

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



## Mémoire En Vu de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Alimentaires  
Spécialité/Option : Production et Transformations Laitières  
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

### Thème

---

**Variation de l'état des réserves corporelles et du poids vif en fonction du stade physiologique chez la vache laitière**

---

Présenté par : Benkirat Manel  
Drouai Marwa  
Makhloufi Chaima

Devant le jury

Encadreur

Mr. CHEMMAM M. Pr Université 8 mai 45 Guelma

Président

Mr. BOUSBIA A. MCA Université 8 mai 45 Guelma

Examineur

BENERBAIHA R S MAA Université 8 mai 45 Guelma

Juin 2022



## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, nos remerciements aillent d'abord à **Allah** de nous avoir donné la santé, le courage et de la patience pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce modeste travail.*

*Nous remercions aussi très sincèrement les membres du jury*

***Mr Bousbia Aissam (MCA) président***

***Mme Benerbaiha R.S (MAA) examinatrice***

*D'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements, notre gratitude à notre encadreur, **Pr Chemmam Mabrouk** d'avoir encadré ce travail avec beaucoup de compétences, pour son aide, ses précieuses orientations, ses conseils et sa disponibilité. Nous vous remercions pour vos qualités scientifiques et humaines. Nous vous remercions pour la confiance que vous avez placée en nous laissant une impressionnante liberté de travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude et nos sentiments de respect les plus distingués.*

*Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude vont à **tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'Université 8 mai 1945 Guelma** et particulièrement ceux qui nous ont formés pendant notre cursus, pour la qualité de leurs enseignements, qui nous ont permis de réaliser ce travail.*



**Benkirat Manel-Drouai Marwa-Makhloufi Chaima**



# SOMMAIRE

Résumé	I
Abstract	II
ملخص	III
Liste des Abréviations	IV
Liste des Figures	V
Liste des Tableaux	VI

## ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### Inroduction

<b>Chapitre 1. Facteur de variation de l'état corporel</b>	1
<b>1.1. Facteur lié à l'animal</b>	1
1.1.1. La race	1
1.1.2. Numéro de lactation	1
1.1.3. La saison de vêlage	2
1.1.4. L'alimentation	2
1.1.4.1. Les besoins de la vache laitière	2
✚ Les besoins d'entretien	2
✚ Les besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles	3
✚ Les besoins de gestation	4
✚ Les besoins de production laitière	4
1.1.4.2. Autres besoins	5
✚ Besoins hydrique	5
✚ Besoins en minéraux	6
✚ Besoins en vitamines	6
1.1.4.3. Sources alimentaires d'énergie	7
1.1.4.4. Capacité d'ingestion	7
<b>1.2. Variation en fonction du stade physiologique</b>	8
1.2.1. Au tarissement	8
1.2.2. Au moment du vêlage, post -partum	8
1.2.3. En début de lactation	8
1.2.4. En milieu de lactation	9
1.2.5. En fin de lactation	9

<b>Chapitre 2. Corrélation entre la NEC et le poids vif</b>	11
<b>2.1. Le poids vif</b>	11
2.1.1. Estimation du poids d'une vache	11
2.1.2. Relation avec la note d'état	11
<b>2.2. Mobilisation des réserves corporelles</b>	12
<b>2.3. Bilan énergétique</b>	13
<b>Chapitre 3. Notation de l'état corporelle</b>	15
<b>3.1. Définition</b>	15
<b>3.2. Système de BCS</b>	15
<b>3.3. Principe et méthode de détermination du NEC</b>	15
3.3.1. Principe de notation	15
3.3.2. Méthode de détermination du NEC	16

## **ETUDE RETROSPECTIVE**

<b>Introduction</b>	20
<b>1. Conditions d'élevage</b>	21
<b>1.1. Animaux</b>	21
<b>1.2. Alimentation</b>	21
<b>1.3. Etat corporel et poids vif</b>	21
<b>1.4. Production laitière</b>	22
<b>1.5. Reproduction</b>	22
<b>2. Performances réalisées</b>	22
<b>2.1. Age au premier vêlage</b>	22
<b>2.2. Disponibilités alimentaires</b>	22
<b>2.3. Consommation de MS et apports énergétiques</b>	23
<b>2.4. Evolution de la production laitière</b>	24
2.4.1. Production par lactation	24
2.4.2. Matières utiles	25

<b>2.5. Evolution du poids et des réserves corporelles</b>	26
<b>2.6. Performances de reproduction</b>	27
<b>3. Synthèse</b>	28
<b>3.1. Production laitière</b>	28
<b>3.2. Poids vif et réserves corporelles</b>	28
<b>3.3. Reproduction</b>	29
<b>3.4. Etat sanitaire</b>	29
<b>Conclusions</b>	30
<b>Références</b>	

## Résumé

Une synthèse de résultats sur 3 lactations successives a été réalisée sur deux 2 lots de vache laitières de race Prim'Holstein (PH) et Montbéliarde (MB) introduites en 2012, gestantes de  $5,6 \pm 0,4$  (PH) et  $5,5 \pm 0,4$  mois (MB), âgées de  $18,6 \pm 0,9$  (PH) et  $26,5 \pm 0,9$  mois (MB), avec un poids de  $474 \pm 43$  (PH) et  $558 \pm 52$  kg (MB). Le 1er vêlage a eu lieu à  $24,2 \pm 0,8$  mois avec un poids de  $510 \pm 45$  kg pour la race PH et à  $32,1 \pm 0,8$  mois et  $580 \pm 49$  kg pour la race MB. Pour les deux races, le bilan énergétique a été toujours négatif au 60<sup>ème</sup> jour de lactation. Les performances réalisées sont en dessous des potentialités de production laitière et de reproduction des deux races. Elles ont été meilleures en race MB :  $4\ 211 \pm 340$  (MB) et  $3\ 965 \pm 328$  kg (PH) en 1<sup>ère</sup> lactation,  $5\ 024 \pm 360$  (MB) et  $4\ 660 \pm 420$  kg (PH) en 2<sup>ème</sup> lactation,  $5\ 700 \pm 530$  (MB) et  $5\ 180 \pm 400$  kg (PH) en 3<sup>ème</sup> lactation.

L'état des réserves corporelles s'est dégradé progressivement au cours des 3 lactations pour atteindre des niveaux en dessous de 2 points de NEC. Au tarissement, la MB est toujours revenue à un meilleur niveau de reconstitution des réserves par rapport à la PH sans jamais revenir au niveau des réserves au vêlage. Les délais de fécondité ont été plus longs chez la race Prim'Holstein.

Les effets négatifs ont été plus notés chez la PH vêlant pour la première fois à 24 mois que chez la MB vêlant à 32 mois. Ainsi, l'importation de génisses pleines doit être objective et doit tenir compte de la race, des âges à l'introduction et au premier vêlage, des conditions d'alimentation et de la maîtrise de la reproduction.

**Mots-clés :** ingestion, lactation, NEC, reproduction, vêlage

## Summary

A summary of results on 3 successive lactations was carried out on two 2 batches of dairy cows of the Prim'Holstein (PH) and Montbéliarde (MB) breeds introduced in 2012, pregnant with  $5.6 \pm 0.4$  (PH) and  $5, 5 \pm 0.4$  months (MB), aged  $18.6 \pm 0.9$  (PH) and  $26.5 \pm 0.9$  months (MB), with a weight of  $474 \pm 43$  (PH) and  $558 \pm 52$  kg (MB). The 1st calving took place at  $24.2 \pm 0.8$  months with a weight of  $510 \pm 45$  kg for the PH race and at  $32.1 \pm 0.8$  months and  $580 \pm 49$  kg for the MB race. For both breeds, the energy balance was always negative on the 60th day of lactation. The performances achieved are below the milk production and reproduction potential of the two breeds. They were better in MB breed:  $4,211 \pm 340$  (MB) and  $3,965 \pm 328$  kg (PH) in 1st lactation,  $5,024 \pm 360$  (MB) and  $4,660 \pm 420$  kg (PH) in 2nd lactation,  $5,700 \pm 530$  (MB) and  $5,180 \pm 400$  kg (PH) in 3rd lactation.

The state of body reserves deteriorated gradually over the 3 lactations to reach levels below 2 BSC points. At drying off, MB always returned to a better level of reserve reconstitution compared to PH without ever returning to the level of reserves at calving. Fertility times were longer in the Prim'Holstein breed.

Negative effects were more noted in the PH calving for the first time at 24 months than in the MB calving at 32 months. Thus, the importation of pregnant heifers must be objective and must take into account the breed, the ages at introduction and at first calving, the feeding conditions and the control of reproduction.

Keywords : Intake, lactation, BSC, reproduction, calving

## ملخص

تم إجراء ملخص للنتائج على دورات حلب متتالية على دفعتين من إبقار الألبان من سلالاتي (Prim'Holstein PH) و (Montbéliarde MB) التي تم استيرادها في عام 2012 ، وهما حاملات ب PH  $0.4 \pm 5.6$  و MB  $0.4 \pm 5.5$  شهرا ، وفي عمر PH  $0.9 \pm 18.6$  و MB  $0.9 \pm 26.5$  شهرا ، بوزن PH  $43 \pm 474$  و MB  $52 \pm 558$  كلف .

حدثت الولادات الأولى عن عمر  $0.8 \pm 24.2$  شهرا بوزن  $45 \pm 510$  كلف عند PH وفي  $32.1 \pm 0.8$  شهرا و  $49 \pm 580$  كلف عند MB. لكنتا السلالتين، كان توازن الطاقة دائما سالبا في اليوم 60 من الحلب. الأداء الذي تحقيقه هو أقل قدرات السلالتين. كانت MB  $340 \pm 4211$  أفضل من PH 328  $\pm 3965$  في دورة الحلب الأولى MB  $360 \pm 5.024$  و PH  $420 \pm 4660$  كلف، والثانية MB  $530 \pm 5700$  و  $5180 \pm 400$  في الحلب الثالثة.

تدهورت طاقة الجسم المخزونة تدريجيا على مدار الثلاث فترات لتصل NEC إلى مستويات أقل من 2. عند التجفيف، كانت عند MB دائما في مستوى أفضل لإعادة تكوين مقارنة ب PH دون العودة إلى مستوى عند الولادة. كانت اوقات الخصوبة أطول في سلالة PH.

لوحظت التأثيرات السلبية بشكل أكبر في ولادة PH لأول مرة عند 24 شهرا منها في MB عند الولادة عند 32 شهرا.

وبالتالي، يجب أن يكون استيراد الأبقار الحامل موضوعيا ويجب أن يأخذ في الاعتبار السلالة والاعمار عند الإدخال وعند الولادة الأولى وظروف التغذية والتحكم في التكاثر

الكلمات المفتاحية: الإستهلاك، الحلب، NEC، التكاثر، الولادة.



