au vêlage, notamment pour les génisses) est cruciale sur le plan alimentaire pour le démarrage de lactation pour la prévention des troubles qui entourent le vêlage. Elle se distingue par des besoins quantitatifs relativement bas mais par des exigences qualitatives particulières en rapport avec gestation. Elle comporte donc des risques de suralimentation, souvent compliquée de déséquilibres alimentaires.

### Le début de lactation :

Se caractérise à l'inverse par une très rapide et très forte augmentation des besoins nutritifs, alors que l'appétit ne progresse que lentement et modérément. Il en résulte un déficit énergétique inévitable, éventuellement aggravé par une suralimentation antérieure et par une sous-ingestibilité présente de la ration mais, de façon générale, d'autant plus accentué que la

productivité laitière de la vache est plus élevée (**Wolter, 1997**). C'est la période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le pic de lactation. En effet, avec le démarrage de la lactation, les besoins de la vache montent en flèche, suite à l'augmentation de la production laitière qui atteint son maximum à la 3ème ou 4ème semaine (fin du 1er mois) chez les faibles productrices, et à la 4ème et 5ème semaines chez les fortes productrices (figure 04). Ces besoins représentent 3 à 6 fois ceux de l'entretien ou de la fin de gestation. Selon **Wolter (1997)**, en début de lactation, le coût nutritionnel de 8 jours de lactation équivaut à 9 mois de gestation ; tandis qu'un litre de lait au pic de lactation équivaut à 200 litres sur l'ensemble d'une lactation.



**Figure 04 : Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière, de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière (Wattiaux, 2003).**

### **II.3.1. Période du tarissement :**

Les vaches laitières sont tarées généralement environ 60 jours avant la date prévue de vêlage (**Hoden et al., 1988 ; Wolter, 1997 ; Annen et al., 2004 ; Kuhn et al., 2006**).

La durée optimale de cette période de tarissement a depuis longtemps été un sujet d'intérêt et de débat. Selon **Grummer et Rastani (2004)**, celui-ci a commencé en 1805 et continue toujours.

Le tarissement est obligatoire pour une relance hormonale et régénération des tissus mammaires et non pas pour une remise en état qui doit intervenir antérieurement, en seconde partie de la lactation (**Wolter 1997 ; Annen et al., 2004 ; Waldron, 2007**).

Le reconditionnement de la vache en cette seconde partie de la lactation est plus avantageux qu'en période de tarissement en raison de la meilleure efficacité de transformation énergétique (75 vs. 58% respectivement) (**Hoden et al., 1988 ; Kokkonen, 2005**).

La période de transition est souvent définie comme celle débutant trois semaines pré-partum et se terminant trois semaines post-partum (**Grummer, 1995 ; Drackley, 1999**). La transition de la gestation à la lactation est un énorme défi au métabolisme des vaches laitières.

**Bell (1995)** a calculé que pour une production de lait de 30 kg/j, les besoins de la mamelle en glucose, acides aminés et acides gras au quatrième jour post-partum sont respectivement 2.7, 2.0 et 4.5 fois ceux de l'utérus gravide durant la fin de gestation. L'augmentation brusque de la demande nutritive au début de la lactation ne peut pas être couverte par la ration ingérée, ce qui oblige la vache à la mobilisation de ses réserves corporelles. Par conséquent, le tarissement représente une période délicate en terme d'alimentation de la vache laitière (**Friggens et al., 2004 ; Grummer et Rastani, 2004 ; Kokkonen, 2005 ; Kuhn et al., 2005 ; Waldron, 2007**), c'est la période durant laquelle a lieu la préparation de la vache à la lactation suivante. La reconstitution des réserves doit donc commencer dès le milieu de la lactation. Les vaches amaigries par leur lactation (BCS < 3) doivent impérativement reprendre de l'état sans quoi la lactation suivante pourra être pénalisée (**Coulon et al., 1994 ; Kokkonen, 2005**).

Les vaches grasses au tarissement (BCS > 4) n'ont plus besoin de grossir. Elles peuvent éventuellement être rationnées en respectant la couverture de leurs besoins d'entretien et de gestation. La ration des vaches tarées doit couvrir au minimum les besoins d'entretien et de gestation, soit l'équivalent de l'entretien plus 7 kg de lait (**Kokkonen, 2005 ; Araba, 2006**).

Mais selon l'état de la vache au tarissement et de ses besoins de reprise d'état corporel, il est possible d'aller jusqu'à des apports équivalant les besoins d'entretien plus 12 kg de lait (**Kokkonen, 2005**).

Cela correspond à un apport de 8 à 10,5 UFL et de 700 à 900 g de PDI, le rapport PDI/UFL devant toujours être proche de 80 g de PDI par UFL (**Deswysen, et al., 1997 ; Hoden et al., 1988**).

Selon **Drackley et Dann (2005)**, des rations à faible apport d'énergie en début de la période de tarissement semblent diminuer les problèmes sanitaires des vaches laitières. L'alimentation minérale des vaches tarées est très importante, c'est pendant cette période que

la croissance du fœtus est maximale et la vache doit continuer à reconstituer ses réserves minérales (**McDowell, 2002**). Selon le même auteur, le minéral employé tiendra compte de la nature du régime pour le calcium et le phosphore et contiendra 4 à 5 % de magnésium. Cet élément joue en effet un rôle important dans le déroulement du vêlage, de la délivrance et de la mobilisation des graisses de réserves. Du sel sera laissé à la libre disposition des animaux. Pour préparer les vaches à consommer et à bien digérer les fourrages et les concentrés de lactation, il est recommandé de distribuer progressivement ces aliments au moins 3 semaines avant le vêlage pour que la flore ruminale puisse s'y adapter et que la transition puisse avoir lieu sans perturbation digestive (**Friggens et al., 2004**).

La ration de base en période de tarissement peut être la même que celle de la lactation. La différence peut résider dans la quantité à distribuer qui augmentera après le vêlage. Si la ration de base est différente, on veillera à supplanter progressivement les fourrages de tarissement par ceux de la lactation, au moins 3 semaines avant le vêlage (**Araba, 2006**).

La quantité de concentré à distribuer avant le vêlage sera fonction de celle offerte au pic de lactation. Globalement, la vache recevra, quotidiennement, lors de la semaine pré-vêlage, presque la moitié de la quantité prévue en pic de lactation. Cette quantité distribuée avant le vêlage sera atteinte par augmentation progressive à un pas d'un kg par semaine (**Araba, 2006**).

L'incorporation de la paille dans la ration des vaches taries semble augmenter les capacités physiques du rumen qui s'adapte ainsi à des quantités ingérées plus importantes après le vêlage (**Drogoul et al., 2004 ; Friggens, 2004**). Si des vaches sont isolées pour le vêlage, il ne faut pas oublier de les alimenter en fourrage, en concentré et surtout en eau. Tout changement alimentaire réduirait à néant tous les efforts faits précédemment (transitions, préparation à la lactation) et serait néfaste au développement de l'appétit en début de lactation.

#### **II.3.1.1. Particularités du rationnement en période de tarissement :**

Selon **Wolter (1997)**, le tarissement est **OBLIGATOIRE** pour une bonne relance hormonale (et non pas pour une remise en état qui doit intervenir antérieurement en seconde partie de la lactation précédente). Il doit durer environ 2 mois :

- en-deçà, la lactation suivante peut être amoindrie ;
- au-delà, la moyenne économique (kg de lait par jour de présence) diminue.



## **NIVEAU ALIMENTAIRE :**

- **ajusté** : selon l'état d'entretien (pour une note d'état corporel de 3,5 à 4)
- **restrictif** : séparation des vaches tarées
- **progressif** : 1<sup>er</sup> mois, au régime minimum à base de fourrages ;

2<sup>ème</sup> mois, introduction graduelle de concentrés, en moyenne :

1kg/VL/j : 3 semaines avant vêlage

2kg/VL/j : 2 semaines avant vêlage

2 à 3kg/VL/j : 1 semaine avant vêlage

## **NATURE DE LA RATION**

- **même "fond de cuve"** : en fourrages et en concentrés ;
- **peu acidifiant** : Inférieure ou égale à 1/2 ensilage en MS (soit 15-18 kg/vache/j)

Inférieure ou égale à 1/4 concentrés en MS (soit 1 puis 2 et parfois

3 kg/vache/jour)

### **II.3.1.2. Effets de la durée de la période sèche sur l'état sanitaire :**

#### **II.3.1.2.1. Effets sur le bilan énergétique :**

La période de tarissement a pour but de maintenir l'état corporel des animaux. Les animaux doivent arriver au tarissement avec une note d'état corporel (NEC) de 3,5 et s'y maintenir jusqu'au vêlage. Cependant différentes études démontrent que la durée du tarissement n'entraîne pas de différences significatives quant au poids et à la NEC des animaux (**Rastani et al., 2005**).

La différence survient plutôt en post-partum lorsque les vaches, ayant subi un tarissement court de 30j, ont eu une plus faible perte d'état corporel que le groupe témoin ayant été tari conventionnellement pendant 60j (**Gulay et al., 2003**). Du fait du très grand besoin énergétique des vaches laitières en début de lactation, le bilan énergétique négatif est inévitable. Cependant, nombre d'études ont démontré que ce bilan est moins négatif dans le cas de tarissements raccourcis.

(Rastani et al., 2005) ont pu notamment observer que sur les dix premières semaines du post-partum, le déficit énergétique est plus faible pour un tarissement de 30j plutôt que pour un tarissement de 60j (Rastani et al., 2005).

Cela peut s'expliquer de deux façons, d'une part, par la plus faible production laitière de ce premier groupe vis-à-vis du second avec un tarissement conventionnel, d'autre part, par la maximisation de la capacité d'ingestion. Les vaches non tarées ou tarées tardivement ont une plus grande capacité d'ingestion dans les semaines qui suivent le vêlage, comparativement à celles tarées conventionnellement. Cette augmentation de la capacité d'ingestion permet d'expliquer le constat de la figure 05, dont laquelle on observe que les vaches en début de lactation ayant été tarie 35j ont une courbe de poids plus stable et une moindre perte d'état corporel que celles ayant subi un tarissement conventionnel (Jolicoeur et al., 2014).

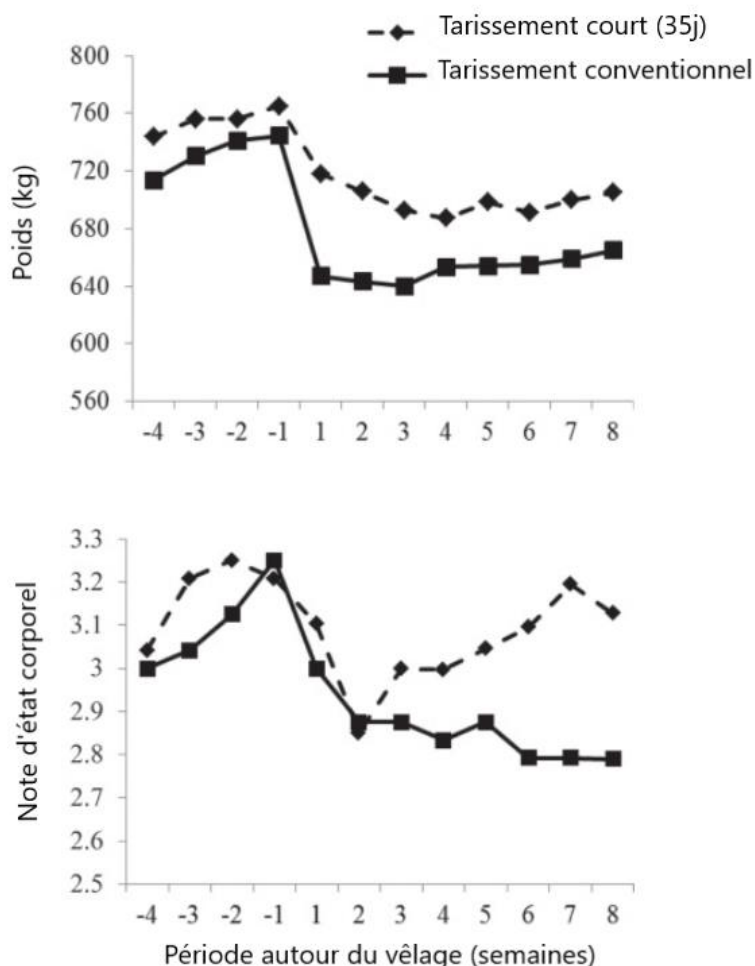


Figure 05 : Effet du raccourcissement de la durée de la période sèche sur la perte de poids et la note d'état corporel autour du vêlage (Jolicoeur et al., 2014)

Toutes ces observations sont cohérentes avec les résultats de **Rémond et al. (1997)** Selon lesquels les vaches, dont la période sèche précédente a été réduite, ont présenté une teneur du sang plus élevée en glucose et plus faible en acides gras libres et en corps cétoniques.

Le bilan nutritionnel de ces animaux est donc bien amélioré. Toutefois ceci n'a pas été observé dans l'étude, plus récente, dosant bêtahydroxybutyrates, triglycérides et acides gras non estérifiés, menée par **(Rastani et al., 2005)**. Ce dernier a alors conclu en l'absence d'effet de la durée du tarissement sur le statut métabolique des vaches en post-partum.

#### **II.3.1.2.2. Effets sur les maladies systémiques et la santé du pis :**

Dans une enquête réalisée par **(Kérouanton et al., 1995)**, en Bretagne, les éleveurs pratiquant une réduction de la période sèche ont déclaré avoir observé moins de fièvres vitulaires et moins de maladies liées à l'alimentation.

**Coppock et al., 1974**, étaient également arrivés au même constat en observant une réduction des cétozes, mais l'incidence des fièvres vitulaires et des œdèmes mammaires n'avait pas été affectée.

Vis-à-vis de la santé mammaire, la plupart des études comparant l'influence de la durée du tarissement à la concentration en cellules somatiques (CCS) du lait lors de la lactation suivante n'ont pas pu mettre en évidence de différences significatives **(Gulay et al., 2003 ; Rastani et al., 2005 ; Pezeshki et al., 2007 ; Watters et al., 2008)**. Il en va de même pour les mammmites cliniques **(Watters et al., 2008 ; Santschi et al., 2011)**.

De tous ces résultats, il en résulte que c'est plutôt la pratique au tarissement, le choix de l'application ou non d'un traitement intra-mammaire et des facteurs individuels qui influent sur la santé de la mamelle. Toutefois, **(Rajala-Schultz et al., 2005)** ont démontré que le risque de développer une nouvelle infection intra-mammaire (IMI) au tarissement est lié au niveau de production au moment de l'arrêt de la traite. En cela les tarissements courts devraient présenter un avantage puisqu'ils augmentent la lactation de 25 à 30 jours et baissent ainsi la production journalière. Ainsi il est conseillé de réduire la production laitière en vue du tarissement des VLHP, notamment en jouant sur le rationnement et la quantité de concentrés.

### **II.3.1.2.3. Effets de la durée de tarissement sur la reproduction :**

**Gümen et al. (2005)** ont démontré dans leur étude une diminution de 8 jours de l'intervalle vêlage- 1ère ovulation, une amélioration du taux de conception en 1 ère IA de 6% et une réduction de l'IVV de 24 jours lorsque la durée de la période sèche passe de 56 à 28 jours.