## Liste des Abréviations

BCS : Body score condition

Ca : calcium

CI : capacité d'ingestion

MAD: Matière Azotée Digestible

MS: Matière Sèche

NEC: Note d'état corporel

P: Valeur de probabilité

PDI: Protéine réellement Digestible dans l'intestin

PL: Production laitière

PP : post-partum

PV: poids Vif

TB: Taux butyreux

TP: Taux protéique

UFL: Unité fourragère lait

## Liste des Figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Evolution de la note d'état corporel en fonction du numéro de lactation (Walnter et al., 1993).	1
<b>2</b>	Résumé des phases critique de l'évolution de la NEC	10
<b>3</b>	Illustrations des points d'observation pour apprécier l'état corporelle	16

## Liste des Tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	les besoins d'entretien pour les vaches laitières de 600 Kg Selon INRA (1998).	3
2	Besoins d'entretien de la vache laitière en fonction de son poids vif Selon INRA (1998)	3
3	Besoins de gestation de la vache laitière (au-dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40 Kg à la naissance (INRA 1988).	4
4	Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et TP (Sérieys, 1997).	4
5	Besoins en eau de bovin selon le type d'animal et la période de production (Bourdon et al.,2013).	5
6	Aliments disponibles et valeurs alimentaires	23
7	Consommations moyennes de MS (kg/j) et apports énergétiques (UFL) par stade (30 <sup>ème</sup> et 60 <sup>ème</sup> jour), race (PH, MB) et par rang de lactation (L).	24
8	Evolution de la production laitière au cours des 3 lactations	25
9	Résultats moyens des TB et TP (‰) au cours des 3 lactations par stade (1 <sup>er</sup> contrôle, 90 <sup>ème</sup> jours), race (PH, MB) et par rang de lactation (L).	25
10	Variations du poids vif (PV) et de la note d'état corporel (NEC) aux principales phases physiologiques des 3 lactations (L)	26
11	Résultats moyens (en jours) des paramètres de reproduction des deux races	27

*Etude  
Bibliographique*

## Introduction

En Algérie, l'élevage bovin laitier a été retenu comme axe majeur pour la fourniture de protéines animales (Madr, 2009). Alors que la capacité des ruminants laitiers à mobiliser leurs réserves corporelles constitue une adaptation clé en début de lactation, spécialement dans les systèmes à faibles intrants qui limitent l'apport d'aliments concentrés. Des mesures objectives des réserves corporelles et de leur mobilisation en début de lactation sont nécessaires pour mieux évaluer l'adaptabilité des animaux à ces systèmes.

Ainsi l'impact de l'alimentation sur la reproduction est reconnu depuis longtemps, comme étant facteur environnemental important dans le contrôle de la reproduction (Brisson, 2003).

Les vaches laitières ont divers besoins alimentaires (d'entretien, de croissance, de gestation, et de la production laitière) engendrés par leurs différentes activités. Afin de les satisfaire, un bon programme alimentaire doit indiquer les quantités d'aliments appropriées et nécessaires ainsi que la manière et le moment de leur distribution (Wheeler, 1996).

Pour cela l'utilisation des réserves corporelles joue un rôle important dans la gestion de l'énergie des vaches laitières hautes productrices. En effet, ces réserves permettent aux vaches de produire beaucoup de lait en début de lactation et de manière continue. Cette mobilisation des réserves en début de lactation semble être programmée génétiquement (Friggens et al. 2007).

La cinétique des réserves corporelles au cours de la lactation est un miroir de la production laitière (Spurlock et al., 2012). En ce sens, les variations de PV constituent un phénotype intéressant et accessible pour estimer les variations des réserves corporelles.

La présente synthèse a pour objectif l'évaluer et de la comparaison des réponses de deux races de vaches laitières (Prim'Holsteins et Montbéliardes) à travers la production laitière, l'évolution des réserves corporelles, les performances de reproduction et la santé des vaches au cours de 3 lactations successives.

## Chapitre 1. Facteurs de variation de l'état corporel

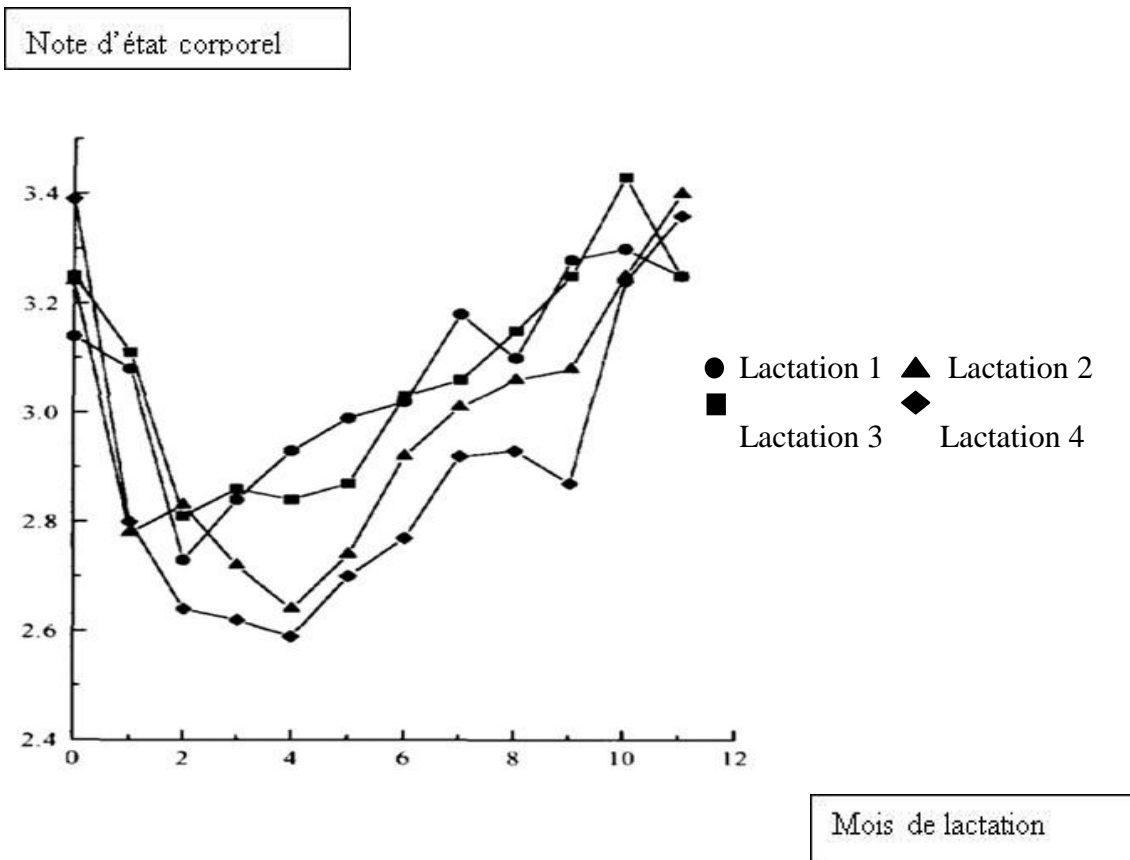
### 1.1. Facteurs lié à l'animal

#### 1.1.1. La race

Selon Heuer et al., (1988), les variations de perte d'état corporel sont peu influencées par la race. L'état corporel est influencé par la race ; non seulement le poids corporel total et le gras corporel total, mais aussi l'état d'embonpoint sont influencés par la race. La perte d'état corporel est plus importante chez les vaches à haute potentiel génétique, la race fortement laitière mobilise plus ces réserves corporelles contrairement aux races mixtes viandes (Schroder et Staufenbiel, 2006).

#### 1.1.2. Numéro de lactation

Les vaches primipares ne perdent pas autant de leur état corporel que les vaches multipares, ainsi les vaches en première lactation ne peuvent pas reconstituer les réserves d'énergie perdues aussi efficacement que les plus âgées, ce qui indique un besoin potentiel d'alimenter les vaches en première lactation séparément, (**Figure 1**) (waltner et al., 1993).



**Figure 1 :** Evolution de la note d'état corporel en fonction du numéro de lactation (Waltner et al., 1993).

Les bovins âgés ont tendance à avoir moins de conditions corporelles que les bovins plus jeunes. La perte de poids vif post-partum augmente avec la parité. La perte d'état augmente d'ailleurs de 0,3 point en première lactation à 0.9 point pour les vaches en 4<sup>ème</sup> lactation. Le score d'état corporel chez les vaches est faible à la première parité et est plus élevé à la quatrième.

### **1.1.3. La saison de vêlage**

La saison de vêlage s'est révélée être un important facteur de variation de l'état corporel. Les vaches vêlant en période de stabulation ont gardé un état corporel significativement inférieur à celles vêlant en pâture (Drame et al., 1999).

### **1.1.4. L'alimentation**

L'alimentation est pour la vache ce que le carburant est à la voiture. Sans eux, elles ne sont bonnes à rien. L'alimentation est indispensable à tous les êtres vivants ; sans elle, ils meurent. Si la nourriture qu'ils consomment est mal adaptée ou de mauvaise composition, la production et la reproduction des animaux sera médiocre et leur santé en sera affectée (Blauw et al., 2008).

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

- le potentiel génétique
- le programme d'alimentation
- la conduite du troupeau
- 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).

#### **1.1.4.1. Les besoins de la vache laitière**

Les besoins de la vache laitière sont évalués en fonction du stade de leur vie productive. Ils concernent : l'entretien la croissance, la gestation, la production et la reproduction.

##### **Les besoins d'entretien**

## Etude Bibliographique

Ils correspondent à la consommation des nutriments nécessaires au maintien de la vie d'un animal ne subissant pas de variation de sa masse corporelle; Ils se traduisent par l'utilisation l'énergie pour l'accomplissement des fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguines, tonicité musculaire.) et pour le renouvellement d'une partie des matériaux constitutifs des tissus animaux (Barret, 1992). (**Tableau 1**)

**Tableau 1:** Selon INRA (1998) les besoins d'entretien pour les vaches laitière de 600 Kg.  
Formules de besoins d'entretien

Energie (UFL)	$1.4+0.6PV/100$ ; $1.4+3.6=5UFL$
Azote (MAD)	$0.6PV=360g$
Azote (PDI)	$100+0.5PV =400g$
Calcium (Ca)	6g/100 kg de PV 36g

Selon Serieys, (1997), les besoins d'entretien varient essentiellement en fonction du poids de l'animal (**Tableau 2**).

**Tableau 2:** Selon INRA (1998) Besoins d'entretien de la vache laitière en fonction de son poids vif.

Poids vif (kg)	UFL	PDI (g)	Ca(g)	P(g)
550	4.7	370	33	24.5
600	5.0	395	36	27
650	5.3	420	39	29.5
700	5.6	445	42	31.5

Ils sont nécessaires au maintien en vie de l'animal sans perte ou gain de poids et différents modes de stabulation (Jarrige, 1980) :

- 10% en stabulation entravée.
- 20% en stabulation libre (en pâturage).

Par contre on considère qu'il n'y a pas de variations de besoins d'entretien en fonction du stade physiologique (Serieys, 1997).

### Les besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles

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 (Serieys, 1997).



## Etude Bibliographique

Selon 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, 1997).

### ✚ Les besoins de gestation

Besoins de la gestation Ils correspondent à ceux nécessaires pour sécuriser le fœtus, le placenta, la capsule de la paroi utérine et les glandes mammaires. Ils deviennent importants au cours du dernier tiers de la gestation (Jarrige, 1988).

Selon Serieys, (1997) durant cette période, le coût augmente plus vite que le poids fœtal car il est riche en protéines, lipides et minéraux au cours du développement, qui deviennent sensibles à partir du 7<sup>ème</sup> mois de gestation (**Tableau 3**), et ils augmentent avec le poids du veau à la naissance. Au 9<sup>ème</sup> mois, ils représentent près de la moitié des besoins d'entretien des vaches.

**Tableau 3:**Besoins de gestation de la vache laitière (au-dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40 Kg à la naissance (INRA 1988).

Mois de gestation	UFL	PDI (g)	Ca (g)	P(g)
7 <sup>ème</sup>	0.9	75	9	3
8 <sup>ème</sup>	1.6	135	16	5
9 <sup>ème</sup>	2.6	205	25	8

### ✚ Les besoins de production laitière

Ces besoins correspondent à l'ensemble des synthèses et exportations réalisées par la mamelle pour la production laitière, ils varient selon la quantité du lait produite et sa composition en taux butyreux et en taux protéiques (**Tableau 4**).

**Tableau 4 :** Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et TP (Serieys, 1997).

TB (g/Kg)	TP (g /Kg)	UFL /Kg	g de PDI/Kg
30	27	0.38	42
40	31	0.44	48
45	33	0.48	51
50	35	0.51	54

## Etude Bibliographique

55	37	0.54	57
----	----	------	----

Au début de la 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 Sème semaine (Serieys, 1997).

Les vaches laitières à haut niveau de production ont des besoins élevés en acides aminés pour la synthèse des protéines du lait, elles ne peuvent couvrir leurs besoins en protéines uniquement par les acides aminés microbiens et l'apport des acides aminés alimentaires est non négligeable (INRA, 2004).

### 1.1.4.2. Autres besoins

#### Besoins hydriques

En moyenne, une vache boit environ 70 litres d'eau par jour, soit environ 3 litres eau/litre de lait collecté. Cependant, ces quantités peuvent varier considérablement en fonction de le type d'aliment, et plus précisément, la quantité d'humidité dans l'aliment l'animal ; la température extérieure ; la taille de l'animal et son état physiologique (Génisses, vaches en lactation, vaches tarées gestantes) (**Tableau 5**) (Bourdon et al.,2013).

**Tableau 5 :** Besoins en eau de bovin selon le type d'animal et la période de production (Bourdon et al., 2013).

Classe animale	Besoins en eau l/jour
Veaux	5-15
Bovins (1-2 ans)	15-35
Vaches tarées	30-60
Vache produisant 10 Kg de lait	50-80
Vache produisant 20 Kg de lait	70-100
Vache produisant 30 Kg de lait	90-150

L'eau est le composant principal de presque tous les tissus animaux. Il représente près des trois quarts du corps des jeunes ovins et bovins (à l'exception des intestins et des organes internes). L'eau a six objectifs :

- Comme vecteur de nutrition tissulaire.

## Etude Bibliographique

---

- Comme support digestif.
- En tant que vecteur d'excrétion.
- Comme moyen de refroidissement.
- Comme source de minéraux.
- Comme ingrédient de base du lait (Chesworth, 1996).

### **Besoins en minéraux**

Les minéraux, vitamines et oligo-éléments sont indispensables à toutes les fonctions organiques et interviennent dans tous les métabolismes. Le calcium, le phosphore et le magnésium sont les principaux minéraux, principalement stockés dans les os, qui sont très fortement mobilisés pendant les 3 premiers mois d'allaitement (Poncet, 2002).

Idéalement, les besoins en calcium et en phosphore des vaches laitières devraient être satisfaits au quotidien. Cependant, à certains stades physiologiques, plus précisément en début de lactation, cette couverture n'est pas possible et la vache ne peut absorber suffisamment de calcium pour subvenir à ses besoins. Par conséquent, une mobilisation importante de la réserve osseuse se produit au début de la lactation. En revanche, au deuxième stade de l'allaitement, l'absorption de calcium peut être plus élevée que nécessaire, ce qui permet de reconstituer les réserves de l'organisme. Par conséquent, l'apport de phosphore et de calcium doit être pris en compte tout au long du cycle de production.

Les oligo-éléments jouent un rôle catalytique important dans de nombreuses réactions enzymatiques du métabolisme cellulaire. Les vaches laitières reçoivent habituellement pendant la phase de tarissement une ration pauvre en calcium pour prévenir l'apparition des fièvres vitulaires après vêlage (Tillard, 2007).

### **Besoins en vitamines**

Les vitamines sont essentielles pour le métabolisme et pour la santé. Il en existe deux catégories : celles solubles dans le gras et celles solubles dans l'eau (NRC, Habituellement, les vitamines solubles dans le gras (A, D et E) sont offertes en supplément dans la ration des vaches tarées et dans celle des vaches post-partum. Les apports satisfont au moins les recommandations du NRC. Parfois, il arrive d'en ajouter pour obtenir un facteur de sécurité peu dispendieux ou pour améliorer la santé la vitamine E est souvent ajoutée dans ce but. Les vitamines solubles dans l'eau sont synthétisées dans le rumen. Cependant, certaines ne

semblent pas être produites en quantité suffisante pour maximiser la santé, la lactation et la reproduction. Ainsi, une supplémentation ciblée des vitamines B hydrosolubles (niacine, biotine, riboflavine, acide folique et B12) est recommandée durant les périodes de tarissement et post-vêlage puisqu'elles servent de cofacteurs aux enzymes reliées aux métabolismes de l'énergie et des protéines. La choline est classée comme une vitamine B (Heather et William, 2017).

### **1.1.4.3. Sources alimentaires d'énergie**

Les principales sources d'énergie qui se trouve dans les aliments sont les hydrates de carbone (amidon, sucres, fibres digestibles) et les graisses. Les aliments riches en énergie sont les concentrés (céréales, graines oléagineuses et leurs sous-produits, mélasse) et le fourrage de qualité. Les paille de graminées mûres ont une faible teneur en énergie et en protéines et sont difficiles à digérer parce qu'elles contiennent beaucoup de fibres indigestes (Konigsson et al., 2008).

### **1.1.4.4. Capacité d'ingestion**

Les animaux mangent pour répondre à leurs besoins nutritionnels, principalement énergétiques. La consommation volontaire en kilogrammes de matière sèche (MS) ingérée en 24 heures dépend du régime alimentaire et de l'animal (Sérieys, 2015).

L'apport volontaire d'une vache varie en fonction de l'apport de la ration qui lui est proposée et de son état physiologique (gestation, lactation). Ils atteignent un minimum à la parturition, puis augmentent rapidement pendant la lactation pour atteindre un maximum trois mois après l'accouchement. Dans cette évolution cyclique, de grandes différences entre les animaux peuvent être observées, tant en cinétique qu'en amplitude. La capacité d'ingestion (CI) des vaches laitières est exprimée dans le système d'unité de charge bovine (UEB) (INRA, 2007).

Sous l'influence spécifique du grade de lactation, les vaches primipares ont une capacité alimentaire beaucoup plus limitée que les vaches plus âgées dans toutes les conditions, ce qui est combiné avec un poids vif et une production de lait plus faibles. Au cours de la première lactation, cependant, la différence s'est réduite en relation avec une augmentation du volume du réservoir digestif. Ainsi, pour une ration de valeur nutritionnelle normale, la différence passe de 3 kg de matière sèche en début de lactation à 1 kg de MS en fin de

lactation Pendant toute la période de lactation, la ration alimentaire moyenne des vaches primipares est d'environ 90 % de celle de vaches multipares (Troccon et Petit, 1989).

### **1.2. Variation en fonction du stade physiologique**

#### **1.2.1. Au tarissement**

Il est intéressant de commencer par le tarissement dans la mesure où la note d'état corporel devrait rester stable pendant cette période. Le tarissement est une période stratégique et déterminante quant à l'avenir nutritionnel de l'animal et du troupeau. La note d'état corporel au tarissement est donc celle attendue au vêlage (Gearhart et al., 1990). L'objectif retenu de note d'état au tarissement est situé entre 3 et 3,5 sur une échelle de 0 à 5. Les variations d'état corporel au tarissement, que ce soit amaigrissement ou reprise d'état, supérieures à un point sont sources de problèmes (Butler, 2005). Il est d'ailleurs intéressant, lors d'une visite d'élevage, d'analyser deux lots, celui des vaches tarées récemment et celui des vaches en fin de tarissement, prêtes à vêler, pour évaluer l'efficacité de la gestion alimentaire au tarissement (Hady et al., 1994).

#### **1.2.2 Au moment du vêlage, post-partum**

Une condition physique optimale au vêlage doit être l'objectif premier de l'éleveur laitier. Des valeurs comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 sont recommandées respectivement pour les primipares et les multipares. Les producteurs à haut rendement peuvent tolérer des valeurs plus élevées à ce moment car l'appétit est souvent supprimé pendant les périodes chaudes. Idéalement, la sélection de la condition physique optimale au vêlage devrait tenir compte des objectifs de l'opération. L'état corporel au vêlage peut être plus élevé que recommandé si le pourcentage de graisse et la production laitière sont les objectifs prioritaires. Si l'objectif est d'optimiser les kilogrammes de lait par kilogramme d'aliment, une valeur inférieure doit être proposée (Bouzebda, 2007).

De faibles scores d'état au vêlage étaient associés à une malnutrition antepartum, tandis que des scores d'état élevés au vêlage étaient associés à une mobilisation plus prononcée des réserves de graisse au début de la lactation. L'évolution de l'état corporel après vêlage ne dépend pas uniquement de la graisse corporelle au vêlage, mais résulte d'une interaction complexe entre la production laitière et la densité énergétique alimentaire (Tillard, 2007).

### **1.2.3. En début de lactation**

C'est-à-dire lors de l'examen d'involution utérine (20-40j PP) ou encore lors de la première insémination (45-60j PP). Une valeur comprise entre 2,0 et 2,5 a été suggérée pour les primipares et entre 2,0 et 3,0 pour les multipares. Pendant cette période, les vaches perdent 0,5 à 1 kg par jour. Ses réserves devraient lui permettre d'assurer 33% de la production du premier mois de lactation. Cela se traduit par une réduction de 1,0 à 1,5 unités de la valeur de fitness, et cette perte doit être considérée comme la plus importante. Un apport insuffisant en matière sèche pendant cette période peut entraîner une baisse du surpoids de plus de 1,5 (Bouzebda, 2007).

### **1.2.4. En milieu de lactation**

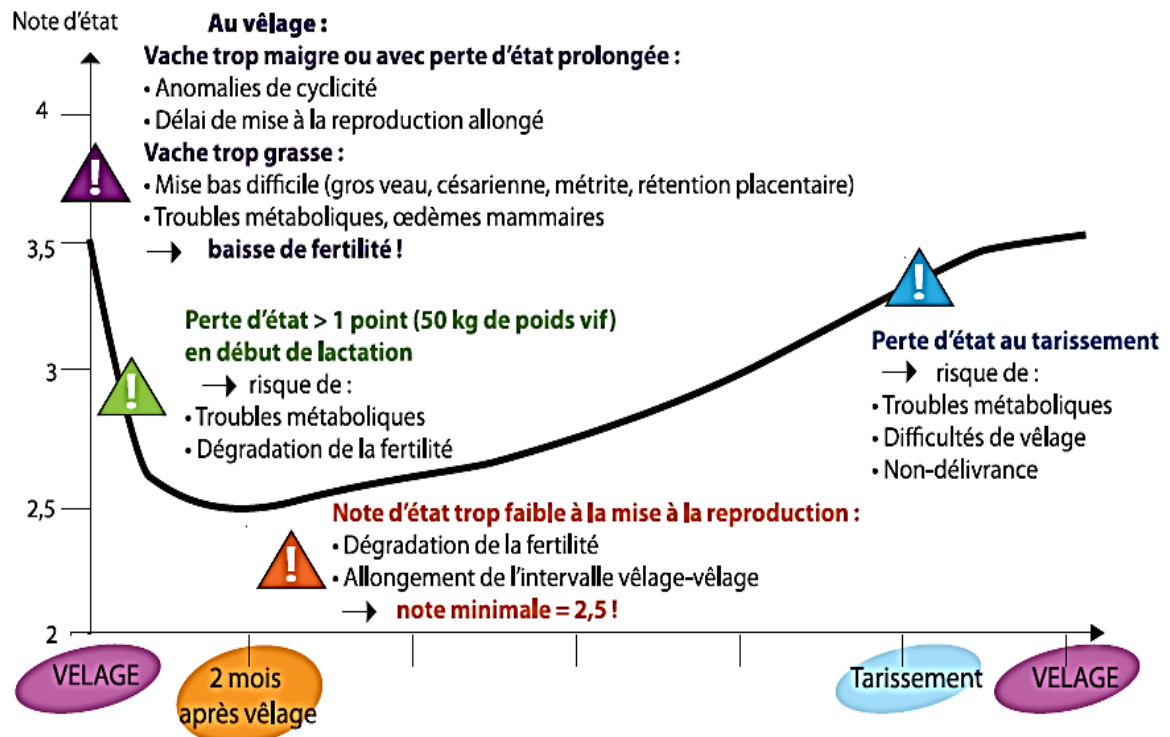
De la 12<sup>ème</sup> à la 24<sup>ème</sup> semaine postpartum, la vache laitière récupère la perte enregistrée depuis le vêlage.