Ceci est confirmé par **Watters et al. (2009)** qui rapportent une réduction de 50% des vaches anovulatoires à 70 jours post-partum chez les animaux ayant reçu un tarissement court.

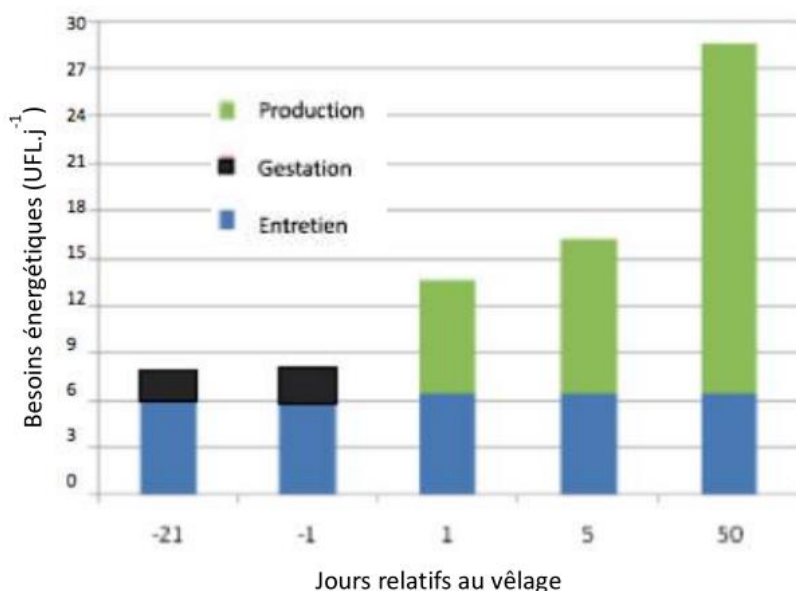
En revanche, il paraît difficile d'affirmer que le résultat observé tient plus de la durée de tarissement que du moindre déficit énergétique qui va de pair. Cette confusion est malheureusement difficile à mesurer et se retrouve dans toutes les études ayant trait à la reproduction. Il paraît en effet évident que le statut énergétique amélioré des animaux ayant subi une période de tarissement plus courte ait un effet bénéfique sur la reproduction, mais peu d'études ont la puissance statistique nécessaire pour mesurer cet impact (**Grummer, 2007**).

Une étude plus récente, menée sur des effectifs plus importants, en l'occurrence 850 animaux, n'a pas conclu sur un effet significatif de la durée du tarissement sur les paramètres de reproduction (**Santschi et al., 2011**).

### **II.3.1.3. Gestion de l'alimentation des vaches tarées :**

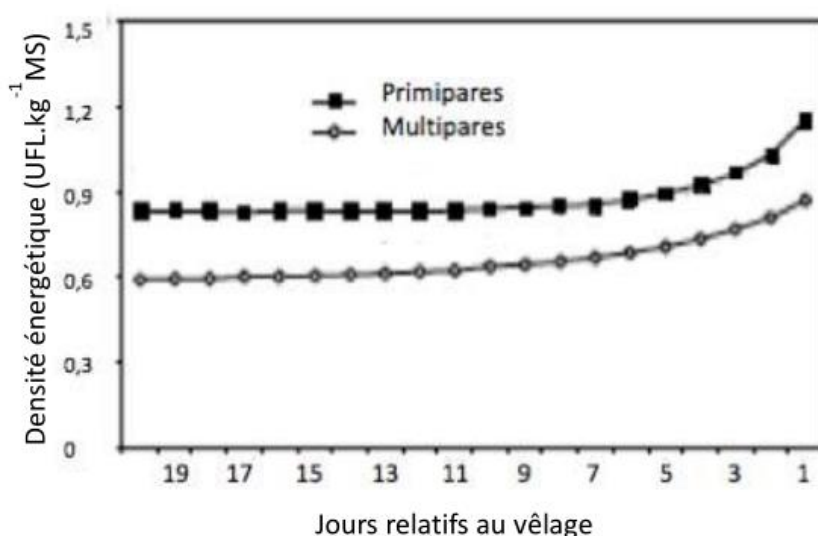
#### **II.3.1.3.1. Besoins énergétiques des vaches tarées :**

Les besoins énergétiques des vaches tarées sont assez modestes, se composant à la fois des besoins d'entretien et des besoins pour la croissance du fœtus. Toutefois, pour une vache d'un gabarit standard (650kg), les besoins de gestation s'élevant à 1,8UFL au cours du 8ème mois (figure 14), ils occasionnent une augmentation de près de 30% de ses besoins d'entretien, et de 50% si on considère toujours ce même animal au 9ème mois de gestation. Ainsi, au cours des 2 dernières semaines de tarissement, les besoins énergétiques sont nettement augmentés, en raison surtout de la croissance rapide du veau mais aussi de la préparation de la mamelle qui nécessite environ 1,7UFL supplémentaire (**National Research Council (U.S.), 2001**).



**Figure 06 : Besoins énergétiques en fonction du nombre de jours relatifs au vêlage (pour une vache Holstein de 600kg) (National Research Council (U.S.), 2001).**

On considère en général qu'avec la plupart des rations, la capacité d'ingestion permet aux vaches taries de couvrir facilement leurs besoins énergétiques avec des aliments d'une densité énergétique modeste (Figure 07). Il faut plutôt veiller à éviter la suralimentation des animaux, en prenant en compte l'objectif de maintenir une note d'état corporel comprise entre 3 et 3,5 au vêlage, et en sachant qu'un excès énergétique de 2UFL par jour pendant 2 mois de tarissement se traduirait par une augmentation de la note d'état d'environ ½ point (Enjalbert, 2010).

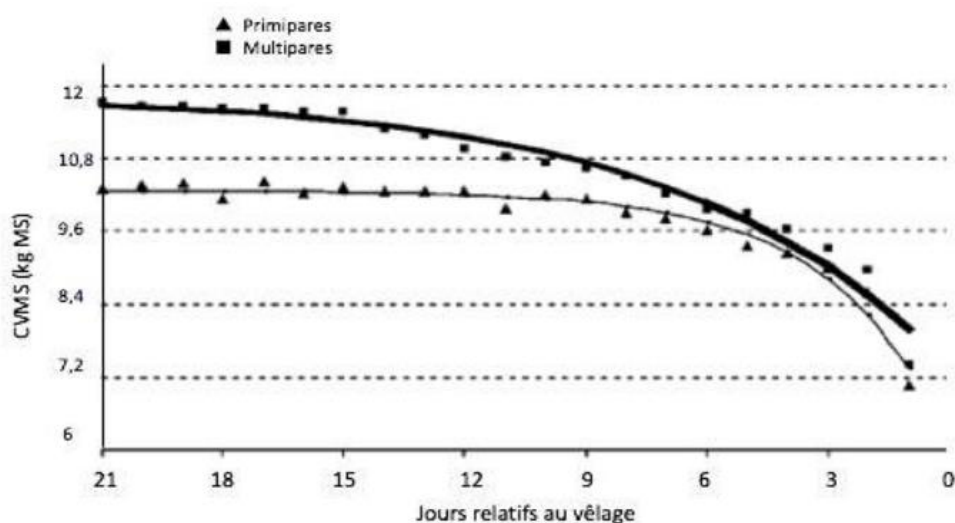


**Figure 07 : Concentration énergétique de la ration à apporter aux vaches laitières en fonction du jour relatif au vêlage (Hayirli et al., 2002).**

### II.3.1.3.2. Capacité d'ingestion au tarissement :

#### II.3.1.3.2.1. Baisse de la consommation volontaire en matière sèche (CVMS) :

Durant les premières semaines de tarissement, la consommation de matière sèche s'établit à environ 2% du poids vif de l'animal adulte et à seulement 1,7% pour une primipare, mais celle-ci est nettement diminuée durant les deux dernières semaines précédant le part (Figure 08). Cette baisse de la capacité d'ingestion peut atteindre 30% par rapport à la consommation observée en début de tarissement (Hayirli et al., 2002).



**Figure 08 : Consommation volontaire en matière sèche en fonction du jour relatif au vêlage (pour une vache Holstein de 600 kg) (Hayirli et al., 2002).**

Une analyse comparant plusieurs études, prenant en compte différentes stratégies nutritionnelles pour les vaches tarées a démontré que le taux d'acides gras non estérifiés (AGNE, un marqueur de la mobilisation des graisses corporelles), et l'infiltration lipidique du foie sont bien plus influencés par l'ampleur de la baisse de la CVMS, que par le niveau de CVMS deux semaines avant le vêlage (Grummer et al., 2004). Il paraît donc primordial de maintenir la CVMS constante dans les dernières semaines du tarissement, plutôt que de rechercher la capacité d'ingestion maximale.

#### II.3.1.3.2.2. Facteurs affectant la consommation volontaire en matière sèche pré-partum :

##### II.3.1.3.2.2.1. Facteurs individuels :

Comme évoqué précédemment, la parité joue un rôle quant à la capacité d'ingestion (2%PV chez les multipares contre 1,7%PV chez les primipares). Il existe aussi des facteurs

raciaux indiquant que les vaches de race Jersiaises notamment, consomment une proportion plus importante rapportée à leur poids vif que les vaches Prim'holstein et que la baisse d'ingestion avant vêlage est moins importante (**French 2006**).

Il est bien établi qu'un état d'embonpoint excessif nuit à la CVMS. La baisse de CVMS avant vêlage intervient plutôt chez ces animaux obèses (**Hayirli et al., 2002**). Il est ainsi primordial de bien gérer le bilan énergétique, ceci faisant l'objet d'une partie à venir.

**Allen et al. (2009)**, fournissent l'explication selon laquelle l'oxydation des substrats, qui a lieu dans le foie, sert de signal de satiété à l'organisme et limite la CVMS

Ces substrats oxydés au niveau hépatique sont, chez la vache laitière, principalement des lipides, ayant une origine double ; ils proviennent ou bien de la mobilisation des réserves corporelles ou bien ont une origine alimentaire. Les acides aminés, acides lactiques, issus de mécanismes anaérobies, ou le glycérol, issu de l'oxydation des acides gras, peuvent également, toute proportion gardée, servir de substrats au foie. Cependant au moment du tarissement, les substrats majoritaires sont les acides gras. Plus les réserves graisseuses sont en quantité importante, plus elles sont rapidement mobilisables. La mobilisation des réserves corporelles en début de lactation est favorisée par la diminution de la quantité d'insuline en circulation et par la baisse de sensibilité de ses récepteurs dans les tissus périphériques (**Koster et Geert, 2013**).

Or l'insuline est l'hormone de la lipogenèse (Figure 09). Les vaches trop grasses ont donc, non seulement une moindre sensibilité à l'insuline, mais aussi une réserve de graisses facilement mobilisables. Ces animaux ont une concentration sanguine en acides gras plus élevée, donc un taux d'oxydations hépatiques plus important et une CVMS diminuée de par l'impression de satiété que cela procure. À cela s'ajoute la sécrétion plus importante de leptine, une hormone synthétisée par les adipocytes qui régule la sensation de satiété, et par conséquent l'ingestion (**Koster et Geert, 2013**).

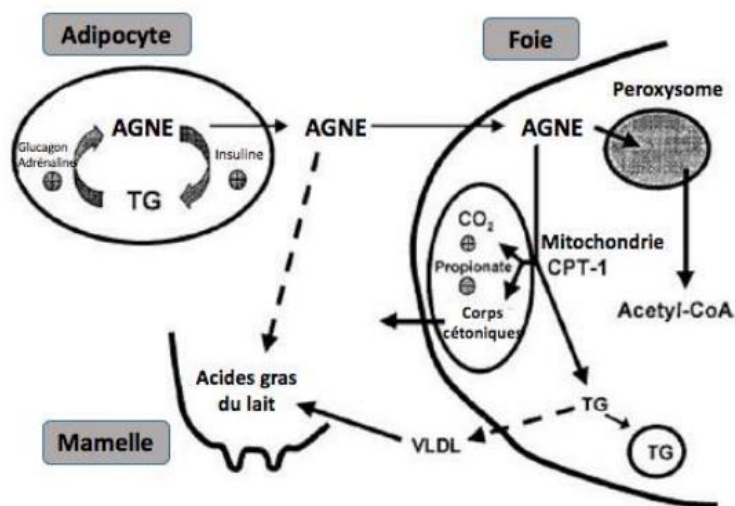


Figure 09 : Mécanisme de la mobilisation des graisses chez la vache laitière (Drackley et al. 2005).

#### II.3.1.3.2.2. Facteurs liés à la ration :

Le facteur ayant la plus grande importance vis-à-vis de la CVMS en pré-partum est la teneur en fibre de la ration estimée par la teneur en NDF (Neutral Detergent Fiber). La CVMS est maximale lorsque la ration contient environ 30% de fibres NDF. **Hayirli et al. (2002)**, estiment que pour des teneurs de 42 et 54% en fibres NDF dans la ration, les vaches ne sont aptes à ingérer, respectivement, que 1,68 et 1,64% de leur poids vif. Toutefois, les recommandations actuelles visent à maintenir une CVMS constante et incitent à des rations fibreuses et moins énergétiques (plutôt que de restreindre la consommation de ration plus digestibles et énergétiques). Ceci implique que ces rations doivent contenir une grande part de fourrages, permettant un encombrement maximal du rumen, ce qui joue également un rôle protecteur vis-à-vis des déplacements de caillette.

La densité énergétique de la ration joue bien évidemment un rôle, puisqu'un bilan énergétique fortement positif encourage le dépôt de réserves graisseuses facilement mobilisables et contribue ainsi à la diminution de la CVMS par le mécanisme vu précédemment. Il est donc préférable d'éviter les sources d'amidon très rapidement fermentescibles. L'absorption rapide de propionate résultant de leur dégradation peut diminuer la CVMS (**Christophe, 2018**).

Selon **Grummer et al. (2004)** la matière azotée de la ration a une influence négligeable sur la capacité d'ingestion des vaches en pré-partum, même si un excès de protéine dans la



ration de tarissement semble plutôt avoir un effet néfaste sur la CVMS en post partum. Il conseille alors de viser des taux protéiques de 14-15% dans les rations des vaches tarées (Grummer et al., 2004).

#### II.3.1.4. Rôle de la transition alimentaire :

##### II.3.1.4.1. Préparer et assumer le bilan énergétique négatif en post-partum :

###### II.3.1.4.1.1. Balance énergétique de la vache laitière en post-partum :

En post-partum, une modification brutale du métabolisme se produit, caractérisée par une augmentation rapide des besoins énergétiques, due à la production de lait. Chaque kilogramme de lait produit nécessite 0,44UFL. Comme cette période arrive à un moment où la capacité d'ingestion de la vache laitière est à son minimum, le déficit énergétique est inévitable. Ce dernier est maximal durant les 3 premières semaines du post-partum et redevient normalement positif vers la septième semaine de lactation (Figure 10). La gestion de l'alimentation durant cette période s'avère donc cruciale et dépend à la fois de la densité énergétique de la ration servie et des quantités que les vaches pourront consommer. Ceci constitue un défi de taille, puisque la densité énergétique doit être un compromis bien pensé. Trop faible, elle limite la consommation d'énergie et augmente le risque d'acétonémie en concourant au bilan énergétique négatif. Trop élevée, par l'utilisation de trop grandes quantités d'amidon, elle prédispose à l'acidose ruminale (Christophe, 2018).