Le moment de l'évaluation de la note d'état corporel peut correspondre à celui de la confirmation manuelle de la gestation 120 à 150 jours après le vêlage. Cette note doit être comprise entre 2,5 et 3,0 (Hanzen, 2004).

### **1.2.5. En fin de lactation**

De la 24<sup>ème</sup> semaine postpartum jusqu'au tarissement, les apports alimentaires doivent assurer la production laitière et les besoins supplémentaires requis par la gestation. 60 à 100 jours avant le tarissement, l'état corporel doit être compris entre 3,0 et 3,5. L'évaluation des animaux à cette période permet à l'éleveur d'ajuster préventivement l'état corporel de ses animaux en vue du tarissement. Par ailleurs, L'efficacité avec laquelle les vaches peuvent restaurer leurs réserves corporelles est meilleure, et donc plus économique, à ce moment plutôt qu'en période de tarissement (Hanzen, 2004).

# Etude Bibliographique



**Figure 2 :** Résumé des phases critiques de l'évolution de l'état corporel

### **Chapitre 2. Corrélation entre la NEC et le poids vif**

#### **2.1. Le poids vif**

##### **2.1.1. Estimation du poids d'une vache**

La pesée est la méthode la plus fiable mais elle est coûteuse et lourde de manipulation. Elle n'est d'ailleurs pas si fiable car le poids varie en fonction du contenu digestif, ou reste stable alors que la vache perd des réserves : par exemple chez une vache gestante, les pertes sont masquées par la croissance du veau (Bazin, 1984 ; Ruegg, 1991) pendant la gestation ou par l'augmentation des contenus digestifs et mammaires pendant la première semaine de lactation.

La méthode la plus couramment utilisée et simple d'utilisation est celle du périmètre thoracique. Il existe des grilles établissant le poids correspondant au périmètre mesuré. Il existe également des rubans biométriques. Ils sont conçus en tissu de fibre de verre très résistant à la traction. Pour évaluer le poids de l'animal sur pied, il suffit de mesurer son tour de poitrine en arrière de l'épaule. Après avoir déterminé le tour en centimètres, on trouve la valeur du poids en kg correspondant à la mesure indiquée à l'envers du mètre.

##### **2.1.2. Relation avec la note d'état**

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

Seule la valeur de poids correspondant à une perte d'état de un point est régulièrement évoquée, et ce pour une vache de 600 kg (Bazin, 1984). Otto et al., (1991) annoncent 56 kg de poids vif pour un point de note d'état corporel. Ce chiffre correspond à une variation d'un point, mais aucunement à l'estimation du poids.

Chilliard et al., (1987) annoncent entre 35 et 48 kg et précisent que le gain d'un point d'état s'accompagne d'une augmentation de la proportion de lipides corporels de 3,9% à 4,4%.

En pratique, la morphologie des vaches ayant fortement évolué ces deux dernières décennies, la valeur retenue pour un point d'état corporel actuellement, est de 40 kg (Enjalbert, 1994).

Un animal présentant une note d'état corporel élevée à la réforme réalisera un gain de poids vif moindre, avec une efficacité alimentaire réduite (Garcia et Agabriel, 2007)



### **2.2. Mobilisation des réserves corporelles**

Chez la vache laitière, la mobilisation des réserves corporelles comme outil d'adaptation à une période de pénurie fourragère reste très limitée. En effet, en début de lactation, cette mobilisation est déjà une réalité physiologique : sa capacité d'ingestion est limitée en regard de ses besoins énergétiques très élevés. En milieu et fin de lactation, une réduction des apports de fourrages, donc des apports alimentaires, se traduira d'abord par une diminution de la production laitière et du taux protéique (Coulon et Rémond, 1991)

Dans le cas de la vache allaitante, il faudra veiller, en cas de pénurie fourragère, à ne pas descendre en deçà des valeurs seuils d'état des réserves corporelles recommandées (Agabriel et Petit, 1987) qui permettent, selon l'état initial et la période de mise bas, d'économiser sur l'hiver jusqu'à 300 UFL par vache. La mobilisation de ces réserves essentiellement lipidiques est en effet toujours programmée en hiver, de manière plus ou moins intense selon la date et le lieu de la reproduction, pour des raisons de réduction des coûts de production. Afin de maintenir un rythme de reproduction d'une mise bas par an, l'objectif est d'atteindre au minimum la note d'état corporel de 2,5 sur 5 lorsque la reproduction se passe en étable ou de 2 sur 5 lorsqu'elle se déroule au pâturage au printemps. Dans le premier cas, au cours du mois qui correspond à la période de saillie, il faut veiller à ne pas sous alimenter les vaches par rapport à leurs dépenses énergétiques estimées. Dans ces conditions, la mobilisation modifie peu le poids et la vitalité des veaux à la naissance et le niveau de production laitière des mères (Petit, 1979, Petit et al., 1992).

Tous les auteurs s'accordent à dire que l'estimation des réserves énergétiques est le principal objectif de la notation. La mesure de la note d'état corporel est une méthode subjective pour évaluer la quantité d'énergie stockée dans les muscles et dans les tissus adipeux (Edmonson et al., 1989). Selon Bazin (1984), un point sur la note d'état corporel correspond à 20 à 25 kg de lipides pour un animal de 600 kg.

L'étude de Chilliard et al., (1987) reste très intéressante quant à l'évaluation des variations des réserves corporelles de la vache au cours du cycle gestation-lactation. Dans les conditions de l'époque, une vache produisant 30 kg de lait mobilisait entre 15 et 60 kg de lipides, ce qui peut mener à plus de 2 kg par jour tant qu'elle subissait un bilan énergétique négatif. Une vache grasse pourrait, dans les conditions extrêmes, mobiliser jusqu'à 100 kg de lipides (elle en possède alors 140 kg). En ce qui concerne la mobilisation protéique, une vache sous - alimentée en lactation mobiliserait jusqu'à 15 kg de protéines corporelles et

ces protéines sont à 56 % d'origine musculaire le reste provenant des viscères et organes (notamment l'involution utérine). La mobilisation protéique est plus faible chez les vaches alimentées à volonté et chez les primipares pour lesquelles les réserves sont plus faibles. L'estimation de ces variations n'a pu être mise en évidence que par des techniques invasives nécessitant bien souvent l'abattage des animaux : mesure de diffusion de l'eau lourde, mesure de la taille des adipocytes ou des fibres musculaires, non utilisables sur le terrain. C'est malgré tout en étudiant la relation entre la note d'état et la taille des adipocytes du tissu adipeux sous-cutané qu'ont été estimées les valeurs d'un point d'état corporel (28 à 33 kg de lipides, 35 à 48 kg de poids vif). L'équivalence énergétique est estimée à 4 à 6 Unité Fourragère Lait (UFL) par kg de poids vif soit 150 à 200 UFL par point de note d'état corporel.

### **2.3. Bilan énergétique**

La sélection génétique, orientée vers l'augmentation de la production laitière, a rendu inévitable et systématique le déficit énergétique (Enjalbert, 2002). Cette même sélection a pourtant aussi augmenté l'appétit des vaches.

Le déficit énergétique est dû à une prise alimentaire qui augmente moins rapidement que les besoins énergétiques (Benaich et al., 1999, Reist et al., 2003). En effet, la divergence d'évolution commence durant les derniers jours de lactation, où l'appétit diminue avant d'augmenter de nouveau après le vêlage.

Des études récentes montrent une diminution de la consommation de 5 kg de matières sèches par jour dans la dernière semaine de gestation (Bertics et al., 1992). Mais les apports recommandés (métabolisme de base, production laitière, et croissance pour les primipares) sont multipliés par trois à quatre dès la deuxième semaine de lactation alors que l'appétit de l'animal met deux à quatre mois avant d'atteindre son maximum (Enjalbert, 2003).

La situation de déficit dure en moyenne jusqu'à six à douze semaines post-partum, voire quinze, semaines avec un nadir de la courbe de déficit énergétique situé entre une et deux semaines postpartum (Pushpakumara et al., 2003). Cette situation induit une mobilisation des réserves contenues dans le tissu adipeux et des protéines d'origine osseuse et musculaire (Bauman et Currie, 1980). Notons que la couverture des besoins énergétiques par l'alimentation n'est pas possible, elle nécessiterait des apports trop massifs et brutaux d'autant que les vaches laitières supportent relativement bien ce déficit. Il est cependant

## Etude Bibliographique

---

important de limiter cet amaigrissement à six à huit semaines de lactation (Enjalbert, 2003). L'évolution des besoins alimentaires (UFL, Protéines Digestibles dans l'Intestin (PDI) et calcium) multipliés par trois, alors que la quantité de matière sèche ingérée (MSI) augmente plus tardivement. De plus, ce déficit est d'autant plus important que la vache est une haute productrice : chez la vache laitière, la priorité est donnée à la production laitière par rapport aux réserves corporelles.

## **Chapitre 3. Notation de l'état corporelle**

### **3.1. Définition**

Le score d'état corporel (NEC) est une mesure subjective de la quantité d'énergie métabolisable stockée dans les graisses et les muscles (réserve corporelle) chez les animaux vivants. (Nazhat et al., 2021) L'état corporel est le reflet des réserves de graisse corporelle portées par l'animal. Ces réserves peuvent être utilisées par la vache dans les périodes où elle n'arrive pas à manger suffisamment pour satisfaire ses besoins énergétiques. Chez les vaches à forte production, cela se produit normalement au début de la lactation, mais cela peut également se produire lorsque les vaches tombent malades, reçoivent des aliments de mauvaise qualité ou que la consommation d'aliments est restreinte. Après une période de perte de poids, les vaches doivent être nourries plus que leurs besoins pour retrouver un état corporel normal (Mongeon et al., 2021).

### **3.2. Système de NEC**

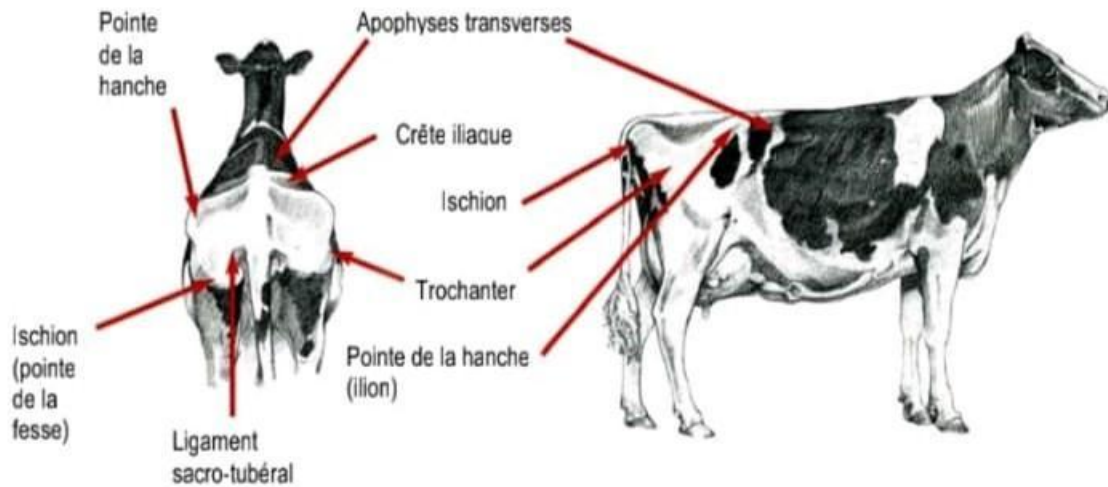
Le système de notation diffère selon l'espèce animale, l'orientation de l'élevage (laitier ou viandeux), les climats et les notes peuvent varier (de 0 à 12). Les points bas représentent les vaches minces et les plus hauts les vaches grasseuses (Garnsworthy, 1988).

Il existe différentes échelles de notation, de 0 à 5 (Royaume Uni), de 1 à 5 (Etats-Unis), de 1 à 8 (Australie) et de 1 à 10 (Nouvelle-Zélande), mais le système le plus commun en service pour vaches laitières est celui utilisé aux États-Unis (Flamenbaum et al., 1995).

### **3.3. Principe et méthode de détermination de la NEC**

#### **3.3.1. Principe de notation**

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



**Figure 3 :** Illustration des points d'observation pour apprécier l'état corporelle

### 3.3.2. Méthode de détermination de la NEC

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

Une vache maigre semble très tranchante et anguleuse, alors qu'une vache grasse semble lisse et carrée avec des structures osseuses cachées à la vue et au toucher (Whittier, 1993).

Pour effectuer la notation on suit les étapes suivantes :

- ✓ Premièrement, il faut se tenir directement derrière la vache. Afin qu'elle soit détendue puisque la raideur musculaire se traduit par une fausse notation.
- ✓ Ensuite on observe le degré de dépression autour de la base de la queue, puis on note la région de la croupe en plaçant la main sur l'os de la pointe des fesse et l'os pelvien et palper la quantité de gras de couverture.

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

Dans la notation de l'état corporel, on prend en considération uniquement la région lombaire et la région de la base de la queue (Ghoribi, 2011).

## Etude Bibliographique

---

Actuellement, la plupart des systèmes incluent les régions de la colonne vertébrale (dos, lombes, et croupe), les côtes, les apophyses épineuses (lombes), les tubérosités sacrale (os de la hanche). Et ischiatique (pointe de la fesse), les vertèbres coccygiennes antérieures (base de la queue) et la région de la cuisse (Roche, 2004).

L'animal est d'abord examiné de profil et le bassin évalué : des ischions à la pointe de la hanche en passant par la protubérance du trochanter (fémur). Il s'agit de voir si le bassin a la forme d'un U ou d'un V. Les animaux au bassin en U ont une valeur BCS de 3,25 et plus. Ceux au bassin en V ont une valeur BCS de 3.00 et moins (Spengler et al.,2015).



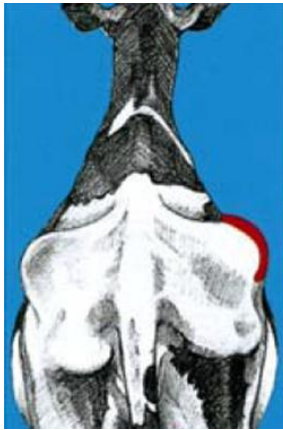
Ligne formant un **V** ouvert BCS  $\leq 3.0$



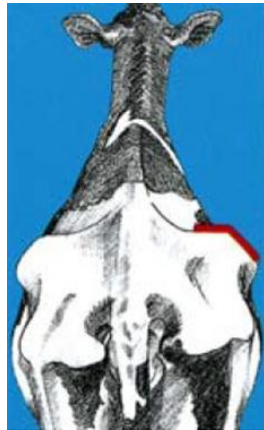
Ligne formant un **U** ouvert BCS  $\geq 3.25$

Selon Hoffmann (2018) en élevage de précision l'imagerie, 3D s'est révélée être une méthode efficace pour évaluer la NEC chez la vache laitière Holstein, L'imagerie 3D utilisée pour évaluer la Note d'Etat Corporel fonctionne avec des caméras et capteurs indépendants de l'homme ou simplement tenus par l'homme comme le « BODYMAT M » de la société Ingenera, qui comprend une perche présentant les capteurs nécessaires et connectée à un téléphone possédant une application associée. Ainsi l'utilisation de ces outils permet d'éviter des manipulations désagréables pour l'animal et en assurant une contention minimale qui permet de limiter les interactions potentiellement négatives entre l'éleveur et ses animaux.

Les étapes de la notation suivent selon Elanco 1996 :



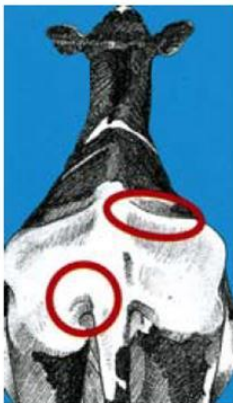
Pointe de la hanche  
arrondie **BCS = 3.0**



Pointe de la hanche  
angulaire **BCS < 3.0**  
Contrôler les ischions  
Ischions couverts  
**BCS = 2.75**



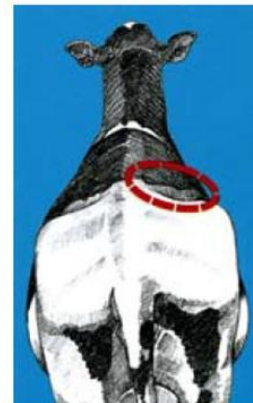
Ischions angulaires  
**BCS < 2.75**  
Bourrelet gras sur  
les ischions  
**BCS = 2.50**



Crête iliaque et ligament  
sacro-tubérale  
Apparents  
**BCS = 3.25**

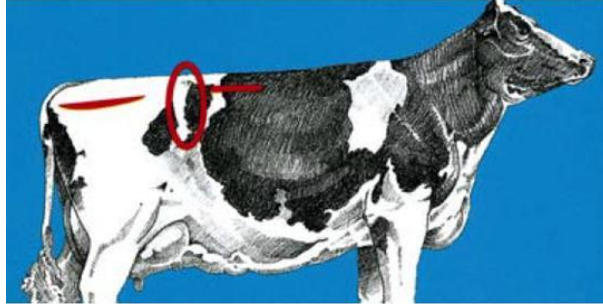


Crête iliaque apparente  
et ligament sacro-tubérel  
à piene visible **BCS =  
3.50**



Crête iliaque à piene  
apparente  
et ligament sacro-  
tubérale  
non apparent  
**BCS = 3.75**  
Crête iliaque et  
ligament  
sacro-tubérale  
Non apparents  
**BCS = 4.0**





Trochanter plat **BCS > 4.0**

Pointe des apophyses transverses à peine apparentes **BCS = 4.25**

Trochanter plat et ischions recouverts **BCS = 4.5**

Pointe de la hanche à peine apparente **BCS = 4.75**

Totalité des proéminences osseuses bien arrondies **BCS = 5.0**



*Etude  
Rétrospective*

## **Introduction**

L'élevage des génisses est un passage obligé pour l'augmentation des effectifs et de la productivité. La conduite de ces animaux (alimentation, poids vif, état corporel et âge au 1<sup>er</sup> vêlage) demande de l'attention, car ils assurent la carrière de la future vache laitière. Les performances de reproduction sont sensibles à la production laitière et à l'état des réserves corporelles, lesquels sont fortement influencés par les apports alimentaires.

Des génisses préparées à leurs carrières de futures laitières dans d'autres conditions d'élevage, et particulièrement alimentaires et de mises à la reproduction. Une fois débarquées en Algérie, ces génisses gestantes ont été confrontées à des conditions d'élevage et alimentaires variables. Leurs adaptations aux nouvelles conditions d'élevage, souvent contraignantes, particulièrement sur le plan alimentaire, se sont répercutées sur leurs performances et leur carrière de laitière.

La présente synthèse a pour objectif d'évaluer et de comparer les réponses des deux races de vaches laitières (Prim'Holsteins et Montbéliardes) à travers la production laitière, l'évolution des réserves corporelles, les performances de reproduction et la santé des vaches au cours de 3 lactations successives.

## 1. Conditions d'élevage

### 1.1. Animaux

Les animaux ont été introduit entre mai et juin 2012, âgées de  $18,6 \pm 0,9$  (PH) et  $26,5 \pm 0,9$  mois (MB), et en gestation en moyenne de  $5,6 \pm 0,4$  (PH) et  $5,5 \pm 0,4$  mois (MB), avec un poids moyen de  $474 \pm 43$  (PH) et  $558 \pm 52$  kg (MB). Les notes d'état corporelles (NEC) moyennes ont été de  $3,0 \pm 0,2$  pour les génisses de race PH et de  $3,2 \pm 0,2$  pour les génisses MB. Les femelles ont été élevées dans la même exploitation et soumises aux mêmes conditions de conduite. Les deux lots ont été disposés en deux rangées, queue à queue en stabulation entravée, avec une aire d'exercice. Dans cette exploitation, les mesures et contrôles ont été réguliers, et les vêlages ont été plus au moins groupés grâce à la synchronisation des chaleurs avec insémination artificielle.

### 1.2 Alimentation

Les fourrages étaient produits sur l'exploitation; le type de ration était variable avec complémentation individuelle. La consommation du concentré a été estimée individuellement par vache et par jour. Les aliments de base ont été distribués à tous les animaux; le concentré était consommé deux fois par jour durant la traite. Les niveaux de consommation de matière sèche de fourrages et de concentré ont été estimés aux 30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jours de lactation à partir des quantités distribuées et des refus. Les vaches tarées ont reçu exclusivement du foin ou de la paille de céréales. Les données relatives à l'alimentation ont été reportées pour les principales périodes alimentaires.

### 1.3. Etat corporel et poids vif

Les deux lots ont été suivis aux principales phases physiologiques: au vêlage, au 30<sup>ème</sup>, et 60<sup>ème</sup> jour de lactation et au tarissement. La notation de l'état des réserves corporelles (NEC) a été effectuée à l'aide de grilles de notation standardisées (Vasseur et al, 2013) et adaptées pour les vaches de race Prim'Holstein et Montbéliarde (Bazin, 1989). En plus, une mesure du tour de poitrine, pour estimer le poids vif (PV), à été effectuée après les vêlages successifs de chaque vache.

### **1.4. Production laitière**

Les données du contrôle laitier ont été planifiées pour déterminer la production initiale et la production maximale. Les conditions de vêlage, ainsi que les éventuelles affections pathologiques ont été notées. La production laitière initiale (PL) a été établie à partir des contrôles journaliers du 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> jour de lactation et la production laitière maximale (PLMax) à partir des contrôles du 1er jour de la 7<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> semaine. La production standardisée à 305 jours (PL305) a été calculée à partir de la production laitière totale contrôlée.

### **1.5. Reproduction**

Un planning de suivi des événements de la reproduction a été mis en place pour reporter les principales dates relatives aux inséminations, vêlages et tarissement. Etant donné que le 1er vêlage s'est étalé sur deux mois, la planification de l'opération de synchronisation de chaleurs a été faite après la dernière mise bas. La durée de cette opération de remise à la reproduction de chaque vache a donc été déterminée à la fois par sa date de vêlage et le début de l'opération. Les contrôles de gestation ont été effectués à partir de l'absence de retour en chaleur.

## **2. Performances réalisées**

### **2.1. Age au premier vêlage**

Les premiers vêlages étaient groupés, pour les deux races et ont eu lieu entre septembre et octobre 2012 pour les deux races. Ainsi, l'âge au 1er vêlage a été de  $24,2 \pm 0,8$  mois pour les Prim'holsteins (PH) et  $32,1 \pm 0,8$  mois pour les Montbéliardes (MB). Les notes d'état corporel (NEC) moyennes au premier vêlage ont été de  $2,8 \pm 0,2$  pour les PH et de  $3,0 \pm 0,2$  pour les MB.