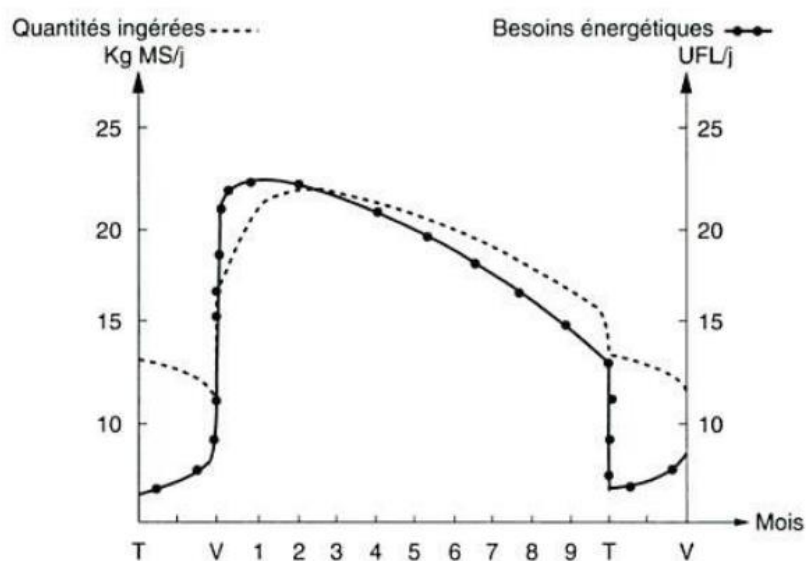


Figure 10 : Évolution de la capacité d'ingestion durant le cycle de production de la vache laitière (Sérieys, 2015).

### II.3.1.4.1.2. La note d'état corporel comme critère d'observation de la balance énergétique :

Cette diminution du bilan énergétique s'évalue aisément avec un critère simple d'observation qu'est la note d'état corporel. Cette notation se sert de l'échelle de **Wildman et al. (1982)**, établie pour la race Prim'Holstein, son adaptation a depuis été faite dans d'autres races, notamment en race Montbéliarde. Elle va de 0 (animal cachectique) à 5 (animal très gras) avec un pas de 0,25. Les critères pris en compte laissent normalement peu de place à la subjectivité. Dans une étude, Ferguson et al démontrent que les observateurs ne font aucune différence dans leur notation dans 58% des cas, et dans 33% des cas, la différence obtenue entre deux opérateurs n'excède pas 0,25 (**Ferguson et al., 1994**).

**Zachut et Moallem (2017)** estiment que les vaches laitières peuvent se caractériser par un objectif minimal de note d'état corporel (NEC) post-partum, atteint vers 10 à 20 semaines de lactation, et que cet objectif minimal de NEC, sur des vaches à haut potentiel, serait de 2 à 2,5.

Les vaches doivent vèler au-dessus de cette note et l'atteignent fatalement via cette réduction de la consommation. Les vaches ne peuvent ainsi plus subvenir aux besoins de lactation. L'ampleur de cette perte d'état corporel inévitable est également fonction de la durée de tarissement (Figure 11).

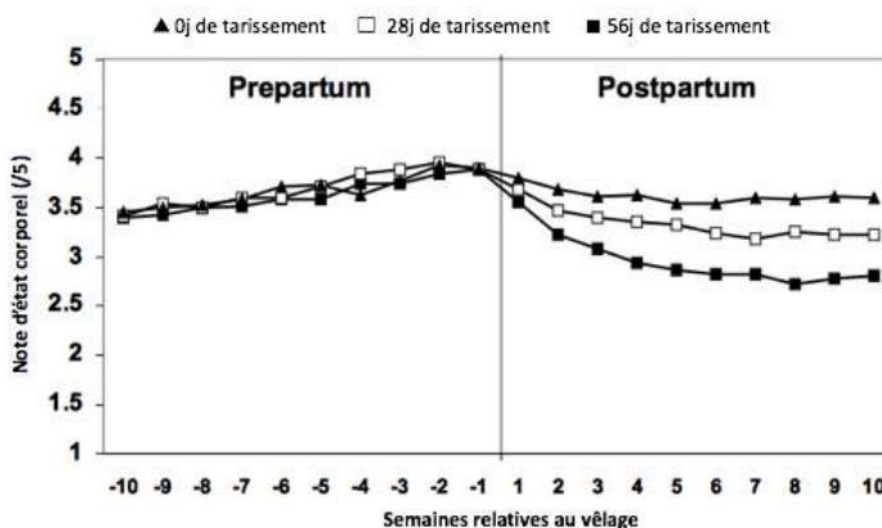


Figure 11 : Perte d'état corporel selon la durée du tarissement (Grummer et al., 2004).

Comme une perte d'état corporel de 0,5 point est acceptable en début de lactation, les vaches devraient donc, pour optimiser leurs santé, fertilité et longévité, vèler avec une NEC comprise entre 2,5 et 3 (prenant en compte les variations individuelles) (Tableau 09).

Des recommandations plus anciennes préconisaient des vèlages avec une NEC de 3 à 3,5 et autorisaient une perte d'état corporel jusqu'à un point, ceci a été revu à la baisse avec les études récentes (Roche et *al.*, 2013).

**Tableau 09 : Objectifs de NEC pour la vache Holstein sur une échelle de 1 à 5 (Mulligan et *al.*, 2006).**

Stade	NEC
Jour du tarissement	2,75
Au vèlage	3,0
À l'IA	<2,5
Après 150 JEL	2,75

La suralimentation doit être évitée en début de période sèche, sauf sur des vaches maigres sur lesquelles une légère reprise de NEC est envisageable. Normalement, en fin de période sèche, sauf en cas de distribution à volonté d'une ration pour vaches en lactation, une forte suralimentation est peu probable dans la mesure où les besoins sont élevés et l'appétit limité.

Tableau 10 : Stratégie du rationnement en tarissement (Wolter, 1997).

Erreurs alimentaires	Mortalité	Acétonémie "Hépatose"	Troubles de la reproduction			Fièvre vitulaire	Mammites	Recommandations
			Non délivrance	Métrie	Infertilité			
• Énergie < > excès de glucides fermentescibles	++ +++	+++ +++	+ +	+ +	+ +	+ +	5-7,6 UFL* au maximum (15 à 18 kg VLJ/densilage) au maximum 1,1 à 2 kg VLJ/de concentrés + Fourrages secs	
• Matières protéiques >	++ ++						400-600g PDI*	
• Minéraux : - Ca < > - P < > - Oligo <	++ ++	+ +	+++ (Se) ++	+ +	- +++ ++ --		36-61 g Ca* 27-35 g P*	
• Vit A < • Vit D < »	+++ +		++ +	++ +	--- ---		45 000 UI/VLJ** 15 000 UI/VLJ**	

\* INRA 1988  
\*\* National Research Council des USA

## ALIMENTATION ET PATHOLOGIE PENDANT LE TARISSMENT

## II.3.2. Début de lactation :

### II.3.2.1. La courbe de lactation :

La production du lait évolue au cours d'une lactation suivant un cycle qui est de même nature chez toutes les vaches laitières. La production journalière s'accroît pendant les premières semaines qui suivent le vêlage, passe par un maximum à une date variable selon les animaux, puis diminue plus ou moins régulièrement jusqu'au tarissement. Cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation (schématisée sur la figure 12) obtenue en portant en abscisses le temps écoulé depuis le vêlage, et en ordonnées les productions journalières correspondantes, exprimées en kg de lait réellement fournis, ou en leur équivalent énergétique, en kg de lait à 4 % (Delage et al., 1953)

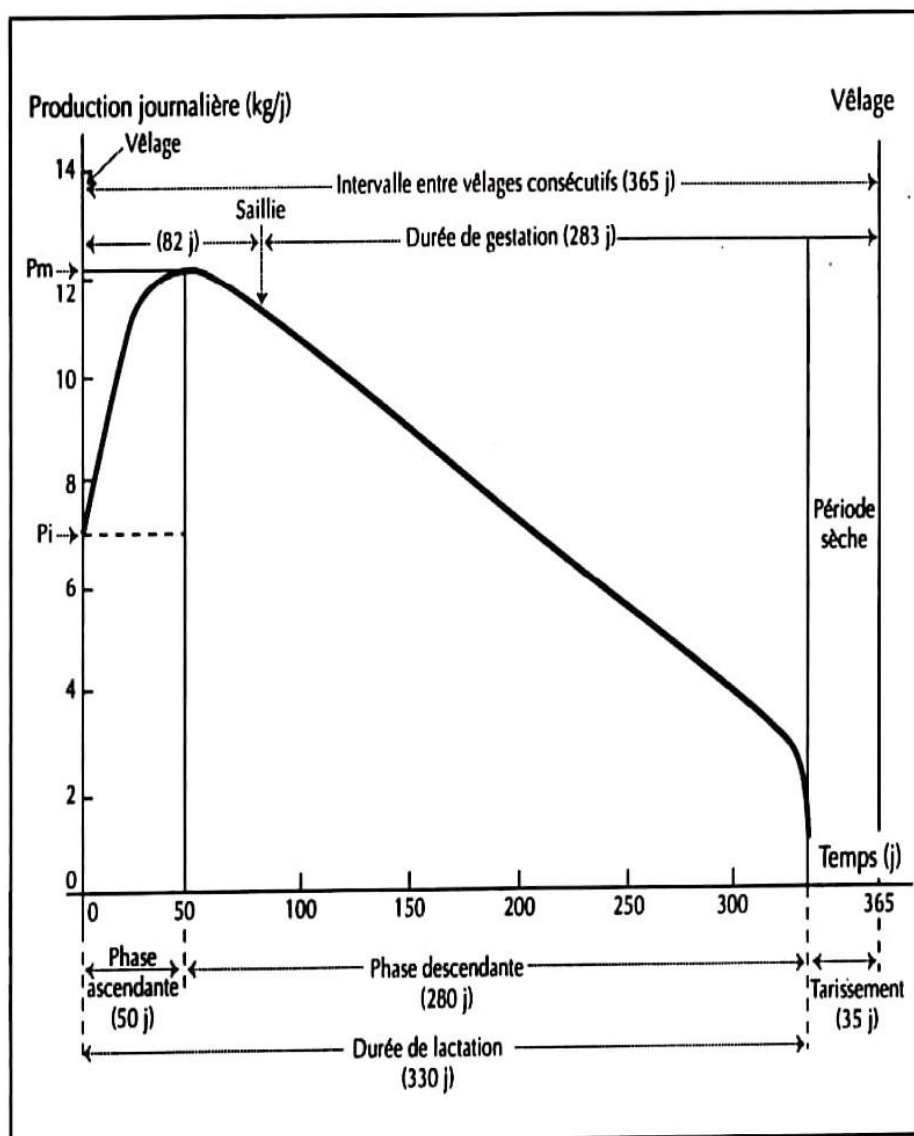


Figure 12 : Courbe de lactation (Meyer et Denis, 1999).

### **II.3.2.2. Particularités du rationnement en début de lactation :**

Selon **Wolter (1997)**, en début de lactation, le coût nutritionnel de 8 jours de lactation équivaut à 9 mois de gestation.

Le gain d'un litre de lait au pic de lactation équivaut à 200L sur l'ensemble d'une lactation.

#### **• ÉVOLUTION DES BESOINS :**

- la production laitière est prioritaire en cette période, quitte à imposer un amaigrissement
- augmentation brutale et forte ---> maximum dès 2 e semaine

Énergie = 4 à 5 fois l'entretien

Protéines = 5 à 7 fois l'entretien

#### **• ÉVOLUTION DE "L'APPÉTIT" (à l'égard des fourrages ou de la ration de base) :**

Augmentation limitée : +60 à 80%

Progressive : > 1mois avec ensilage de maïs

> 2mois avec ration mixte

> 3mois avec ration médiocre

Donc, déphasage et disproportion entre pic des besoins et pic de "l'appétit" entraînant déficit énergétique et amaigrissement d'où nécessité d'une complémentation

- concentrée,
- progressive,
- suffisamment libérale
- soutenue

Si la complémentation est :

- trop rapide, trop abondante, trop fermentescible, il y a risque d'acidose
- trop lente, trop restreinte, trop peu énergétique, il y a risque de cétose

#### **> STRATÉGIE ALIMENTAIRE**

##### **• Augmentation progressive de concentrés POUR PRÉVENIR L'ACIDOSE.**

La complémentation peut aller jusque 1 livre supplémentaire/animal/jour apportée en petits repas nombreux.

##### **• Contrôler l'amaigrissement (inévitables) POUR PRÉVENIR LA CÉTOSE.**

L'amaigrissement doit être : limité, dégressif et peu durable.

### **Début de lactation :**

C'est la phase croissante de la lactation, les quantités de lait augmentent d'autant plus que le niveau de production est élevé, l'accroissement entre la production initial (PI=moyenne des 4-5 et 6eme jours), et maximale hebdomadaire (PM), varie d'environ 6kg de lait pour les faibles productrices (PM=20kg chez les primipares, 25kg chez les multipares), a plus de 10kg de lait pour les fortes productrices (PM=30kg chez les primipares, 45kg chez les multipares). **(Faverdin, 1987).**

**Sérieys (1997)**, souligne qu'au début de la lactation les besoins maximums sont atteints dès la 1<sup>ère</sup> semaine après le vêlage pour le PDI et le Ca et après 2 à 3 semaines pour les UFL c'est-à-dire avant le pic de production qui intervient habituellement vers la 5<sup>ème</sup> semaine.