### **2.2. Disponibilités alimentaires**

A l'exception du son de blé, tous les aliments sont produits au niveau de l'exploitation. Le même calendrier fourrager, composé de fourrages d'hiver, a été reconduit chaque année pendant la période de suivi. Selon l'année, les périodes

## Etude rétrospective

alimentaires ont connu des décalages de plus au moins 3 à 6 semaines. Les données relatives au suivi alimentaire sont reportées dans le tableau 1. Le calendrier fourrager fait apparaître 3 périodes alimentaires avec des rations de base types, la ration 1 (R1) à base d'ensilage d'orge (EO) et foin de vesce-avoine (FVA) ou pailles de céréales (PC) (septembre-octobre-novembre-décembre), la ration 2 (R2) à base de trèfle en vert (TV) et FVA ou pailles de céréales (PC) (janvier-février-mars-avril-mai), la ration 3 (R3) à base de FVA ou de pailles de céréales (PC) (juin-juillet-août). Les apports de concentrés (mélange d'orge concassée et son de blé) ont été effectués au poste de traite, les vaches en lactation accédant 2 fois par jour.

**Tableau 6.** Aliments disponibles et valeurs alimentaires

Aliment	Valeur/kg de matière sèche						Période de disponibilité	Ration type
	UEL	UFL	PDIE	PDIN	P	Ca		
Ensilage d'orge	1,12	0,75	80	68	3	2	Septembre-octobre-novembre-décembre	R1
Trèfle en vert	0,89	0,93	97	156	13,7	3	Janvier-février-mars-avril-mai	R2
Foin de vesce-avoine	1,1	0,68	70	78	2,6	6	Toute l'année	R1- R2-R3
Paille de céréales	1,45	0,42	44	22	1	2	Juillet-août-septembre	R3
Orge en grain	-	1,09	101	79	4	1	Toute l'année	R1-R2-R3
Son de blé	-	0,92	87	107	11,2	1,6	Toute l'année	R1-R2-R3

### 2.3. Consommation de MS et apports énergétiques

Les niveaux de consommation de matière sèche de fourrages et de concentré ont été estimés aux 30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jours de lactation à partir des quantités distribuées et des refus. Les vaches taries ont reçu exclusivement la R3. Le premier vêlage était groupé, pour les deux races et a eu lieu durant les mois de septembre et octobre de l'année 2012. Les rations types distribuées étaient au début de la 1<sup>ère</sup> lactation: ensilage d'orge (EO) et foin de vesce-avoine (FVA); en milieu de lactation: trèfle en vert (TV) et FVA; et en fin de lactation: FVA. Durant la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> lactation, le décalage des délais de fécondité, a été beaucoup plus marqué pour la PH, ce qui a décalé les périodes du 2<sup>ème</sup> vêlage à novembre-décembre- et le 3<sup>ème</sup> vêlage à janvier-février. Ce délai est moins marqué chez la MB, qui a eu son 2<sup>ème</sup> vêlage en octobre –novembre et son 3<sup>ème</sup> en décembre-janvier. Ces décalages, rapprochent les phases de milieu et fin lactation avec la période alimentaire où les régimes (R3) sont à base de FVA ou pailles de céréales (PC).

## Etude rétrospective

Les niveaux de consommation de concentré sont liés aux durées de traite, et ont été estimés entre 3 et 4 kg/vache/jour. Les moyennes d'ingestion totale de matière sèche (IMS) par race, rang de lactation et période alimentaire figurent dans le tableau 7. Au cours de la 1ère lactation, la MB a ingéré plus que la PH à 30 et 60 jours, respectivement (MB: 10,4 et 14,5 vs 9,5 et 12;  $p < 0,05$ ). Au cours des lactations suivantes, la MB a consommé toujours plus de MS que la PH, mais sans différences significatives. Par rapport aux besoins énergétiques moyens au 30<sup>ème</sup> et au 60<sup>ème</sup> jour le bilan énergétique est souvent négatif et prolongé au-delà du 60<sup>ème</sup> jour.

**Tableau 7.** Consommations moyennes de MS (kg/j) et apports énergétiques (UFL) par stade (30<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jour), race (PH, MB) et par rang de lactation (L).

Stade	Race	Rang de lactation					
		L1	UFL	L2	UFL	L3	UFL
30 <sup>ème</sup>	PH	9,5± 2,2a	7 ±1,2	11±3b	8±1	11,6±2 ,3b	8±1,4
	MB	10,4±1,4b	8±0,6	12,5± 1,7bc	8,6±0,4	12±2b	8±1,2
60 <sup>ème</sup>	PH	12±2a	10±0,8	14,5 ±3b	10±1,2	14,5±2b	10±0,8
	MB	14,5±1,6b	11±1	15,5±2,6b	12±1,4	15b±1,4b	12±0,6

*Les résultats dans la même ligne et la même colonne suivis de lettres distinctes sont différents au seuil de  $p < 0,05$*

## 2.4. Evolution de la production laitière

### 2.4.1. Production laitière

Les résultats moyens de la production laitière sont reportés au tableau 8. Durant les 3 lactations la MB a produit plus de lait (PL305) (MB 4211-5024 -5700 kg et PH: 3965-4660-5180 kg de lait,  $p < 0,05$ ). La différence était de plus en plus importante durant les 3 lactations.

## Etude rétrospective

**Tableau 8.** Evolution de la production laitière au cours des 3 lactations

PL	Race	Rang de lactation		
		L1	L2	L3
PLmax (kg/jour)	PH	17,7±1,4 <sup>a</sup>	18±3 <sup>a</sup>	18±2 <sup>a</sup>
	MB	18,8±2,6 <sup>b</sup>	19,4±2,2 <sup>b</sup>	22±3 <sup>b</sup>
PL305 (kg)	PH	3 965±328 <sup>a</sup>	4 660±420 <sup>a</sup>	5 180±400 <sup>a</sup>
	MB	4 211±340 <sup>b</sup>	5 024±360 <sup>b</sup>	5 700±530 <sup>b</sup>

*Les résultats dans la même ligne et la même colonne suivis de lettres distinctes sont différents au seuil de  $p < 0,05$*

### 2.4.2. Matières utiles

Les teneurs moyennes en matières utiles sont reportées au tableau 9. Sur les 3 lactations et sur les résultats des premiers contrôles successifs les TB et TP moyens ont été variables entre races et rang de lactation.

**Tableau 9.** Résultats moyens des TB et TP (‰) au cours des 3 lactations par stade (1<sup>er</sup> contrôle, 90<sup>ème</sup> jours), race (PH, MB) et par rang de lactation (L).

Stade	Race	Rang de lactation						Moyenne	
		L1		L2		L3		TB	TP
		TB	TP	TB	TP	TB	TP		
1 <sup>er</sup> C	PH	46,5±2,2a	34,8±3,4a	47,0±2,0	35,2±3,6	48,2±2,6	35,7±2,8	47,2±2,3	35,3±3,3
	MB	44,2±1,6b	32,2±2,1b	46,5±2,7	33,4±1,7	48,0±2,0	34,8±2,6	46,2±1,8	33,5±2,1
90 <sup>ème</sup>	PH	37,2±1,6a	29,8±2,9	36,2±2,6	28,3±2,3	35,2±2,1	28,4±2,2	36,2±2,1	28,8±2,5
	MB	34,0±2,0b	29,0±3,0	37,8±2,4	28,2±1,6	34,6±2,3	28,2±2,4	35,5±2,2	28,5±2,3

*Les résultats dans la même ligne et la même colonne suivis de lettres distinctes sont différents au seuil de  $p < 0,05$*

## Etude rétrospective

Durant les trois lactations, les premiers contrôles ont montré que les TB et TP moyens sont variables par rapport aux races et au rang de lactation. Au 1<sup>er</sup> contrôle, la comparaison intra-race des TB et TP durant les trois lactations a fait ressortir une augmentation progressive de ces taux ; TB‰ : 46,5-47-48,2 vs 44,2-46,5-48 et TP ‰ : 34,8-35,2-35,7 vs 32,2-33,4-34,8 respectivement pour la PH et la MB.

### 2.5. Evolution du poids et des réserves corporelles

Le poids vif (PV) au 1er vêlage a été plus élevé ( $p < 0,05$ ) chez la MB ( $580 \pm 45$  kg) par rapport la PH ( $510 \pm 37$  kg). Pour les deux races, le PV a augmenté au cours des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> vêlages, pour atteindre, respectivement  $607 \pm 42$  kg et  $620 \pm 28$  kg pour la MB et  $555 \pm 49$  kg et  $580 \pm 33$  kg pour la PH.

Les résultats moyens de l'évolution de la NEC sont reportés au Tableau 10 . Au cours des 30 premiers jours de la 1ère lactation, la mobilisation des réserves corporelles a été de 0,5 (PH) et 0,4 (MB) et n'a pas été significative, par contre à 60 jours la PH a mobilisé plus que la MB (respectivement, 0,8 et 0,6 point ( $P < 0,05$ )).

**Tableau 4.** Variations du poids vif (PV) et de la note d'état corporel (NEC) aux principales phases physiologiques des 3 lactations (L)

Stade	Race	Rang		
		L1	L2	L3
PV au vêlage	PH	510±45 <sup>a</sup>	555±49	580±33
	MB	580±38 <sup>b</sup>	607±42	620±28
NECV	PH	2,8±0,2 <sup>a</sup>	2,4 ±0,2	2,0±0,2
	MB	3,0±0,2 <sup>b</sup>	2,6±0,3	2,4±0,2
NEC30	PH	2,3±0,2 <sup>a</sup>	1,8±0,2	1,6±0,3
	MB	2,6±0,3 <sup>a</sup>	2±0,3	1,8±0,3
NEC60	PH	2±0,2 <sup>a</sup>	1,8±0,2	1,5±0,2
	MB	2,4±0,3 <sup>b</sup>	2± 0,3	1,8± 0,2
NECT	PH	2,4±0,2 <sup>a</sup>	2,1±0,3	-
	MB	2,6±0,3 <sup>b</sup>	2,3 ±0,2	-

*Les résultats dans la même ligne et la même colonne suivis de lettres distinctes sont différents au seuil de  $p < 0,05$  exprimés pour la perte dans la NEC par rapport à la NECV*



## Etude rétrospective

Au tarissement de la 1ère lactation, les réserves n'ont pas été totalement reconstituées pour les deux races (NEC des MB:2,6 et PH: 2,4). Les mobilisations de graisses au cours de la 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lactation ont été similaires au 30<sup>ème</sup> jour de lactation, en moyenne de 0,6; le seuil de 2 points a été atteint par les deux races et s'est maintenu jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour. Pour les deux races, le retour au niveau des réserves au vêlage n'a jamais été atteint et ce pour les 3 lactations.

### 2.6. Performances de reproduction

Les résultats moyens des paramètres de reproduction des deux races sont reportés au tableau 11. La comparaison des résultats entre les deux races a révélé des différences significatives dans l'intervalle vêlage saillie fécondante (V-IAF) (PH: 145±12 jours et MB: 115±17 jours,  $p<0,05$ ) et vêlage-vêlage (V-V) (PH 437±35 jours et MB: 395±16 jours,  $p<0,05$ ).

**Tableau 11.** Résultats moyens (en jours) des paramètres de reproduction des deux races

Race	V-IA1	V-IAF	% 1IA	% >3IA	V-V	DL
PH	96±15 <sup>a</sup>	145±12 <sup>a</sup>	20	26	437±35 <sup>a</sup>	345± 17 <sup>a</sup>
MB	74±12 <sup>b</sup>	115±17 <sup>b</sup>	35	13	395±16 <sup>b</sup>	327± 22 <sup>a</sup>

*VI-IA1: écart vêlage 1ère insémination artificielle; V-IAF: écart vêlage insémination artificielle fécondante; %1IA: % de réussite à la 1ère insémination; %3IA: % de vaches ayant nécessité plus de 3 IA; V-V: intervalle vêlage-vêlage; DL: durée de lactation*  
*Les résultats dans la même ligne et la même colonne suivis de lettres distinctes sont différents au seuil de  $p<0,05$*

Ces résultats sont liés au délai entre le vêlage et la 1ère insémination artificielle (V1IA), qui est déterminant pour la suite des événements; les résultats moyens ont été significativement différents entre la PH et la MB (respectivement: 96 et 74 jours,  $p<0,03$ ), d'autre part le taux de réussite à la 1ère IA a été meilleur chez la MB (MB: 35% et PH: 20%) ainsi que le taux de vaches ayant nécessité plus de 3IA (MB: 13% et PH: 26%).

### 3. Synthèse

#### 3.1. Production laitière

La Montbéliarde en vêlage tardif à 32 mois a produit plus de lait que la PH en vêlage précoce à 24 mois (+246; +364 et + 520 kg de lait, respectivement en 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lactations). Ces résultats sont en adéquation avec la bibliographie (Dobos et al, 2004; Abeni et al, 2000; Lin et al, 1987; Fisher et al, 1983), qui rapporte qu'un vêlage tardif permet aux primipares une PL supérieure en 1<sup>ère</sup> lactation, quelle que soit la race et la stratégie d'alimentation; ces augmentations varient entre +34 kg et +70 kg de lait pour 10 kg de différence dans le poids vif au 1<sup>er</sup> vêlage. La PH en vêlage précoce à 24 mois a eu en plus, les besoins supplémentaires de croissance nécessaires à son développement corporel qui est en compétition avec ceux de la lactation (Le Cozler et al, 2009), ce qui s'explique aussi par la mobilisation de réserves plus élevée chez cette race en 1<sup>ère</sup> lactation. Les meilleurs niveaux de PL de la MB sont dus à sa meilleure capacité d'ingestion qui est liée à l'âge (Hazel et al, 2013; Heins et al, 2008) et au PV au 1<sup>er</sup> vêlage (Veerkamp et al, 2000; Moore et al, 1991).

La faible PL chez la PH et la MB en 1<sup>ère</sup> lactation est liée à une faible mobilisation corporelle; la perte n'est que de 0,5 en début de la lactation; à cela s'ajoute la croissance relativement importante chez la PH en 1<sup>ère</sup> lactation (+45 kg) et en 2<sup>ème</sup> lactation (+25 kg) par rapport à la MB (+27 kg) en 1<sup>ère</sup> lactation et (+13 kg) en 2<sup>ème</sup> lactation, qui est en concurrence avec les besoins de lactation (Le Cozler et al, 2009). Dans les mêmes conditions alimentaires et face au déficit énergétique, les effets négatifs sont plus notés chez la PH par rapport à la MB; le même constat est rapporté par Cutillic et al (2011).

#### 3.2. Poids vif et réserves corporelles

Indépendamment de l'âge, le PV et surtout la NEC au premier vêlage sont déterminants dans la carrière laitière de la primipare. On constate que la MB a mis bas avec une NEC (3 points) et la PH (2,8 points), ce qui est en dessous des notes préconisées. En effet, au 1<sup>er</sup> vêlage, il est admis une NEC moyenne variant entre 3,5 et 3,2 (Seifi et al, 2011; Walsh, et al, 2007; Enjalabert, 1998). Le PV optimum au 1<sup>er</sup> vêlage est recherché en vue de maximiser la production laitière (PL); il varie beaucoup selon les auteurs. A 32 mois au 1<sup>er</sup> vêlage, la MB était plus lourde de + 70 kg que la PH; son PV était conforme

## Etude rétrospective

---

aux PV cités dans la bibliographie et qui sont de 540-570 kg (Keown et Everett, 1986) à 580-630 kg (Hoffmann, 1997). La PH a vêlé avec un PV en dessous des recommandations qui sont de 82 % du PV adulte (van Amburgh et al, 1998) à 90-95% (Le Cozler et al, 2009) pour cette race. L'évolution du PV au cours des lactations suivantes a été modérée chez la MB (+27 kg et +13 kg) et importante chez la PH +45 kg et +25 kg.

La faible PL, chez les deux races, par rapport à leurs potentialités, s'explique par le déficit énergétique qui se prolonge jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour pour toutes les lactations. En effet, Waltner et al (1993) rapportent une baisse de 322 kg de lait dans les 90 jours du début de lactation, suite à une diminution de la NEC au 1er vêlage de 3 à 2.

### 3.3. Reproduction

Les performances de reproduction relativement faibles, avec un nombre moyen d'IA par vache de 2,6 pour la MB et 3,2 pour la PH sont liées à un affaiblissement progressif de l'état des réserves qui descend en dessous de 2,5 points de NEC en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lactations, comme rapporté par Lopez-Gatius et al (2003), qui constatent une réduction du taux de conception pour un EC <2,5 au vêlage ainsi qu'à l'IA1. Comme indiqué plus haut, un faible PV au 1er vêlage baisse l'ingestion en début de lactation et peut donc renforcer le bilan énergétique négatif qui, chez les vaches laitières, prolonge les délais VIA1 (Butler 2000; Liefers et al, 2003), ainsi que sa durée (De Vries et Veerkamp, 2000). Cependant le vêlage tardif permet aux MB de maintenir relativement de meilleures performances de reproduction.

### 3.4. Etat sanitaire

Le vêlage tardif diminue le risque d'une pathologie au niveau de la mamelle en général et d'une mammite sévère en particulier. Les cas de dystocies, de vêlages assistés, de mammites et d'affections au niveau des membres ont été plus importants chez la PH. Ceci est en accord avec ce que rapportent Waage et al (1998). Il semble que c'est notamment le vêlage très tardif (à 3 ans) qui permet une forte diminution du risque de mammite, ce qui explique les faibles fréquences chez la MB.

La fréquence plus élevée chez la PH, surtout au 1er vêlage, peut être liée à son âge précoce comme le rapportent Mee et al (2011); dans l'ensemble la PH a eu des taux de dystocie élevés. Les complications post-partum font suite généralement aux vêlages difficiles.

### Conclusion

- Les résultats enregistrés au cours des 3 années montrent des réponses différentes entre les deux races qui ont été introduites à des âges différents puis élevées dans les mêmes conditions.
- Face au déficit énergétique, les deux races ont réagi par des niveaux de performances en dessous de leurs potentialités de production laitière et de reproduction au cours des 3 lactations successives.
- Les vaches de race Montbéliarde, plus âgées en moyenne de  $7,9 \pm 0,9$  mois au départ, ont montré de meilleures performances de production laitière et de reproduction, par rapport à la Prim'Holstein, malgré le déficit nutritif prolongé en début de lactation, dans les conditions étudiées.
- Pour les deux races, l'évolution des réserves corporelles s'est dégradée progressivement au cours des 3 lactations pour atteindre des niveaux critiques en dessous de 2 points au 60<sup>ème</sup> jour de lactation. Cependant, la Montbéliarde a toujours retrouvé un meilleur état de réserves par rapport à la Prim'Holstein.
- Pour les deux races, les performances de reproduction ont été influencées d'une part par la dégradation continue de l'état corporel, d'autre part par la gestion et la maîtrise technique de l'insémination artificielle, provoquant le rallongement des délais de fécondité.
- Les effets négatifs ont été plus notés chez la PH vêlant pour la première fois à 24,2 mois que chez la MB vêlant à 32,1 mois.
- L'importation de génisses pleines doit être objective et doit tenir compte de la race, l'âge à l'introduction, l'âge au premier vêlage, les conditions d'alimentation et la maîtrise de la reproduction, et globalement du bilan à un âge donné entre productions et dépenses.

*Référence  
Bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- Abeni F, Calamari L, Stefanini L and Pirlo G 2000.** Effects of daily gain in pre- and post pubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile, and future milk production. *Journal of Dairy Science* 83, 7, 1468-78
- Agabriel J., Petit M., 1987.** Recommandations alimentaires pour les vaches allaitantes. *Bull. Tech. CRZV Theix INRA*, 70, 153-166.
- Barret J.P., 1992.** Zootechnie générale Agriculture d'aujourd'hui Sciences, Technique, Applications. Ed : Lavoisier Paris 252P (108-116).
- Bazin S 1989.** Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches montbéliardes. Paris, ITEB-RNED. 1989, 27 p.
- Bazin S., 1984.** Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches pies-noires. ITEBRNED, Paris (France). p 31.
- Benaich S., Guerouali A., Belahsen R., Mokhtar N., Aguentaou H., 1999.** Effet du degré de mobilisation des réserves corporelles après le vêlage sur la fonction reproductive de la vache laitière en post - partum . *Revue de Méd. Vét*, 150 (5) : p 441-446.
- Blauw H., Hertog., G.D Koeslag J ., 2008.** L'élevage de vaches laitières plus du lait grâce à une meilleure gestion Série Agrodok. 14, 3 éditions, édition Digigrafi. Wageningen, Pays.
- Bosio L., 2006.** .relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière: le point sur la bibliographie, École nationale vétérinaire de Lyon, Université Claude Bernard-Lyon, p 84.43.
- Boudon A. Khelil H. Ménard J.Brunschwig . Faverdin P., 2013.** Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitiers : déterminismes physiologiques et quantification , *INRA Prod. Anim.*, 26 (3), 249-262, P 250

## Références bibliographiques

---

- Bouzebda Z., 2007.** Gestion zootechnique de la reproduction dans des élevages bovins laitiers dans l'Est algérien, Thèse de doctorat d'état en sciences vétérinaire, Université MENTOURI.Constatntine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences vétérinaires, p 55-66.
- Brisson J., 2003.** Nutrition, alimentation et reproduction. In: Symposium sur les bovins laitiers, Saint-Hyacinthe, Canada, CRAAQ Centre de références en agriculture et agroalimentaire de Quebec
- Butler W R 2000.** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61, 449-457
- Butler W.R., 2005.** Relationships of negative energy balance with fertility- - *Adv Dairy Tech*; 17: 35-46.
- Chesworth J., 1996.** L'alimentation des ruminants, Edition Maison neuve et Larousse, p263.
- Chilliard Y., Remond B., Agabriel J., Robelin J., Verite R., 1987.** Variations du contenu digestif et des réserves corporelles au cours du cycle gestation-lactation - *Bull Tech CRZV Theix INRA* ; 70 : 117-130. Utérine.
- Coulon J.B., Rémond B., 1991.** "Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs", *INRA, Prod. Anim.*, 4 (1), 49-56.
- Cutullic E, Delaby L, Gallard, Y and Disenhaus C 2011.** Dairy cows' reproductive response to feeding level differs according to the reproductive stage and the breed. *Animal*, 5, 731-740.
- De Vries M J and Veerkamp R F 2000.** Energy Balance of Dairy Cattle in Relation to Milk Production Variables and Fertility. *Journal of Dairy Science* 83, 62-69
- Dobos R C, Nandra K S, Riley K, Fulkerson W J, Alford A and Lean I J 2004.** Effects of age and liveweight at first calving on first lactation milk, protein and fat yield of Friesian heifers. . *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 969-974

## Références bibliographiques

---

- Drame E.D., Hanzen C., Houtain J.Y., Laurent Y., Fall A., 1999.** Profil de l'état corporel au cours du post-partum chez la vache laitière. *Ann Med. Vét.*, 143: p.265-270.
- Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G., 1989.** A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 72 : p. 68-78.
- Enjalbert F 1998.** Contraintes nutritionnelles et métaboliques pour le rationnement en peripartum. *Le nouveau praticien* 59-68
- Enjalbert F., 1994.** Relations alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Point Vét*, 158: p. 77-83.
- Enjalbert F., 2002.** Reproduction et fertilité des vaches laitières. *Activéto*, 14 : p. 16-17.
- Enjalbert F., 2003.** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage - *Point Vet*; 34 (236) : 40-44.
- Fisher LJ, Hall JW and Jones SE 1983.** Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *Journal of Dairy Science* 66, 21-67
- Flamenbaum I.,Wolfenson D.,Kunz P.L., Maman M., Berman A., 1995.** Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation summer. *J. Dairy Sci.* 78 : 2221-2229.
- Friggens N. C., Berg P., Theilgaard P., Korsgaard I. R., Ingvarsten K. L., Løvendahl P., Jensen J. 2007.** “Breed and Parity Effects on Energy Balance Profiles Through Lactation: Evidence of Genetically Driven Body Energy Change.” *Journal of Dairy Science* 90 (11): 5291–5305. doi:10.3168/jds.2007-0173
- Garcia F., Agabriel J., 2007.** Recommandations alimentaires pour les vaches de réforme à l'engrais. Développement d'un modèle d'estimation de la composition du gain de poids et des besoins associés, *INRA Prod. Anim.*, 20 (2), p139.
- Garnsworthy P.C., 1988.** The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. In : Garnsworthy P.C., ed. *Nutrition and lactation in the dairy cow*. London Butterworth, p 157.