Un déficit énergétique inévitable est observer en début de lactation, causé par une très forte augmentation des besoins nutritifs et la faible capacité d'ingestion de la vache qui ne progresse que lentement. Cela conduira la vache a la mobilisation de ces réserves corporelles, qui sont de 15 à 60kg de matières grasses selon le potentiel des animaux. C'est l'apport énergétique nécessaire à la production de 150 à 600kg de lait. Concernant les réserves protéiques mobilisables elles sont beaucoup plus réduites et varient entre 5 et 10kg, selon le potentiel des animaux, soit l'équivalence pour la production de 100 à 200kg de lait **(Hoden et al., 1988).**

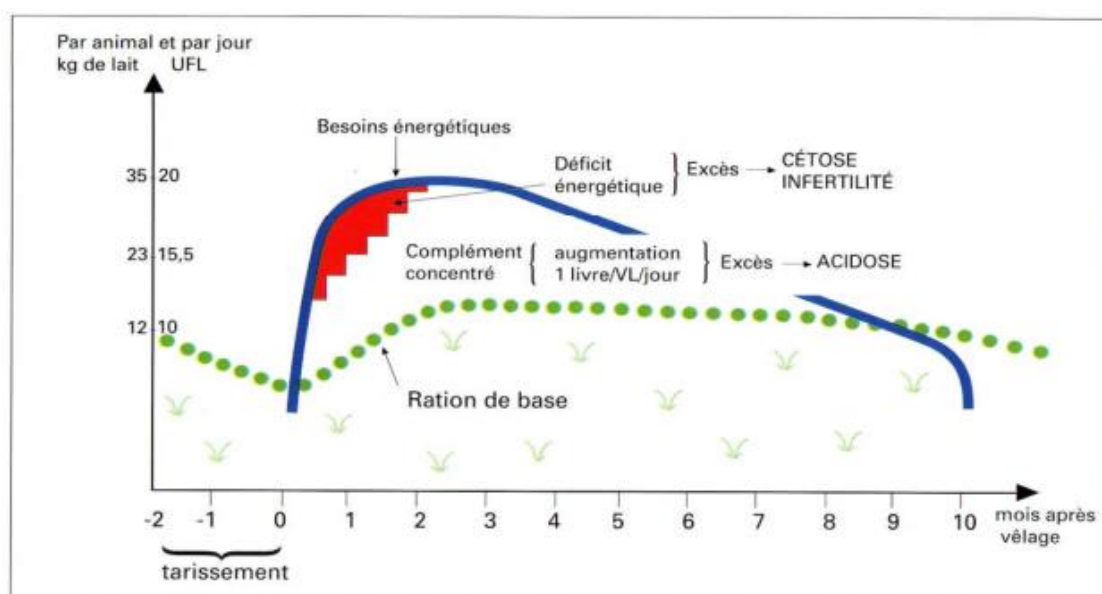
Cette sous-alimentation inévitable des vaches en début de lactation nécessite qu'elles soient en bon état corporel au vêlage et qu'elles soient capables de mobiliser ces réserves. Cette capacité de mobilisation augmente avec le potentiel des animaux. Outre sa richesse en énergie, la ration doit contenir suffisamment de fibres (minimum de 17% de fibres ou 19% d'ADF ou lignocellulose pour un bon fonctionnement du rumen et un lait présentant une teneur normale en matières grasses) **(Beauchemin, 2007).**

Pour couvrir ces besoins, la vache en production doit consommer des quantités d'aliments 3 à 4 fois supérieures à celles consommées par la vache tarie **(Hoden et al., 1988).** Cependant, en fin de gestation et au vêlage, l'appétit de la vache est faible et n'augmente pas aussi rapidement que ses besoins : il n'atteindra son maximum que vers le 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> mois, époque à laquelle la lactation diminue de façon sensible **(Wolter, 1997).** Un bilan énergétique négatif est alors observé en début de lactation (figure 13).

Une ration constituée de 40-45% de fourrage de bonne qualité et 55-60% de concentré peut fournir la quantité d'énergie nécessaire à la vache en début de lactation **(Hoden et al., 1988).**

Un niveau d'incorporation du concentré dans la ration supérieur à 60%, surtout si la quantité de fourrage ingérée est inférieure à 1 ou 1.5% du poids vif de la vache, risque de diminuer l'appétit de l'animal et de provoquer une chute du taux butyreux du lait (**Maekawa et al., 2002**).

L'utilisation de l'énergie par les vaches laitières dépend du profil fermentaire généré par l'aliment. En général, les rations qui engendrent un faible ratio acétate/propionate (tels que les concentrés) engendrent une formation de gras corporel au détriment des matières grasses du lait (**Sutton et al., 1987**).



**Figure 13 : Evolution du niveau alimentaire en début de lactation (Wolter, 1997).**

Selon **Wolter (1994)**, le recours excessif à l'aliment concentré, durant cette période pour éviter le problème de la sous-alimentation, n'est pas une solution car cela peut causer des risques d'acidoses, suite à la diminution de la consommation du fourrage et les modifications des fermentations digestives. Pour surmonter ce problème de déficit énergétique, en début de lactation, la vache devrait être en bon état corporel au vêlage et qu'elle soit capable de mobiliser ces réserves. La ration en début de lactation doit être constituée de fourrage de bon qualité, (>40%), d'un apport en aliment concentré (< 60%) et un taux de cellulose (> 16 à 18%), pour assurer une bonne fibrosité de la ration et un bon fonctionnement du rumen pour le maintien du TB du lait à sa valeur normale. En début de lactation, les variations du taux protéique du lait sous l'effet du niveau des apports énergétiques sont faible comparativement à celles de la production laitière (le taux protéique augmente de 0.6g/kg pour 1kg/j d'augmentation de la production laitière).



D'après **Coulon et Remond (1991)**, cette augmentation du taux protéique est un peu plus importante dans les essais de longues durées (0.8g/kg pour 1kg/j d'augmentation de la production laitière).

**Sérieys (1997)**, note que la somme des besoins d'entretien, de la gestation et de la production de la vache laitière varie dans des proportions considérables de la fin d'une lactation jusqu'au pic de la lactation suivante et cela selon le niveau de production de ces animaux.

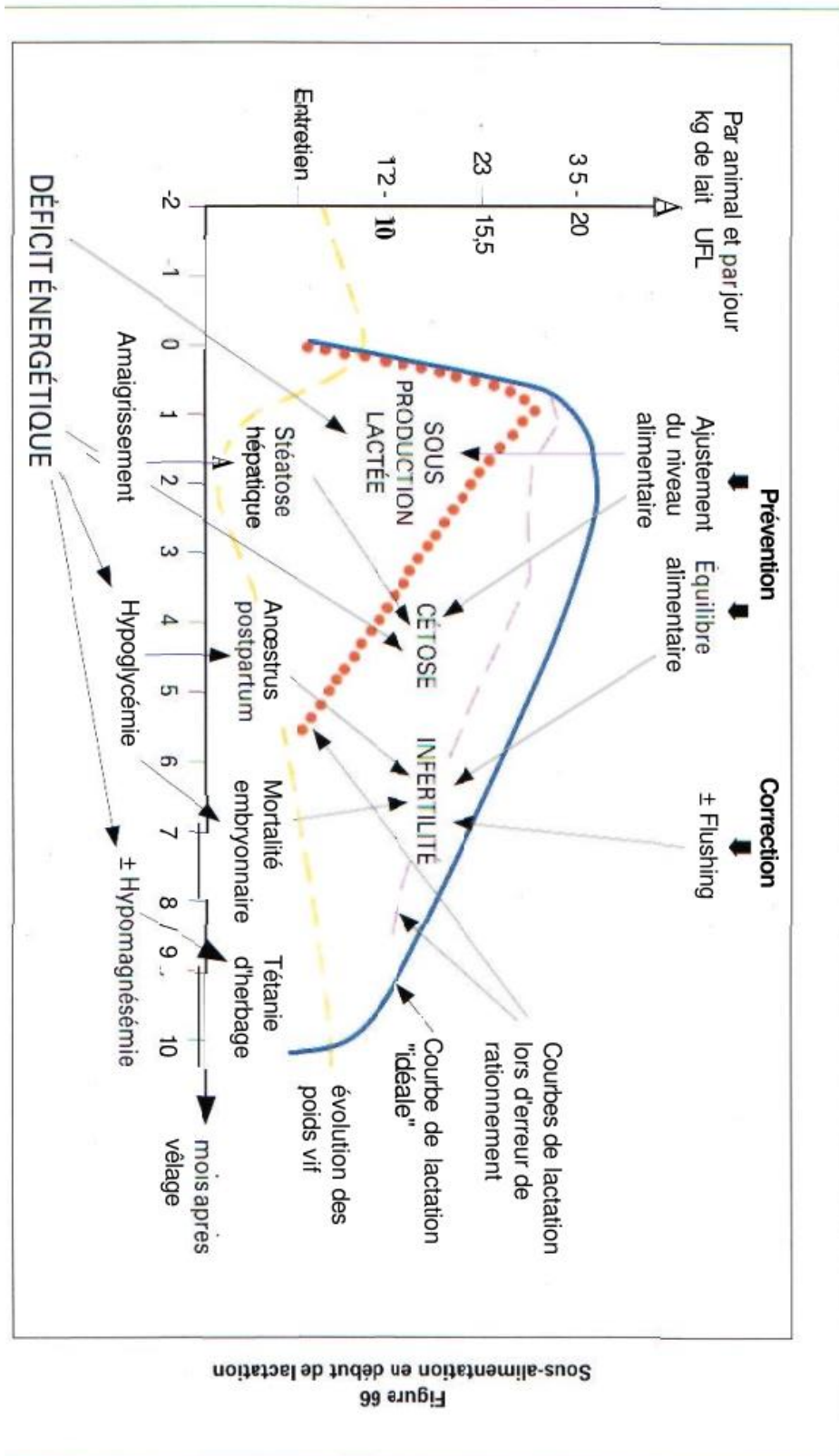


Figure 14 : Stratégie du rationnement en début de lactation (Wolter, 1997).

## Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances zootechniques des vaches laitières

### Introduction :

La gestion de la reproduction des vaches laitières reste un des plus importants facteurs impliqués dans la maîtrise de l'élevage, plusieurs facteurs ont une incidence sur les performances zootechniques des vaches laitières (**Macheboeuf et al., 1993**).

De plus, divers auteurs consultés dans la bibliographie admettent que l'alimentation est le facteur qui a le plus d'incidence sur ces performances, parmi eux on peut citer la fertilité de la vache, les performances laitières, la qualité du lait, et enfin la santé de la mère et de son produit (**Coulon et al., 1989 ; Faverdin et al., 1992 ; Keady et al., 2001**).

### III.1. Impact de l'alimentation sur la production laitière :

L'alimentation joue un rôle important, elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon **Coulon et Hoden (1991)**, le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques, il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

#### III.1.1. Effet de l'apport énergétique des aliments :

L'apport énergétique de la ration connaît l'effet majeur sur le taux protéique (**Sutton, 1989 ; Coulon et Rémond, 1991**). Ainsi, selon **Jarrige (1988)**, une variation moyenne des apports d'une UFL le modifie dans le même sens environ 0.5g/kg sans avoir d'effet sensible sur le type.

D'autres auteurs tels (**Coulon et Rémond, 1991 ; Agabriel et al., 1993**) rapporte qu'une augmentation d'apport énergétique se traduit généralement par un accroissement de la teneur en protéines et de la production laitière.

Un des facteurs de variation couramment avancés pour expliquer les variations du taux butyreux du lait est la proportion du concentré dans la ration (**Journet et Chilliard, 1985 ; Sutton 1989**).

En effet, l'apport du concentré au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait de -0.30g/kg et + 0.24g/kg respectivement pour chaque kg de MS de concentré consommé (**Delaby et al., 2003**).

Une part importante du concentré dans la ration (en moyenne 55% de la matière sèche ingérée) se traduit des taux butyreux légèrement inférieures et une production de lait et taux protéiques élevés (**Bonyi et al., 2005**).

L'apport énergétique explique l'essentiel des variations, parfois considérables, des taux protéiques. Un taux protéique élevé peut être relié à de fort apport énergétique des rations distribuées aux vaches. En effet, dans l'étude menée par **Bony et al. (2005)**, les taux protéiques les plus élevés sont généralement liés aux apports énergétiques les plus importants dans les rations distribuées par les éleveurs. Ces apports permettent une importante ingestion des aliments concentrés et s'accompagnent d'une production laitière élevée.

Le TP reste inchangé suite à une restriction énergétique en milieu et fin de lactation tant que les besoins azotés sont couverts. Simultanément, la production laitière diminue fortement (- 31 %) et le TB augmente de 9,6 g/L (**Bocquier et Caja, 2001**).

Une augmentation importante du niveau énergétique de la ration provoque la diminution du TB. En effet, la mobilisation des réserves corporelles qui entraîne une augmentation du TB est alors arrêtée (**Araba, 2006**).

Selon **Hauwuy et al. (1992)**, l'apport supplémentaire du concentré en alpage permet d'augmenter la production laitière de 1.1 kg/jr et le taux protéique de 0.8g/kg et d'atténuer une chute de production, liées aux aléas climatiques et/ou aux variations des ressources fourragères. Tandis que les sous-alimentations énergétiques même de courtes durées, en début de la lactation provoquent une diminution de la production laitière et une augmentation du taux butyreux (**Meyer et Denis, 1999**).

**Tableau 11 : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique de la ration sur la production laitière (Broster, 1974).**

Durée de la sous-alimentation en début de lactation	Diminution de la quantité de lait (kg)	
	Au début de lactation	Lactation totale
12 semaines	136	590
8 semaines	45	181
9 semaines	180	862

### **III.1.2. Effet de l'apport azoté des aliments :**

L'apport de protéines dans la ration n'a pas d'effets très significatifs sur le taux protéique (**Sutton, 1989**). L'augmentation des apports azotés dans la ration quotidienne entraîne une augmentation conjointe des quantités de lait produit et des protéines secrétées, de sorte que le taux protéique reste peu modifié (**Coulon et al., 1998**).

L'amélioration du profile en acide aminés limitant en particulier en méthionine et en lysine digestible dans l'intestin, permet d'augmenter la teneur du lait en protéine et caséine sans avoir d'effet significatif sur le volume du lait produit ainsi que sur le taux butyreux (**Araba, 2006**).

Il est possible d'augmenter le taux protéique (d'environ 1 g/kg) sans modifier le taux butyreux (amélioration du rapport TP/TB). Par ailleurs, le TP dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables : lysine et méthionine en particulier, donc de la nature des compléments azotés distribués aux animaux (**Coulon et al., 1998**).

**Coilliot (1989)** rapporte que l'apport d'urée à des rations pauvres en azote à base de l'ensilage de maïs provoque un accroissement du taux protéique du lait (0,13 g par kg de lait /point de MAT supplémentaire) et surtout de la quantité de lait sécrétée (1,2 kg/point de MAT supplémentaire).

**Hoden (1987)** affirme qu'en début de la lactation chez les vaches recevant à volonté des ensilages de maïs d'excellente qualité, l'amélioration de la nutrition azotée fait augmenter la production de lait tout en diminuant la mobilisation des réserves lipidiques. Cependant le taux butyreux ne diminue pas, il a plutôt tendance à s'accroître, car l'ingestion de fourrage et sa proportion dans la ration s'accroissent (tableau 12).

**Tableau 12 : Influence du niveau des apports azotés en début de lactation sur la production et la composition du lait (Dulphy et Journet, 1982), rapporté par Hoden (1987).**

Distribution du fourrage	Limité		A volonté	
Niveau d'apport azoté	Bas	Haut	Bas	haut
Quantité ingérée kg MS				
- ensilage de maïs	10.5	10.5	11.2	13.4
- aliment concentré	5.5	5.6	4.7	4.8
Apports PDI	1430	1750	1350	1920
UFL	15.5	15.5	14.3	16.2
Lait (kg)	24.9	28.0	25.9	29.6
Taux butyreux g‰	40.1	39.3	41.4	42.6
Taux protéique g‰	32.5	32.3	32.3	32.7
Perte de poids vif (kg)	-13	-20	-23	-13

**Hoden et Coulon (1991)** notent que le tourteau de Colza représente une bonne source en acides aminés et notamment en méthionine. L'introduction de ce tourteau dans une ration à base d'ensilage de maïs (fortement déficitaire en matières azotées fermentescibles) a permis une légère augmentation de la production laitière, le maintien du TP et la réduction du TB.

### **III.1.3. Effet des apports en matières grasses :**

L'apport de matières grasses dans la ration alimentaire de la vache laitière engendre une variation de la production et de la composition du lait. Selon **Jarrige (1988)**, l'addition de Suif de graines oléagineuses à raison de 2 à 5 % dans la ration totale, aux rations pauvres en MG (2 à 3%), tels que l'ensilage de l'herbe ou le foin, peut améliorer le TB de 1 à 2 g par kg de lait.

La supplémentation des rations en lipides entraîne toujours une diminution du taux protéique. Les matières grasses pauvres en gras polyinsaturé (AGPI) entraînent l'augmentation la plus élevée du taux butyreux (**Araba, 2006**).

En addition **Doreau et Chilliard (1991)** ont démontré que cette diminution du taux protéique se passe même lorsqu'ils sont protégés ; celle-ci est cependant moins marquée en début qu'en milieu de la lactation. Avec différents types de lipides protégés, le taux protéique diminue en moyenne de 1,3 g/kg pour un taux d'incorporation moyen de 740 g/j (**Chilliard et al., 1993**).

L'addition de lipides dans la ration se traduit presque toujours par une diminution de la teneur en acides gras à chaîne courte et moyenne, et une augmentation de la teneur en acides gras à longue chaîne dans le lait (**Doreau et Chilliard, 1991**), ceci est dû :

- A la fréquente augmentation relative à l'acide propionique dans le mélange des acides gras volatils produits dans le rumen, aux dépens des acides acétique et/ou butyrique qui sont des précurseurs des matières grasses du lait (**Baichard, 1986**).
- A l'inhibition de la synthèse des acides gras courts et surtout moyens dans la mamelle par les acides gras longs (**Chilliard et al., 1981**).

**Chilliard et al. (1993)** notent que l'addition de graisses encapsulées ou de savons de calcium réduisent le taux protéique de 1,8 et 1,2 g/kg, respectivement, alors que les huiles encapsulées ne le modifient pas. Selon **Chilliard et al. (2001)**, l'incorporation de graisses encapsulées ou de savons de calcium accroît la production laitière d'environ 1 kg/jour, alors que celles d'huiles encapsulées ne la modifie pas. L'apport de savons de calcium d'acides gras d'huile de palme dans l'alimentation peut conduire à l'amélioration de la persistance du pic de lactation et de la fertilité des Vaches Laitières de Hautes Productions (**Taylor, 1994**).

**Tableau 13 : Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache (effet exprimait par différence avec lot témoin). (Chilliard et al., 2001)**

Lipides alimentaires	Nombre de lot supplémenté	Quantité de lipides alimentaires	Production laitière kg/j	TP (g/kg)	TB (g/kg)
Matière grasse animale MGA	22	688	+0.5	-0.6**	-1.4
MGA encapsulées	26	941	+1*	+1.8**	+4**
Acide gras saturé	10	644	+1.7**	-0.6*	+0.5
Savons de Ca d'huile de plume	29	598	+0.9**	-1.2**	+0.4
Les huiles végétales	8	573	-0.6	-0.9	-2.8*
Graines oléagineuses	34	538	+0.3	-0.4**	-0.9*
Huiles végétales encapsulées	26	693	0	-0.8	+6.4**
Huiles marines	27	305	+0.2	-1.2**	-9.6**

\* ou \*\* écart significativement différent ( $p < 0.05$  ou  $p < 0.01$ )

Le taux butyreux du lait semble diminuer quand la ration est pauvre (moins de 3%) ou riche (plus de 6%) en matières grasses. Cette diminution dépend du type du régime utilisée et de la nature des sources de lipides (**Stoll, 2003**).

La teneur en matière grasse du lait est aussi influencée par le nombre d'apport des aliments pendant la journée. Dans le cas où la proportion de concentrés est de 40 % et plus de la matière sèche ingérée une fréquence trop faible d'alimentation peut résulter en une baisse de la matière grasse du lait. Ce phénomène est dû à une trop grande variation de l'énergie disponible dans le rumen (**Hoden et Coulon, 1991**).

#### **III.1.4. Effet de la sous-alimentation :**

Un essai réalisé par **Coulon et al. (1994)** sur deux lots de vaches afin de montré l'effet de la sous-alimentation énergétique a montré que le lot dont la ration est réduite de 3Kg de concentré a engendré une diminution significative du taux protéique du lait (de 0,8 à 1,9 g/kg) alors que le taux butyreux n'a pas été affecté. Les sous-alimentations énergétiques même de courtes durées, en début de la lactation provoquent une diminution de la production laitière et une augmentation du taux butyreux (**Meyer et Denis, 1999**).

Il y a une augmentation de la proportion d'acides gras à longues chaînes aux dépend des acides gras à courtes chaînes. Ceci est dû selon **Hoden (1987)** à une mobilisation des réserves corporelles lipidiques.

Les résultats montrent qu'une sous-alimentation azotée sévère entraîne une diminution sensible de la production laitière, malgré la capacité importante des vaches à économiser leur azote. Compte tenu d'autres résultats, il apparaît intéressant de bien alimenter en azote les vaches fortes productrices au début de la lactation (**Rémond et Journet, 1987**)

**Tableau 14 : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique de la ration sur la composition du lait (Mathieu, 1985)**

	<b>Decaen – Adda (1970)</b>		<b>Kellog – Miller (1977)</b>	
	0	4 <sup>ème</sup>	0	4 <sup>ème</sup>
Durée (jours)	0	4 <sup>ème</sup>	0	4 <sup>ème</sup>
Apports énergétiques en % des besoins de production)	100	50	100	30
Lait (kg)	17	13.5	23	15.1
TB (%)	3.85	4.73	3.89	6.32
MG (g)	650	640	890	950

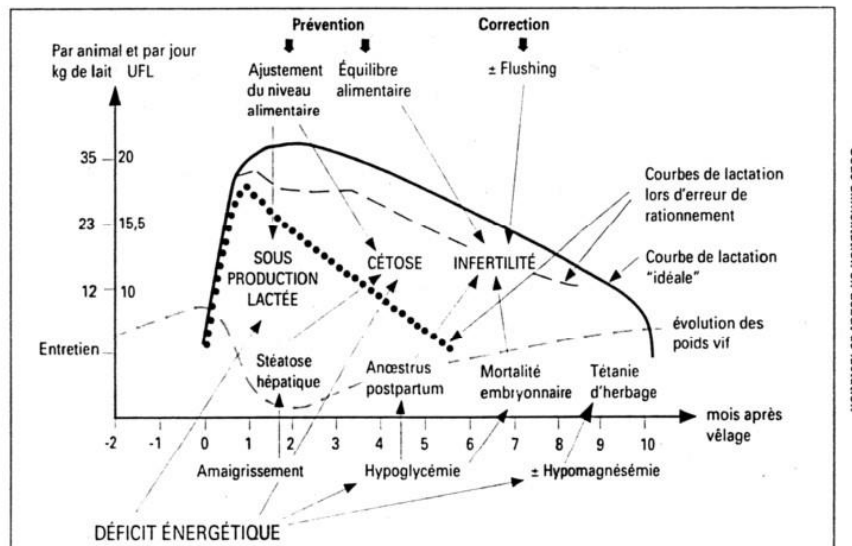


La sous-alimentation en début de lactation provoque une forte diminution de la production laitière, comme le montre le tableau 19, Cet impact serait deux fois et demi plus important chez les primipares que chez les multipares (**Broster, 1974**).

**Tableau 15 : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière (Broster, 1974).**

Durée de la sous-alimentation en début de lactation	Diminution de la quantité de lait (kg)	
	Au début de lactation	Lactation totale
12 semaines	136	590
8 semaines	45	181
9 semaines	180	862

Cette sous-alimentation en début de lactation, occasionne un déficit énergétique, qui fait changer l'allure de la courbe de lactation, le pic de lactation serait hâtif mais plus bas de 1 à 3 kg/jour suivi d'une décroissance plus rapide que la normale. Ce déficit provoquerait en plus divers problèmes pathologiques comme les cétooses, les mortalités embryonnaires (**Wolter, 1994**).



**Figure 15 : Effet du déficit énergétique en début de lactation sur la production laitière (Wolter, 1994).**

## **III.2. Effet de la composition de la ration :**

### **III.2.1. Effets du fourrage :**

Les fourrages, principale source de fibres pour les ruminants, sont importants pour le maintien d'un taux butyreux élevé du lait. Ils contribuent à l'augmentation des acides gras dans le lait, en raison de l'action des micro-organismes du rumen qui fermentent la cellulose et l'hémicellulose alimentaires en acétate et butyrate, précurseurs de la synthèse des matières grasses du lait (**Sutton, 1989**).

Un taux de matière grasse en moyenne bas, du troupeau, est souvent dû à un manque de fibre et de structure de la ration. Souvent, un apport de 2 à 4 Kg/ vache/ jour de foin suffit à faire monter le taux de matière grasse (**Stoll, 2002**).

Des rations constituées presque exclusivement d'herbage sont souvent à l'origine de taux protéique bas parce qu'elles présentent simultanément un déficit en énergie fermentescible (amidon) et un excès de matière azotée fermentescibles (azote non protéique) (**Stoll, 2002**). Il est important d'incorporer du fourrage dans la ration à raison d'au moins 40% de la matière sèche totale et d'assurer l'équilibre de la ration des vaches laitières en fibres en prévoyant 35 à 40% de glucides non fibreux (amidon, sucre simples) et 28% de fibres (**Araba, 2006**).

L'introduction de luzerne déshydratée dans la ration de la vache laitière stimule l'ingestion et augmente le taux protéique du lait (**Hoden et Coulon, 1991**).

### **III.2.2. Effets de la proportion de concentré dans la ration :**

L'apport de concentré dans la ration des vaches laitières au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait. L'apport massif de concentré constitue un facteur stabilisant du taux protéique (**Srairi, 2004 ; Srairi et Kiade., 2005**).

La nature du concentré n'affecte que modérément la production et la composition du lait du moins tant que les quantités distribuées sont peu élevées. Si l'apport de concentré induit le plus souvent à une diminution du taux butyreux qui sera d'autant plus importante que la quantité de concentré distribuée sera élevée et que ce concentré sera riche en amidon.

La consommation de quantités élevée d'amidon, induit des fermentations ruminales donnant lieu à des quantités importantes de propionate, ce qui se répercute positivement sur le taux protéique, et non sur le taux butyreux. Cet effet négatif sur le taux butyreux dépend du type d'amidon. L'orge et l'avoine dont l'amidon est rapidement dégradé par la microflore ruminale influence plus le taux butyreux que le maïs dont la dégradation est plus lente (Coulon et al., 1989 ; Delaby et al., 2003).

La quantité ainsi que le type de glucides ingérés par l'animal influencent la teneur en matière grasse et protéique du lait. A forts taux de concentré (+ de 50%), ce sont les céréales qui entraînent des chutes plus importantes du taux butyreux (Araba, 2006).

L'augmentation de la proportion du concentré qui diminue le taux butyreux arrive à partir de 40 pourcent (figure 16).

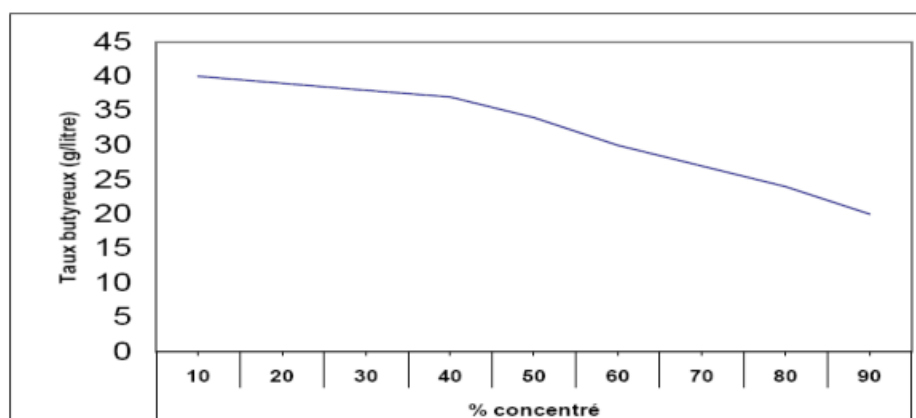


Figure 16 : Proportion de concentrés dans la ration et le taux butyreux (Labarre, 1994).

### III.2.3. Effet de la nature de la ration de base :

La production et la composition du lait varient avec la nature des rations de base (fourrage conservé et fourrage vert). Par exemple, les vaches nourries à base de foin produisent moins de lait que celle recevant de l'ensilage d'herbe (19,5 kg/j contre 20,2 kg/j), mais leurs laits sont plus riches en matières grasses et en protéines (31,2 g/kg contre 32,2 g/kg) (Coulon et al., 1997).

Dans un essai de comparaison entre l'effet de la nature des fourrages sur la composition du lait, **Bonyi et al. (2005)**, rapportent que l'utilisation majoritaire des fourrages tempérés dans l'alimentation des vaches s'est traduit par des taux butyreux plus élevés que pour les laits des vaches qui sont alimentées le plus souvent avec des fourrages tropicaux.

L'herbe jeune de printemps, qui est riche en sucres solubles, peut occasionner des diminutions de TB par accroissement du taux sanguin de propionate (**Volter, 1994**).

**Rémond (1978)** note qu'au même niveau d'apport énergétique, les rations à base de foins conduisent à des productions laitières inférieures, mais à des taux protéiques légèrement supérieurs à ceux des rations à base d'ensilage d'herbe. Les vaches recevant du ray-grass maintiennent mieux leurs productions de lait que celles consommant de la luzerne et surtout du dactyle (**Decaen et al., 1970**).

#### **III.2.4. Effet de la nature et de la quantité du concentré distribué :**

Il est important de noter que la liaison entre les apports énergétiques et la composition du lait en matières utiles, peut être très variable selon la nature et la modalité des apports du concentré (**Hoden et Coulon, 1991**).

Selon **Colin et al. (1993)**, l'apport supplémentaire de 2,5 kg d'aliment concentré a augmenté la production laitière de façon non significative (+ 0,4 kg/VL/j), le taux protéique (+ 0,6 g/L,  $P < 0,01$ ) et le taux butyreux ont diminués significativement (-0,8 g/L).

Ce n'est qu'avec des proportions plus importantes d'aliments concentrés (40 à 65 %) que le taux butyreux peut diminuer d'une façon importante (3 à 10g/kg), en fonction du type d'aliment complémentaire et/ou la nature du fourrage utilisé. La diminution sera plus sensible avec des céréales qu'avec des co-produits celluloseux (sons, pulpes de betteraves). (**Coulon et al. 1989**),

Dans un essai d'alimentation réalisé par **Rémond et Journet (1971)**, sur des vaches qui recevaient un aliment concentré (80%) et du fourrage à volonté, le taux butyreux été faible (en moyenne 27 g/L) et la quantité de lait produite a diminué d'une façon anormalement rapide, des résultats similaires ont été trouvés par **Flatt (1969)** concernant le taux butyreux (tableau 17).