## Références bibliographiques

---

- Geachart M.A., Curtis R., Erb H.N., Smith R.D., Sniffen C.J., Chase L.E., Cooper M.D. 1990.** Relationship of changes in condition score to cow health in holsteins J Dairy Sci, 73: p. 3132-3140.
- Gerloff B.J., 1987** Body condition scoring in dairy cattle. Agri-practice, 8 (7): p. 31- 36.
- Ghoribi L., 2011.** Etude de l'influence de certains facteurs limitants sur les paramètres de reproduction chez les bovins laitiers dans des élevages d'Est Algérien. Thèse de doctorat Vétérinaire, p 169.
- Hady P.J., Domecq J.J., Kaneene J.B., 1994.** Frequency and precision of body condition scoring. J Dairy Sci, 77: p. 1543-1547.
- Hanzen C., 2004.** Cours d'obstétrique et pathologie de la reproduction<<bovins; équidé ; et porc>> faculté de médecine vétérinaire, Université de liège.
- Hazel A R, Heins B J, Seykora A J and Hansen L B 2012** Montbéliarde-sired crossbred compared with pure Holsteins for dry matter intake, production, and body traits during the first 150 days of first lactation. Journal of Dairy Science 96, 1915-23
- Hazel A R, Heins B J, Seykora A J and Hansen L B 2013** Montbéliarde-sired crossbred compared with pure Holsteins for dry matter intake, production, and body traits during the first 150 days of first lactation. Journal of Dairy Science 96, 1915-23
- Heather D., William H., 2017.** Symposium sur les bovins laitiers, Stratégies nutritionnelles pour les vaches en transition, État de New York, p45.
- Heins B J, Hansen L. B, Seykora A J, Hazel A R, Johnson D G and Linn J G 2008.** Crossbreds of Jersey x Holstein compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. Journal of Dairy Science 91, 9, 3716-22
- Heuer C., Schukken Y.H., Dobbelaar P., 1999.** Post- partum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yields, and culling in commercial dairy herds. J. Dairy Sci., 82: p. 295-304.

## Références bibliographiques

---

- Hoffman P. C., 1997.** Optimum Body Size of Holstein Replacement Heifers. *Journal of Animal Science* 75, 3, 836-845.
- Hoffmann A., 2018.** Améliorer le bien-être animal grâce aux méthodes en élevage de précision, Synthèse bibliographique dans le cadre de la formation Systèmes d'élevage de Montpellier SupAgro, p6, p8
- Illustrations fournies avec l'accord de elanco 2006.** [www.agridra.ch](http://www.agridra.ch) vulgarisation agricole.
- INRA., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Jarrige, INRA, Paris. Pp : 29-56.
- INRA., 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des polygastriques. Edu-cagri Ed. pp296-323.
- INRA., 2007.** Guide pratique, Alimentation des bovins, ovin et caprin, Édition Quae, p60.
- Jarrige R.,1980.** Principe de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. Besoins alimentaires des animaux, valeur nutritive des aliments.
- Jarrige, R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 471 p.
- Keown J F and Everett R W 1986** Effect of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. *Journal of Dairy Science* 69, 1891
- Konigsson K., Savoini G., Govoni N., Invernizzi G., Prandi A., Kindahl H., Veronesi M.C. 2008.** Energy balance, leptin, NEFA and IGF-I plasma concentrations and resumption of post-partum ovarian activity in Swedish red and white breed cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(1),1-7<https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-3>.
- Le Cozler Y, Peccatte J R, Porhie J Y, Brunshwig P et Disenhaus C 2009.** Pratiques d'élevages et performances des génisses laitières: état des connaissances et perspectives. *Inra Productions Animales*, 22, 4, 303-316
- Liefers S C, Veerkamp R F, Delavaud C, Chilliard Y and van der Lende T 2003.** Leptin Concentrations in Relation to Energy Balance, Milk Yield, Intake, Live Weight, and Estrus in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 86, 799–807

## Références bibliographiques

---

- Lin C Y, Lee A J, Mcallister A J, Batra T R, Roy G L, Vesely J A, Wauthy J M and Winter K A 1987.** Intercorrelations among milk production traits and body and udder measurements in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 70, 11, 2385-93
- Lopez-Gatius F, Yaniz J and Madriles-Helm D 2003.** Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 59, 3-4, 801-812
- Madr ., 2009.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Politique de renouveau agricole et rural
- Mee J F, Berry D P and Cromie A R 2011.** Risk factors for calving assistance and dystocia in pasture-based Holstein–Friesian heifers and cows in Ireland. *The Veterinary Journal* 187, 189-194
- Meissonnier E., 1994.** Tarissement modulé, conséquence sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières. *Point Vét*, 26: p. 69-75.
- Mongeon M., Guelph et French J, 2021.** *Livestock Specialist, Bilingual, OMAFRA, Ontario ministry of agriculture food and rural affairs.*
- Moore R K, Kennedy B W, Schaeffer L R and Moxley J E 1991** Relationships between age and body weight at calving and production in 1st lactation Ayrshires and Holsteins. *Journal of Dairy Science* 74, 1, 269-278
- Morrow D.A., Hillman D., Dade A.W., Kichen H., 1979.** "Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome". *J. Am. Vet. Med, Asset*, n° 74, 161 -167.
- Nazhat S., Aamanullah A., Jahid Z., Shapoor R, 2021,** importance of body condition scoring in reproductive performance of dairy cows : a review, *open journal of veterinary medicine*, vol.11 No.7, July 2021.
- Otto K.L., Ferguson J.D., Fox D.G., 1991.** Relationship between condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in holstien dairy cows. *J Dairy Sct*, 14. p. 852-859.

## Références bibliographiques

---

- Petit M., 1979.** Effet du niveau d'alimentation à la fin de la gestation sur le poids à la naissance des veaux et leur devenir. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 19, 1B, 277-287.
- Petit M., Jarrige R., Russel A.J.F., Wright I.A., 1992.** Feeding and nutrition of the suckler cow. In: *Beef Cattle Production*, 191-208.
- Poncet J., 2002.** Etude Des facteurs de risques de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion: influence de l'alimentation sur la reproduction, p63, p64.
- Pushpakumara P.G.A., Gardner N.H., Reynoldsc K., Beever D.E., Wathes D.C., 2003.** Relationship between transition period diet , metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows . *Theriogenology* , 60 : p . 1165-1185.
- Reist M., Erdin D.K., Von Euw D., Tschumperlin K.M., Leuenberger H., Hammon H.M., 2003.** Postpartum reproductive function association with energy metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows . *Theriogenology* , 59 p . 1707-1723.
- Roche J.R., Dillon P.G., Stockdale C.R, Baumgard L.H., Vanbaale M.J., 2004.** Relationships among international body condition scoring systems. . *Dairy Sci.*, 87 :3076 3079. : 10.3168/jds. S0022-0302(04)73441-4.
- Roger W., 1998.** Alimentation de la vache laitière, 3 ème Édition, France agricole, Paris p23.
- Schroder U. J., Staufenbiel R 2006.** Invited review: Methods to Determine Body Fat Reserves in the Dairy Cow with Special Regard to Ultra sonographic measurement of Back Fat Thickness. *J Dairy Sci.*, 89 1-14. *Sci*, 71 (4) 1063-1072.
- Seifi H A et al 2011** Metabolic predictors of Post Partum Disease and Culling Risk in Dairy Cattle. *The Veterinary Journal*. 2011, 188, pp. 216-220
- Sérieys F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières : une période clé pour la santé. *Production et la rentabilité du troupeau*, 1997.
- Sérieys F., 2015.** Le tarissement des vaches laitières, 2ème Édition, France agricole, p86.

## Références bibliographiques

---

- Spengler A., Christophe N., Silvia I., Michael W., 2015.** Notation de l'état corporel, Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).
- Spurlock D. M., Dekkers J. C. M., Fernando R., Koltjes D. A., Wolc A. 2012.** “Genetic Parameters for Energy Balance, Feed Efficiency, and Related Traits in Holstein Cattle.” *Journal of Dairy Science* 95 (9): 5393–5402
- Tillard E., 2007.** Approche globale des facteurs associés à l'infertilité et l'infécondité chez la vache laitière: importance relative des facteurs nutritionnels et des troubles sanitaires dans les élevages de l'île de la Réunion, Université de Montpellier 2, Sciences et Techniques du Languedoc, p29.
- Troccon J. L., Petit M., 1989,** Croissance des génisses de renouvellement et performances ultérieures, Productions animales, Institut National de Recherche Agronomique, INRA, Prod, Anim, 2(1), 55-64 p58.
- Van Amburgh M E, Galton D M, Bauman D E, Everett R W, Fox D G, Chase L E and Erb H N 1998** Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science* 81, 2, 527-538
- Vasseur E, Gibbons J, Rushen J and de Passillé A M 2013** Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition score of dairy cow in animal welfare assessments. *Journal of Dairy Science* 96, 4725-4737
- Veerkamp R F, Oldenbroek J K, Van Der Gaast H J and Van Der Wer J H J 2000** Genetic Correlation Between Days Until Start of Luteal Activity and Milk Yield, Energy Balance, and Live Weights. *Journal of Dairy Science* 83, 577–583
- Waage S, Sviland S and Odegaard S A 1998** Identification of Risk Factors for Clinical Mastitis in Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science* 81, 1275–1284
- Walsh S, Buckley F, Pierce K, Byrne N, Patton J and Dillon P 2008** Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. *Journal of Dairy Science* 91, 4401–13

## Références bibliographiques

---

**Waltner S S, McNamara J P and Hillers J K 1993** Relationship of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 76, 3410.

**Waltner S.S., Mcnamara J.P., Hillers J.K., 1993.** Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci*, 76: p. 3410-3419.

**Wheeler B., 1996.** Guide d'alimentation des vaches laitières. Fiche technique. Minister d'agriculture d'alimentation. Ontario, Canada.

**Whittier J.C., Barry S., Weaverdavid., 1993.** Body Condition Scoring of Beef and Dairy Animals. Agricultural publication G2230 Reviewed Septembre 15.

**Wolter R., 1997.** Alimentation de la vache laitière. - Paris : 3 éd France Agricole. p179.