**Tableau 16 : Influence de la proportion d'aliments concentrés associés à deux types d'aliments sur la production et la composition du lait (Mathieu, 1985).**

Auteurs	Ration		Lait		
	Composition	Concentré dans la ration (%)	Production (kg/j)	Taux de MG (g/kg)	Taux de MA (g/kg)
<b>Vérité (1972)</b>	Ensilage de maïs + concentré	0	12.3	36	28.6
		18	20.8	40.1	33.6
		29	22.7	37.4	34.3
<b>Nelson (1968)</b>	Foin de luzerne + concentré broyé et aggloméré	25	15.9	28.5	30.2
		50	18.5	26.1	33.1
		75	19.7	22.8	33.9
		100	19.1	19.8	34.2

**Tableau 17 : Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production laitière et le taux butyreux (Flatt, 1969).**

Aliment concentré dans la ration (%)	40	60	80
Acide gras volatile dans la ration (%)			
Acide acétique	65.8	59.8	53.6
Acide propionique	20.4	25.9	30.6
Acide butyrique	10.5	10.2	10.7
Production laitière (kg/j)	20.4	20.9	18.1
Taux butyreux (g/j)	35	30	27

Une expérience plus récente est réalisée par **Agabriel et al. (1997)**, ils ont testé l'effet de trois types de concentrés (GW: concentré du blé broyé distribué en deux repas par jour, 1 h avant la distribution de l'ensilage, RW : concentré du blé aplati, distribué en trois repas par jour, 2 h après la distribution d'ensilage et PHM : concentré d'un mélange de pulpes de betteraves (40 %), de coques de soja (40 %) et de maïs (20 %) distribué dans les mêmes conditions que le traitement RW). Le résultat de cet essai montre que les animaux du traitement PHM ont produit 2 kg/j de lait de plus que ceux des autres traitements ( $p < 0,01$ ), le lait est plus riche en matières grasses (+ 2 g/kg,  $p < 0,01$ ) et moins riche en protéines (- 1,7 g/kg,  $p < 0,01$ ). Ces résultats sont à mettre en relation avec le taux du pH et une proportion d'acide acétique dans le jus du rumen supérieure avec le traitement PHM.

Avec des niveaux d'apport de concentré inférieur à 5 kg par vache par jour, les effets de la nature du concentré sur les performances sont modérés et variables. Lors d'une comparaison entre des concentrés (3,5 kg MS) à base de blé (75 % amidon rapidement fermentescible) ou de pulpes et son de blé (80 % parois végétales rapidement fermentescibles), **Delaby et Peyraud (1994)** n'ont mis en évidence que des effets ténus sur la production de lait et le taux protéique (- 0,5 kg et +0,6 g/kg respectivement avec le blé) sans modification du taux butyreux. Par rapport à un concentré à base de pulpes et son, l'utilisation de coques de soja (87 % parois végétales lentement fermentescibles) accroît le taux butyreux de 1,0 g/kg, mais sans modifier la production du lait et le taux protéique.

### **III.2.5. Effet du rapport fourrages/concentrés :**

Le rapport fourrage concentré (F/C) a un effet considérable sur la composition du lait, l'amplitude de variation du TB sous l'influence du rapport (F/C) peut atteindre 20g/kg soit 3 à 4 fois plus que le TP qui varie généralement en sens inverse. En effet, jusqu'à 40 % d'aliments concentrés le TB varie peu, si les fourrages ne sont pas broyés trop finement. Entre 40 et 65%, le TB diminue mais avec une amplitude très variable selon l'essai ; mais au-delà de 65 %, il peut atteindre des valeurs très faibles inférieures à 20g/kg. Ce phénomène peut être attribué à la dilution de la matière grasse du lait occasionné par une hausse de la production laitière permise par les hauts niveaux d'apports énergétiques (**Hoden, 1987**).

Selon **Coulon et Rémond (1991)**, cette baisse du TB est due à la diminution progressive de l'efficacité des apports, ayant pour cause un accroissement de plus en plus faible de la quantité d'énergie réellement mise à la disposition des animaux, au fur et à mesure que l'apport du concentré s'accroît. En effet, une part très importante de l'énergie est déposée dans l'organisme de l'animal sous forme de lipides (engraissement), ce qui conduit à la diminution de la disponibilité mammaire en acides gras non estérifiés, source des acides gras long du lait.

**Wolter (1994)**, note que pour que la teneur en TB se maintienne à une valeur normale, la part de fourrage (foin, paille, ensilage...) dans la ration totale doit être supérieure à 40% et le taux de cellulose brut de la ration doit être supérieur à 17%.

### **III.3. Facteurs Influençant la reproduction :**

La reproduction des animaux, est tributaire de beaucoup de facteurs, ces derniers peuvent être d'ordre alimentaire, donc non liés directement à l'animal, comme ils peuvent agir de manière directe sur les performances reproductrices des animaux, ces derniers sont

étroitement liés à l'animal ; nous aborderons dans ce chapitre un certain nombre de ces facteurs. Selon **Macheboeuf et al. (1993)**, divers facteurs influencent les rendements zootechniques des vaches laitières, de plus, selon de nombreux auteurs, notamment (**Coulon et al., 1989 ; Faverdin et al., 1992 ; Keady et al., 2001**), l'alimentation reste le facteur qui influence le plus ces performances en particulier la fertilité de la vache, sa production de lait, la qualité chimique, ainsi que le statut sanitaire de la vache et du veau qu'elle produit.

### **III.3.1. L'alimentation de la vache laitière :**

La gestion de la reproduction des vaches laitières reste un des plus importants facteurs impliqués dans la maîtrise de l'élevage, plusieurs facteurs ont une incidence sur les performances zootechniques des vaches laitières (**Macheboeuf et al., 1993**).

De plus divers auteurs consultés dans la bibliographie admettent que l'alimentation est le facteur qui a le plus d'incidence sur ces performances, parmi eux on peut citer la fertilité de la vache, les performances laitières, la qualité du lait, et enfin la santé de la mère et de son produit (**Coulon et al., 1989 ; Faverdin et al., 1992 ; Keady et al., 2001**).

Par ailleurs, les performances de la reproduction sont intimement liées pour une grande partie à l'alimentation, d'où l'intérêt d'assurer un bon contrôle de la ration distribuée. L'expression du rut (l'ovulation), la réussite de la saillie ou de l'insémination artificielle (la fécondation), ainsi que la parturition peuvent être hypothéqués par des problèmes alimentaires (**Roche, 2006**).

En effet, de nombreuses complications lors des mises bas sont associées, en partie, avec des déséquilibres alimentaires, notamment, le syndrome de la vache grasse, la fièvre vitulaire, le déplacement de la caillette et l'acétonémie, de plus Il faut noter que les vaches qui développent une fièvre vitulaire ou encore le syndrome de la vache grasse présentent, un facteur risque beaucoup plus probant d'avoir une rétention placentaire, une métrite et une réduction de fertilité (**Wattiaux, 1996**).

**Benlekhal et al. (2000)**, ajoutent aussi, en conditions marocaines, que pour les génisses, des erreurs dans la pratique des rationnements se traduisent par une mise à la reproduction tardive, de plus, cet état de fait s'oppose à l'extériorisation du potentiel génétique de production de lait. En effet, il est connu que les insuffisances alimentaires ne permettent pas d'équilibrer l'offre en fonction des besoins spécifiques de chaque phase de la courbe de lactation.

Selon **Enjalbert (1998)**, l'alimentation est responsable de 45 à 60% des causes d'infertilité bovines, l'alimentation est parmi les causes d'infécondité des cheptels bovins laitiers, soit en situation de sous-alimentation et suralimentation. L'alimentation est la cause d'un pourcentage non négligeable d'infécondité, de plus les infertilités d'origine nutritionnelle ont une incidence habituellement sur le cycle productif et c'est aux premiers stades de développement, il est à signaler une période critique comprise entre une semaine avant insémination à 15 jours après, à ce stade toute perturbation alimentaire est synonyme de conséquences néfastes se traduisant par des perturbations de l'embryon et sa nidation (**Lavergne, 1991**).

Selon **Loisel (1976)**, l'influence de l'alimentation est fonction du stade, il est possible de situer les besoins en fonction de l'état physiologique de l'animal, entretien, exercice physique, croissance, gestation, production de lait de viande ou encore de réserves lipidiques (**Cauty et Perreau, 2003**).

Les besoins d'entretien, dont la couverture est obligatoire, permettent la survie et le maintien du poids de l'animal dans des conditions de vie normales, et qui se soldent par la prise alimentaire, la station debout, l'exercice, la réponse aux variations du milieu non exagérées. Au contraire, les besoins de production, les autres besoins qui n'interviennent que par une faible participation dans la survie de l'animal, mais néanmoins nécessaires pour l'obtention de produits économiquement rentables, on peut toutefois citer la croissance, la production de viande, la masse corporelle d'un reproducteur, la gestation et enfin la lactation. Le ratio besoins totaux/besoins d'entretien définit le niveau de production, il est spécialement élevé chez une vache laitière, il est de l'ordre de 4 à 5 à la parturition. En effet, une vache pesant 650kg en début de lactation et produit 50kg de lait quotidiennement, représentant 7,69% de son poids vif, au contraire, une vache allaitante de 700kg en début de lactation produisant 10kg environ soit l'équivalent seulement de 1,43% de son poids vif. La vache laitière est donc un animal exigeant, de ce fait son alimentation doit être particulièrement étudiée (**Cauty et Perreau, 2003**).



### **III.3.1.1. L'énergie :**

Elle est assurée par l'intermédiaire des éléments d'origine glucidique (les sucres) et lipidiques (les graisses). Les principales sources d'énergies utilisables sont donc les glucides plus ou moins simples : glucose et éléments solubles contenus dans les cellules des végétaux vivants : fourrages verts (et dans une moindre proportion, fourrages conservés), betteraves, pulpes de fruits, mélasse....ou les glucides plus complexes : amidon des céréales, hémi-celluloses, pectines des parois végétales, ainsi que la cellulose contenue en fortes proportions dans les fourrages grossiers, que les Ruminants sont capables de digérer grâce à la flore microbienne hébergée dans leur rumen (ou panse). (**Vermorel, 1978 ; Coulon et al., 1987 ; Cauty et Perreau, 2003**).

### **III.3.1.2. Les fibres végétales :**

Les fibres végétales sont souvent sous forme de polymères glucidiques, particulièrement longs, comme la cellulose, les pectines et les hémicelluloses utilisables par l'animal. La présence de fibres longues est essentielle pour les ruminants, car elles interviennent dans la stimulation mécanique du rumen, contribuant au réflexe : rumination/éructation. Selon **Cauty et Perreau (2003)**, pour une bonne prévention contre les troubles digestifs et métaboliques, il est conseillé au moins 35% des apports en fourrages grossiers lorsque la ration est à base de foin ou d'ensilage d'herbe, contre 55% quand celle-ci est composée d'ensilage de maïs.

### **III.3.1.3. Les matières azotées :**

Les ruminants, contrairement aux autres mammifères, sont tout à fait capables d'utiliser l'azote sous diverses formes, toutefois la plus classique est la forme protidique. La singularité de la vache réside dans le fait qu'une partie des acides aminés absorbés dans l'intestin grêle provient des protéines ingérées et une autre partie des protéines microbiennes fabriquées dans le rumen, et c'est à partir d'azote non protéique présent à l'origine dans la ration ou bien issu de la dégradation des protéines alimentaires. L'appréciation des besoins protéiques se fait en protéines digestibles dans l'intestin (PDI), ces protéines se composent de deux fractions, la première, qui n'a pas subi les attaques microbiennes se sont les protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA), cette fraction est encore appelée « by pass proteins », la seconde fraction azotée, recombinaison dans le rumen sous forme de protéines microbiennes est dénommée protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne (PDIM) (**Cauty et Perreau, 2003**). Il est à signaler que le système PDI détermine, la valeur azotée des aliments du

point de sa qualité en acides aminés absorbés dans l'intestin grêle, soit provenant des protéines d'origine alimentaire non dégradées dans le rumen ou bien par les protéines microbiennes.

#### **III.3.1.4. Les minéraux et les oligo-éléments :**

Sont considérés comme éléments majeurs, le calcium, le phosphore, le sodium, le magnésium, le soufre, le chlore et enfin le potassium. Les besoins de ces éléments avoisinent quelques dizaines de grammes quotidiennement, les éléments présents sous forme de trace sont dénommés les oligo-éléments, dont leur déficit peut être à l'origine de plusieurs pathologies. En effet, les minéraux majeurs, notamment le phosphore et le calcium assurent un rôle non des moindres dans la constitution du squelette, ils en sont les principaux constituants. Par ailleurs, le magnésium et le calcium sont impliqués dans la transmission du message nerveux, et leur carence est responsable de de paralysies qui peuvent être mortelles, comme la tétanie d'herbage ou encore la fièvre vitulaire. Il est donc nécessaire de procéder à une supplémentation, celle-ci peut être apportée sous forme de pierres à lécher (pour le chlore et le sodium), et sous forme d'aliment minéral additionné à l'alimentation des animaux pour les autres éléments. Il est à constater que les excès de ces éléments minéraux peuvent entraîner des actions négatives au même titre que les carences (**Bouchet et Gueguen, 1983 ; Cauty et Perreau, 2003**)

#### **III.3.1.5. L'eau :**

Principal constituant de l'organisme, l'eau doit être potable et indemne de contaminants qui peuvent être à l'origine de problèmes sanitaires tels que les colibacilles, les streptocoques ou encore les salmonelles, de ce fait il est conseillé de procéder à des analyses régulières. En effet, un ajustement de la complémentation des vaches, notamment en fonction de la teneur en calcium de l'eau de boisson peut permettre de réaliser des économies non négligeables ... Il est généralement admis que les besoins en eau de boisson sont d'autant plus élevés que l'alimentation distribuée se compose de fourrage sec et que la production de lait est importante. On estime qu'une vache doit prendre quatre litres d'eau par kilogramme de matière sèche ingérée et un litre par kilogramme de lait produit. La production laitière d'un troupeau peut diminuer de 10% ou plus si les animaux n'accèdent qu'une seule fois par jour aux abreuvoirs. (**Cauty et Perreau, 2003**).

### **III.3.1.6. Les concentrés :**

Les céréales et les tourteaux sont riches en phosphore (3 à 6 g/kg MS) ils sont également pourvus en magnésium et pauvres en sodium (moins de 0.5g/kg de MS), leur teneur est insuffisante en calcium, surtout pour les céréales (moins de 0.5 g/kg de MS), (INRA, 1978).

### **III.3.1.7. Les fourrage :**

La composition phosphocalcique des fourrages n'est jamais satisfaisante. Ils sont pourvus en phosphore (1.5 à 3g/kg de MS) mais plus ou moins en calcium. Les teneurs en sodium sont très variables et peuvent être faibles (moins de 0.5g/kg de MS) alors qu'elles sont élevées en potassium (plus de 15 g/kg de MS) Il est à signaler que les légumineuses et les crucifères sont 4 à 5 fois riches en calcium que les graminées (plus de 10 g de Ca/kg de MS), toutefois le maïs est particulièrement pauvre en calcium (3.5 g/kg de MS) et en phosphore (2.5 g/kg de MS), (INRA,1978).

### **III.4. Alimentation et développement des génisses :**

Les résultats optimaux en matière de reproduction et de productivité totale de la vache dépendent essentiellement de l'alimentation que cette dernière reçoit lors de sa croissance, lors de la formation de son ossature et le développement de sa fonction reproductrice. Une puberté à l'âge de 14 ou 15 mois, suppose que les génisses soient suffisamment développées, mais pas grasses, à cet effet trois facteurs conditionnent la puberté chez la génisse de remplacement il s'agit du poids, de l'âge et de la race. Il est généralement admis qu'une mauvaise conduite d'élevage, qu'il s'agisse d'une sous-alimentation ou au contraire d'une suralimentation pendant les phases critiques, hypothéquera la productivité de la vache tout au long de sa vie, en effet une consommation d'énergie supérieure aux besoins d'entretien et de croissance des muscles risquerait de diminuer l'aptitude à la lactation. Lorsqu'on choisit des génisses de remplacement et qu'on les alimente en vue de la production de lait, il est fort recommandé de viser le niveau optimal et non le niveau maximal de développement pour ne pas compromettre leur production future (Wolter, 1994 ; Wattiaux, 2005).

**Tableau 18 : Rations quotidiennes possibles pour une génisse en croissance (taille moyenne)  
(Wolter, 1994).**

3.85kg de foin de légumineuses de bonne qualité (18 % PB)
1.81kg de maïs grain ou 2.04kg de céréales mélangées
4.08kg de foin mélangé de qualité moyenne (12,2 % PB)
2.04kg de maïs grain
3.85kg de foin de graminées (9,7 % PB)
0.22kg de supplément à 40 % de protéine
8.61kg d'ensilage de maïs (8 % de PB)
1.81kg de maïs grain ou 2.04kg de céréales mélangées
0.45kg de supplément à 40 % de protéine
8.16kg d'ensilage mi-fané (15,8 % PB)
1.81kg de maïs grain ou 2.04kg de céréales mélangées

### **III.5. Relation entre l'alimentation et la fertilité :**

Les performances de reproduction des vaches restent l'un des soucis majeurs de tout éleveur, à cette préoccupation, on peut ajouter également l'encadrement technique. Parmi les étiologies de l'infertilité, l'alimentation occupe une place prépondérante. En effet, quand plus de 15% des vaches d'un cheptel laitier sont en anoestrus 40 à 50 jours après la mise bas, il faut incriminer une origine alimentaire (**Enjalbert, 1994**).

Par ailleurs, **Ferguson (1994)**, admet qu'une alimentation insuffisante ou mal équilibrée est en élevage bovin laitier, une cause de divers troubles de la reproduction, de plus elle reste la cause dominante des anoestrus anormalement prolongés après la parturition. Dans les élevages bovins à viande et laitiers situés dans les zones tempérées, les interactions nutrition et reproduction s'observent principalement dans les jours qui viennent après le part en raison de l'existence d'un anœstrus post-partum correspondant à un repos physiologique. De plus, l'augmentation des intervalles entre mise bas, la reprise de la cyclicité en parallèle avec une réduction de l'état de chair a été observée dans des troupeaux (**Lucy, 2001**). Le tableau 20 met en relief les principales relations entre l'alimentation et la reproduction.

**Tableau 19 : Relations entre l'alimentation et la reproduction (Enjalbert, 1994)**

TROUBLES	ÉLÉMENT INVOQUÉ
Anoestrus et baisse d'activité ovarienne	Déficit énergétique Déficit en phosphore
Défaut de fécondation Mortalité embryonnaire	Fortes carences en énergie et azote Excès d'azote (surtout dégradable) Déficit en phosphore et oligo-éléments
Avortements Mortinatalité	Carences en iode et vitamine A Excès d'azote
Rétentions placentaires Métrites Retard d'involution utérine	Carences en vitamine E et sélénium Déficits en calcium et magnésium Excès d'azote

On constate, que la quasi-totalité des déséquilibres alimentaires sont signalés dans l'apparition des troubles de la reproduction, parmi ces anomalies de la ration, le rôle de l'alimentation énergétique est prédominant dans le risque d'infertilité bovine, par ailleurs, les excès azotés et les mauvaises conduites de l'alimentation minérale sont eux aussi fréquemment cités.

## Conclusion

La période péripartum est une période sensible au cours de laquelle de nombreuses modifications ont lieu au sein de l'organisme. Ces modifications ont des conséquences notables sur les performances des animaux en termes de production et de reproduction.

L'obtention de bonnes performances de reproduction et de production laitière en élevage bovin ne peut se faire sans la maîtrise de l'alimentation. Les anomalies liées à l'équilibre de la ration, à sa quantité ou à ses modalités de distribution doivent être évitées tout particulièrement en fin de gestation et en début de lactation (la période péripartum). Si cette maîtrise est assez facile en ce qui concerne les minéraux et vitamines, elle peut être plus délicate en matière de rationnement azoté et encore plus en matière de rationnement énergétique.

Ce travail permet d'établir l'effet de l'alimentation sur la production laitière et la reproduction, un troupeau laitier en condition de vie saine est la clé de la réussite zootechnique d'un troupeau laitier. Nous avons affirmé que l'alimentation améliore la production laitière. Elle peut également moduler la composition chimique du lait soit en matière protéique ou grasse.

L'alimentation est assurément un facteur majeur de réussite ou d'échec en reproduction.

Enfin, il nous revient de formuler quelques recommandations et perspectives pour contribuer à la réduction des problèmes de reproduction qui surviennent autour du vêlage afin d'améliorer la productivité des élevages de notre pays.

### I. Aux éleveurs :

- 1- Une attention particulière devrait être accordée aux vaches en fin de gestation et en début de lactation.
- 2- Le recours aux conseils du vétérinaire en termes d'alimentation, de santé et de reproduction est indispensable.

## II. à l'état :

- 1- Assurer la formation des éleveurs et des techniciens sur les différents points de la conduite d'élevage : reproduction, alimentation, santé .
- 2- Aider à la vulgarisation de l'utilisation des intrants : aliments concentrés, produits vétérinaires.

## III. Comme perspectives de recherche :

Il serait intéressant d'approfondir la recherche par l'étude des relations qui existent entre les concentrations sériques des métabolites protéo-énergétiques et les déterminants hormonaux de la gestation, de la mise-bas et de la lactation.

## Références Bibliographiques :

- Agabriel C., Coulon J.B., Marty G., Bonaiti B., 1993.** Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations a haut niveau de production. INRA Prod.Anim., 6(1), pp. 53-60.
- Agabriel C., Coulon J.B., Journal C., Bony J., Sibra C., Bonnefo J.C., 1997.** Effect of concentrate type and distribution method on milk fat content and milk production in dairy cows. Ann. Zootechni., 46, pp. 417-355.
- Alem S., 2018.** Effet du changement de la ration de base sur la production de lait chez les vaches laitière (Cas de la SPA AGRICOLE DOUMA), 61p.
- Allen M. S., Bradford B. J., Oba M., 2009.** The Hepatic Oxidation Theory of the Control of Feed Intake and Its Application to Ruminants. *Journal of Animal Science* 87 (10): 3317; 34.
- Annen E. L., Collier R.J., McGuire M. A., Vicini J. L., 2004.** Effects of dry period length on milk yield and mammary epithelial cells. *J Dairy Sci*, V.87, E suppl, pp. E66-76.  
[http://jds.fass.org/cgi/reprint/87/13\\_suppl/E66.pdf](http://jds.fass.org/cgi/reprint/87/13_suppl/E66.pdf)
- Araba A., 2006.** Conduite alimentaire de la vache laitière. Transfert de technologie en agriculture, Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat. N°136.
- Beauchemin K.A., 2007.** "Ruminal Acidosis in Dairy Cows: Balancing Physically Effective Fiber with Starch Availability", Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville, pp. 16-27.
- Beede D.K., Myers Z.H., 2000.** L'eau, un nutriment essentiel. 24e Symposium sur les bovins laitiers. Des fibres et d'eau fraîche, Québec, Canada, pp. 71-91.
- Bell A.W., 1995.** Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* V.73, pp. 2804-2819.  
<http://jds.fass.org/cgi/reprint/73/9/2804.pdf>
- Benlekhal A., Manar S., Ezzahiri A.Z., Bouhaddada M., 2000.** L'insémination artificielle une biotechnologie au service des éleveurs. *Terre et Vie* N°42 4p.
- Bocquier F., Caja G., 2001.** Production et composition du lait de brebis : effet de l'alimentation. INRA.Prod.Anim., 14, pp. 129-140.
- Boichard D., 1986.** Relation entre production et fertilité chez la vache laitière. *Revue: Elev.et Inse* (n°213), pp. 15-23.



**Bony J., Contamin V., Gousseff M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V., Coulon J.B., 2005.** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA Prod.Anim., 18(4), pp. 255-263. Courriel : [bony@cirad.fr](mailto:bony@cirad.fr)

**Bouaboud K., 2018.** Alimentation et abreuvement des vaches laitières – ITELV, pp. 11-14.

**Bouchet J.P., Gueguen L., 1983.** Particularité de la nutrition minérale. In : particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. Bull.tech.C.R.V.Z, INRA, 53, pp. 80-91

**Boval M., Edouard N., Naves M. et Sauvart D., 2015.** Performances de croissance et efficacité alimentaire des bovins au pâturage en condition tropicale : étude par méta-analyse." INRA Prod. Anim., 28 (4), pp. 315-328.

**Broster W.H., 1974.** Reponse of The dairy cow to level of feeding. Rev.Nat.Inst. Res Dairy, pp. 14-34.

**Cauty I., Perreau J.M., 2003.** La conduite du troupeau laitier, Edition France Agricole, 285p.

**Chesworth J., 1992.** Ruminant nutrition, Ed. CTA and macmillan, London and Basin gstoke.

**Chilliard Y., Doreau M., Gagliostro G., Elmeddah Y., 1993.** Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. INRA.Prod.Anim., 6(2), pp. 139-150.

**Chilliard Y., Doreau M., Ferlay A., 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. INRA.Prod.Anim, 14, pp. 323-335.

Mail to: [chilliar@clermont.inra.fr](mailto:chilliar@clermont.inra.fr)

**Christophe M., 2018.** Évaluation d'une grille notant les pratiques au tarissement et de leur impact sur l'incidence des maladies métaboliques du post-partum à l'aide d'une enquête en élevage, Université CLAUDE-BERNARD - LYON I, 150p.

**Coilliot J.E., 1989.** Possibilités d'enrichissement des aliments en protéines. Bull. Tech. GIV.89.3-TE-081.

**Colin O., Laurent F., Vignon B., 1993.** Alimentation et maîtrise de la qualité protéique et technologique des laits en élevage. Ann.Zootech., 42, pp. 371-378.

**Coppock C. E., Everett R. W., Natzke R. P., Ainslie H. R., 1974.** Effect of Dry Period Length on Holstein Milk Production and Selected Disorders at Parturition. Journal of Dairy Science 57 (6), pp. 712-18.

**Coulon J. B., Journet M., Vermorel M., 1987.** Révision du système des unités fourragères .Bull.Tech.C.R.Z.V.Theix. INRA, pp. 8-17.

- Coulon J.B., Faverdin P., Laurent F., Cotto G., 1989.** Influence de la nature de l'alimentation concentrée sur les performances des vaches laitières. INRA.Prod.Anim. 2(1), pp. 47-53.
- Coulon J.B., Hoden R., 1991.** Maitrise de la composition chimique du lait, influence des facteurs nutritionnels sur la qualité et les taux de matière grasse et protéique. INRA Prod.Anim., 45(5), pp. 361-367.
- Coulon J.B., Remond B., 1991.** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs .INRA Prod.Anim, 4(1), pp. 49-56.
- Coulon J., Agabriel C., Brunswilg G., Muller C., and Bonaiti B., 1994.** Effects of feeding practices on milk fat concentration for dairy cows, Journal Dairy Sci V.77, pp. 2614-2620.  
<http://jds.fass.org/cgi/reprint/77/9/2614.pdf>
- Coulon J.B., D'Hour P., Albar E., Jaworek M., 1994.** Effet au niveau des apports énergétiques sur les performances des vaches laitières de races Holstein ou Tarentaise. Ann.Zootechni., 43, pp. 344-368.
- Coulon J.B., Pradel P., Verdier I., 1997.** Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. Ann.Zootechni.(46), pp. 21-26.
- Coulon J., Hurtaud C., Romond R. et Verite R., 1998.** Facteur de variation de la proportion de caséine dans les protéines du lait de la vache. INRA Prod. Animal., 1,299-310.
- Croisier M., Croisier Y., 2012.** Alimentation animale : Besoins, aliments et mécanismes de la digestion des animaux d'élevage. Educagri éditions, Eduter CNPR, 129p.
- Cuvelier C., Hornick J.L., Beckers Y., Froidement E., Knapp E., Istasse L., Dufresne I., 2014.** Livret de l'agriculture : L'alimentation de la vache laitière : Physiologie et Besoins. Université de Liège. Centre Wallon de recherches agronomiques ; 67p.
- Dacaen C., Ghadaki M. B., Lefaiivre R., Hoden A., Manis Y., Marquis B., 1970.** Variation de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait de vache a la mise a l'herbe et au cours des six premières semaines d'exploitation du fourrage vert. Ann Zootechni, 19(4), pp. 399-411.
- Delaby L., Peyraud J.L., 1994.** Influence de la nature du concentré énergétique sur les performances des vaches laitières au pâturage. INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière, 35590 St Gilles –France.
- Delaby L., Peyraud J.L., Delagarde R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod.Anim, 16(3), pp. 183-195. Courriel : [luc.delaby@rennes.inra.fr](mailto:luc.delaby@rennes.inra.fr)
- Delage J., Leroy A.M., Poly J., 1953.** Une étude sur les courbes de lactation. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 2 (3), pp. 225-267. <hal-00886594>).

**Derivaux J., Ectors F., 1989.** Reproduction chez les animaux domestiques (volume II) ISBN 2-87209-017-7. Edition et diffusion académique (Louvain-la-neuve).

**Deswysen A., Maene D., Straet L., Vanderheyden J.L., Dehareng D., 1997.** Le taux d'urée dans le lait, peut-il être utilisé comme un indicateur de l'équilibre de la ration ?, Les élevages belges, V.4, pp. 19-22.

**Dillon J. C., 1989.** Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaudes option Méditerranéennes. Série séminaires, n°6, pp. 163-168.

**Dilmi S., Arib N., (2006).** Bilan énergétique chez la vache en péripartum. Thèse (PFE). Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques, Université Saad Dahlab Blida, 57p.

**Doreau M., Chilliard Y., 1991.** Influence d'une supplémentation en lipides sur la qualité du lait. Journées sur la qualité des laits à la production et aptitude fromagère. Colloque INRA-ENSA Rennes, 23-24 Janvier.

**Drackley J.K., 1999.** Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. Journal Dairy Sci. V.82, pp. 2259-2273. <http://jds.fass.org/cgi/reprint/82/11/2259.pdf>

**Drackley J.K., and Dann H.M., 2005.** New Concepts in Nutritional Management of Dry Cows, Advances in Dairy Technology Vol. 17, pp. 11-23. <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2005/Manuscripts/Drackley.pdf>

**Drogoul C., Gadoud R., Joseph M. M., Jussiau R., Lisberney M. J., Mangeol B., Montméas L., Tarrit A., 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Educagri édition. T1 : 270p ; T2 :313p.

**Dubreuil, 2003.** L'abreuvement des animaux à l'étable, Ministère d'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation Québec. <http://www.agr.gouv.qc.ca>

**Enjalbert F., 1994.** Relation alimentation-reproduction chez la vache laitière. Rev.Vét.N°25, pp. 984-991.

**Enjalbert F., 1998.** Alimentation et reproduction de la vache laitière. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse. SNDF, pp.1-9.

**Enjalbert F., 2010.** L'alimentation de la vache tarie. Bulletin des GTV n° 53, pp. 29-34.

**Faverdin P., Hoden A., Coulon J.B., 1987.** Recommandations alimentaires pour les vaches laitières .Bull . Tech .CRZV theix, INRA 70, pp. 133 -152.

- Faverdin P., Hoden A., Coulon J.B., 1988.** Alimentation de la vache laitière .In: Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins (**R.Jarrige**), ED.INRAA. Paris, pp 135-158.
- Faverdin P., Dulphy J.P., Coulon J.B., Vérite R., Garel J.P., Marquis B., 1992.** Les phénomènes de substitution fourrages-concentrés chez les vaches laitières INRA.Prod.Anim.5, (2), pp. 127-135.
- Ferguson J.D., Galligan D.T., Thomsen N., 1994.** Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 77 (9), pp. 2695-2703.
- Flatt F., 1969.** In Mathiew, H., 1985. Facteur de variations de la composition du lait In : lait et produits laitier. Vaches, brebis, chèvres. Vol. 1. Ed : Lavoisier Paris.
- Fontain M., 1992.** Vade –Mecum du vétérinaire. Edition l'école nationale vétérinaire (Lyon), pp.918-920.
- French P.D., 2006.** Dry Matter Intake and Blood Parameters of Nonlactating Holstein and Jersey Cows in Late Gestation. *Journal of Dairy Science* 89 (3), pp. 1057; 61.
- Friggens N.C., Andersen J.B., Larsen T., Aaes O., Dewhurst R.J., 2004.** Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. *Animal Research*, V. 53, pp. 453-473.  
<http://www.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2004/06/z204001.pdf>
- Grimard B., 1995.** Influences of post-partum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows.*J. reprod fertile*.
- Grummer R.R., 1995.** Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* V.73. 2, pp. 820-2833.  
<http://jas.fass.org/cgi/reprint/73/9/2820.pdf>
- Grummer R.R., Mashek D.G., Hayirli A., 2004.** Dry Matter Intake and Energy Balance in the Transition Period. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* 20 (3): p447; 70.
- Grummer R.R., and Rastani R., 2004.** Dry Period: Length and Feeding Management, Tri-State Dairy Nutrition Conference, pp. 9-20. <http://tristatedairy.osu.edu/2004Proceedings.pdf>
- Grummer R.R., 2007.** Strategies to Improve Fertility of High Yielding Dairy Farms: Management of the DryPeriod. *Theriogenology* 68 Suppl 1, pp. 281-288.
- Grummer R.R., 2011.** Nutritional Implications of Altering the Dry Period Length ». Proceedings of the 22th, symposium of Florida Ruminant Nutrition.

- Gueguen L., Lamand M., Meschy F., 1988.** Alimentation des bovins ovins et caprins. Éditions Inra-Quæ, 465p.
- Gulay M.S., Hayen M.J., Bachman K.C., Belloso T., Liboni M., Head H.H., 2003.** Milk Production and Feed Intake of Holstein Cows given Short (30-D) or Normal (60-D) Dry Periods. *Journal of Dairy Science* 86 (6): 2030-38.
- Gümen A., Rastani R.R., Grummer R.R., Wiltbank M.C., 2005.** Reduced Dry Periods and Varying Prepartum Diets Alter Postpartum Ovulation and Reproductive Measures. *Journal of Dairy Science* 88 (7): 2401-11.
- Hauwuy A., Paradis J., Coulon J.B., 1992.** Complémentation énergétique de rations à base de foin pour les vaches laitières. *INRA Prod.Anim*, 5(5), pp. 339-346.
- Hayirli A., Grummer R.R., Nordheim E.V., Crump P.M., (2002):** Animal and Dietary Factors Affecting Feed Intake during the Prefresh Transition Period in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 85 (12); p 3430, 43.
- Hoden A., 1987.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. *Bull. Tech. CRZV.Theix.Ed.INRA*, (67), pp. 35-62.
- Hoden A., Coulon J.B., et Faverdin P., 1988.** Alimentation des vaches laitières. » In : Alimentation des bovins, ovins, caprins, pp. 135-158. Jarrige éd. INRA, Paris.
- Hoden A., Coulon J.B., 1991.** Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod.Anim*, 4(5), pp. 361-367.
- Hunter R.A., Siebert B.D., 1980.** The utilization of spear grass (*Heteropogon contortus*). IV. The nature and flow of digesta in cattle fed spear grass alone and with protein or nitrogen and sulfur. *Australian Journal of Agricultural Research* 31, pp. 1037-1047.
- INRA., ITEB., EDE., 1978.** Pratique de l'alimentation des bovins. Ed.ITEB, Diffusion technipel, pp. 160-165.
- INRA., 2010.** Alimentation des bovins, ovins et caprins Besoins des animaux – Valeurs des aliments, édition Quæ, 309p.
- Jarrige R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Édition INRA. Paris, 476 p.
- Jarrige R., Ruckbush Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet M., 1995.** Nutrition des ruminants domestiques : ingestion et digestion. Inra Editions.

**Jolicoeur M.S., Brito A.F., Santschi D.E., Pellerin D., Lefebvre D., Berthiaume R., Girard C.L., 2014.** Short Dry Period Management Improves Peripartum Ruminant Adaptation in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 97 (12): 7655-67.

**Journet M., Chilliard Y., 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait (taux butyreux, facteurs généraux). *Bull.teche.CRZV Theix INRA*, N°60, pp. 13-23.

**Kaidi R., 2004.** Anœstrus, cours reproduction 5<sup>ème</sup> année vétérinaire. Blida.

**Keady T. W. J., Mayne C.S., Fitzpatrick D.A., McCoy M.A., 2001.** Effect of concentrate feed level in late gestation on subsequent milk yield milk composition and fertility of dairy cows. *J.Dairy.Sci.*84, pp. 1468-1479.

**Kérouanton J., Brocard V., Leguenic M.L., Losq G., Durand G., 1995.** Conséquences sur les performances laitières, la santé et la qualité du lait d'un non tarissement ou d'un tarissement inférieur à 40 jours. Rapport d'étape EDE Bretagne, Institut de l'élevage.

**Kertz A.F., 1998.** Variability in Delivery of Nutrients to Lactating Dairy Cows, *J Dairy Sci* V.81; p3075.

**Kokkonen T., 2005.** Energy and protein nutrition of dairy cows during the dry period and early lactation: Production performance and adaptation from pregnancy to lactation." PhD thesis, Helsinki University, 2005, 66p.  
<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kotie/vk/kokkonen/energyan.pdf>

**Koster J.D., Geert O., 2013.** Insulin Resistance in Dairy Cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 29 (2), pp. 299; 322.

**Kuhn M.T., Hutchison J.L., and Norman H.D., 2005.** Minimum days dry to maximize milk yield in subsequent lactation. *Anim. Res.* V. 54, pp. 351-367.  
[http://aipl.arsusda.gov/publish/other/2005/animres\\_54\\_351.pdf](http://aipl.arsusda.gov/publish/other/2005/animres_54_351.pdf)

**Kuhn M.T., Hutchison J.L., and Norman H.D., 2006.** Effects of length of dry period on yields of milk fat and protein, fertility and milk somatic cell score in the subsequent lactation of dairy cows. *J. Dairy Res.* V.73 (2), pp. 154-162.

**Labarre J.F., 1994.** Nutrition et variation du taux de matière grasse du lait de vache. *Rev.Méd.Vet*, V.170, pp. 381-389.

**Lavergne J.M., 1991.** Contribution à l'étude de l'involution utérine chez la vache laitière. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Lyon.

- Loisel J., 1976.** Comment situer et gérer la fécondité du troupeau laitier. Proposition d'un bilan annuel de reproduction d'un troupeau. ITEB. Ed. (Paris) 65p.
- Lucy M.C., 2001.** Reproductive loss in high – producing dairy cattle: where will it end? *Journal Dairy Sci.*84, pp. 1277-1293.
- Macheboeuf D., Coulon J.B., D'hour P., 1993.** Aptitude à la coagulation du lait de vache. Influence de la race, des variants génétiques, de lactoprotéines du lait, de l'alimentation et du numéro de lactation. *INRA.Prod.Anim.*6, pp. 333-344.
- Maekawa M., Beauchemin K.A., Christensen D.A., 2002.** Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva secretion, and ruminal pH of lactating dairy cows. *Journal Dairy Sci.* V 85 : p1165.
- Mathieu H., 1985.** Facteur de variations de la composition du lait. In : lait et produits laitiers, vaches, brebis, chèvres. Vol 1, ED. Lavoisier Paris.
- McDowell L.R., 2002.** Recent Advances in Minerals and Vitamins on Nutrition of Lactating Cows, *Pakistan Journal of Nutrition* 1(1), pp. 8-19.
- Meissonnier E., 1996.** Conséquence de la production sur la reproduction. Association pour l'étude de la reproduction animale. Paris, 25 janvier, pp. 29-39.
- Metge J., Berthelot X., Carrotte G., Chagnoleau J., Dauenhauer A., Fabre J., Fraysse J., Lebret P., Legal C., Loison C., Moles N., Vignau-Loustau L., 1990.** La production laitière. Ed. Nathan. Paris, pp. 70-98.
- Meyer M., Dennis J., 1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition CIRAD, 64p.
- Mulligan F.J., O'Grady L., Rice D.A., Doherty M.L., 2006.** A Herd Health Approach to Dairy Cow Nutrition and production Diseases of the Transition Cow ». *Animal Reproduction Science* 96 (3-4): 331-53.
- Murphy M.R., 1992.** Nutritional factors affectery animal water and waste quality. *Journal Dairy Sci.* 75, pp. 326-333.
- National Research Council (U.S.), 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revue. Edition Washington, D.C: National Academy Press.
- Parassin P., 1996.** Répercussions d'une sous-alimentation énergétique des vaches laitières sur la reprise de l'activité sexuelle post-partum et le taux de gestation, *Rech. RTS*, 3, pp. 167-170.

**Pezeshki A., Mehrzad J., Ghorbani G.R., Rahmani H.R., Collier R.J., Burvenich C., 2007.** Effects of Short Dry Periods on Performance and Metabolic Status in Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90 (12): 5531-41.

**Railliet A., (1895).** *Traité de zoologie médicale et agricole*. 2<sup>ème</sup> édition, Paris ; p1090-1.

**Rajala-Schultz P.J., Hogan J.S., Smith K.L., 2005.** Short Communication : Association between Milk Yield at Dry-off and Probability of Intramammary Infections at Calving. *Journal of Dairy Science* 88 (2): 577-79.

**Rastani R.R., Grummer R.R., Bertics S.J., Gümen A., Wiltbank M.C., Mashek D.G., Schwab M.C., 2005.** Reducing Dry Period Length to Simplify Feeding Transition Cows: Milk Production, Energy Balance, and Metabolic Profiles. *Journal of Dairy Science* 88 (3): 1004-14.

**Rémond B., Journet M., 1971.** Alimentation des vaches laitières avec rations à forte proportion d'aliments concentrés. I : Quantités ingérées et production laitière. *Ann.Zootech.*, 20, pp. 169-184.

**Rémond B., 1978.** Influence du stade de lactation et de l'âge sur la composition chimique du lait. In : Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). *INRA.Prod,Anim*, 4(3), pp. 219-228.

**Rémond B., Journet M., 1987.** Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait. In : *Le lait, matière première de l'industrie laitière*. INRAA publication animale, Versailles, pp. 171-185.

**Rémond B., Rouel J., Pinson N., Jabet V., 1997.** An attempt to omit the dry period over three consecutive lactations in dairy cows ». *Annales de zootechnie* 46 (5): 399-408.

**Rivière R., 1991.** *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*, Ed. Ministère de la coopérative et du développement, Paris, pp. 5-35

**Roche J.F., 2006.** The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* Vol, 96, 3-4, pp. 282-296.

**Roche J.R., Kay J.K., Friggens N.C., Loor J.J., Berry D.P., 2013.** Assessing and Managing Body Condition Score for the Prevention of Metabolic Disease in Dairy Cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 29 (2): 323; 36.



**Santschi D.E., Lefebvre D.M., Cue R.I., Girard C.L., Pellerin D., 2011.** Incidence of Metabolic Disorders and Reproductive Performance Following a Short (35-D) or Conventional (60-D) Dry Period Management in Commercial Holstein Herds. *Journal of Dairy Science* 94 (7) : 3322-30.

Ségovia M.I., 2015. Alimentation et immunité en période peripartum chez les bovins. Thèse pour Doctorat vétérinaire, La faculté de médecine de Créteil. 129p.

**Sérieys F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. Éditions France agricole, Paris, 224p.

**Sérieys F., 2015.** Le tarissement des vaches laitières une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. 2<sup>ème</sup> édition. Éditions France agricole, Paris, 337p.

**Srairi M.T., 2004.** Diagnostic de situations d'élevage bovin laitier au Maroc perspectives d'amélioration des performances. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Mars 2004.

**Srairi M.T., Kiade N., 2005.** Typology of dairy cattle farming systems in the Gharb irrigated perimeter, Morocco. *Livestock Research for Rural Development* 17.

**Stoll W., 2003.** Vaches laitières - L'alimentation influence la composition du lait, vol 9. <http://www.db-alp-admin-ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf>.

**Sutton J., Bines J., Moran S., Napper D., and Givens D., 1987.** A Comparaison of starchy and fibrous concentrates for milk production energy utilisation and hay intake by Friesian cows. *AGRIC. Sci.* V.109, pp. 375-386.

**Sutton J.D., 1989.** Altering milk composition by feeding. *Journal Dairy Sci*, 72, pp. 2801-2814.

**Taylor S.J., 1994.** Utilisation stratégique de savons de calcium pour la vache laitière haute productrice. *Renc.Rech. Ruminants*, 1, pp. 241-224.

**Vermorel M., 1978.** Feed evaluation for ruminants II. The new energy systems proposed in France. *Livest.Prod.Sci*, 5, pp. 340-358

**Waldron M.R., 2007.** Nutritional Strategies to Enhance Immunity during the Transition Period of dairy cows, Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville, 11p.

**Watters R.D., Guenther J.N., Brickner A.E., Rastani R.R., Crump P.M., Clark P.W., Grummer R.R., 2008.** Effects of Dry Period Length on Milk Production and Health of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 91 (7): 2595-2603.

**Watters R.D., Wiltbank M.C., Guenther J.N., Brickner A.E., Rastani R.R., Fricke P.M., Grummer R.R., 2009.** Effect of Dry Period Length on Reproduction during the Subsequent Lactation. *Journal of Dairy Science* 92 (7): 3081-90.

**Wattiaux M.A., 1996.** Gestion de la reproduction de l'élevage, Institut Babcock, Université de Wisconsin, pp. 120-126.

**Wattiaux M.A., 2003.** PhD, reproduction et nutrition, institut Babcock, université de Wisconsin à Madison.

**Wattiaux M.A., 2005.** Reproduction et sélection génétique. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier, U.W. Madison, Wisconsin.

**Wheeler B., 1996.** Guide d'alimentation des vaches laitières. Fiche technique. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Ontario, Canada.  
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/livestock/dairy/facts/pub101.htm#guide>

**Wildman E. E., Jones G. M., Wagner P. E., Boman R. L., Troutt H. F., Lesch T. N., 1982.** A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science* 65 (3), pp. 495; 501.

**Wolter R., 1994.** Alimentation de la vache laitière. Edition France Agricole, Paris. 219p.

**Wolter R., 1997** «Alimentation de la vache laitière», 3<sup>ème</sup> édition. Edition France Agricole, Paris, 263p.

**Yennek (Belhadi N.), 2010.** Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en région montagnaise. Thèse de Magister en Agronomie : Production Animale, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 83p.

**Zachut M., Moallem U., 2017.** Consistent Magnitude of Postpartum Body Weight Loss within Cows across Lactations and the Relation to Reproductive Performance. *Journal of Dairy Science* 100 (4): p3143; 54.