

**UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires**

Département des Sciences Agronomiques

## **MEMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité : Alimentation et performances zootechniques des ruminants

**IMPACT DES CONDITIONS D'ELEVAGE BOVIN SUR LES  
PERFORMANCES DE PRODUCTION LAITIERE ET DE  
REPRODUCTION DANS DEUX REGIONS « CENTRE ET  
OUEST DU NORD ALGERIEN »**

Par

**NAIT MOULOU D Mohamed**

Devant le jury composé de

A. BERBER	Maître de conférence, U. de Blida	Président
D. KHELEF	Maître de conférence, ENV, Alger	Examineur
M. BENCHERCHALI	Chargé de cours, U. de Blida	Examineur
R. KAÏDI	Professeur, U. de Blida	Rapporteur

Blida, Janvier 2010

## RESUME

Ce présent travail s'articule autour de trois parties. La première partie a été réalisée dans le but de diagnostiquer la situation de deux segments importants de la filière laitière (production et collecte du lait) et qui a concerné les éleveurs et les collecteurs des deux laiteries de Rélizane et de Blida. Une forte saisonnalité de la production laitière résultant de la non maîtrise de la conduite des troupeaux qui aurait permis d'obtenir des vêlages en contre saison et/ou étalés sur l'année a été notamment constatée. La seconde partie a visé la caractérisation de la qualité globale du lait de la région de Rélizane, la réalisation d'une typologie des laits et la mise en relation des caractéristiques des laits aux pratiques des 73 éleveurs enquêtés. Dans cette partie, on a constaté l'importance de la variabilité de la qualité du lait et la diversité des facteurs qui l'affectent. Aussi, il s'est avéré qu'aucunes des cinq classes de laits (élaborées à l'aide d'une CAH construite à partir des résultats d'une ACP) ne peut être jugée "idéale" en termes de qualité globale. La troisième partie a consisté en une étude critique des pratiques de six exploitations ayant fait l'objet de suivis et des études rétrospectives des résultats de la production laitière et de la reproduction et des facteurs de leurs variations pour les fermes disposants de données historiques. Des erreurs de conduites et des décalages par rapport aux recommandations ont été constatés et qui ont pour conséquence des rendements laitiers faibles et des paramètres de reproduction éloignés des normes préconisées.

Mots clés : Lait, production laitière, qualité du lait, reproduction, facteurs de variations

## **ABSTRACT**

This present study is divided into three parts. The purpose of the first part is to diagnose the situation of two significant segments of the dairy sector (dairy production and collection) which related to the stockbreeders and the collectors of the dairies of Rélizane and Blida. A strong seasonality of the dairy production resulting from not control of livestock farming practices which would have made it possible to obtain calving of against season and/or spreads out over the year was in particular noted. The second part aimed at characterization of the global quality of the milk of the area of Rélizane, realization of a typology of milks and connection of the characteristics of milks to the practices of the 73 stockbreeders surveyed. In this part, the importance of the variability of the quality of milk and the diversity of the factors which affect it was noted. As, it proved as any of the five milk classes (elaborate using a HAC built starting from the results of a PCA) cannot considered to be "ideal" in terms of global quality. The third part consisted of a critical study of the practices of six dairy farms having been the subject of surveys and of the retrospective studies of the results of dairy production and reproduction and the factors of their variations for the farms having historical data. Errors of management practices and shifts compared to the recommendations were noted and which have as a consequence of the weak dairy outputs and of the parameters of reproduction far away from the recommended standards.

Key words: milk, dairy production, milk quality, reproduction, factors of variation.

## ملخص

هذه الدراسة مبنية على ثلاثة أجزاء. يهدف الجزء الأول منها لتشخيص وضعية حلقتين من قطاع الألبان (إنتاج و تجميع الحليب) و الذي يخص منتجي و مجمعي الحليب العاملين مع مل بنتين بغليزان و البلدية. لحضت بالأحرى تغيرات موسمية قوية لإنتاج الحليب الناتجة من عدم تحكم المربين في تسيير قطعانهم الذي كان سيسمح بالحصول على ولادات في مواسم مضادة و/أو موزعة على طول السنة. خصص الجزء الثاني لوصف النوعية الإجمالية لحليب منطقة غليزان، لتصنيف هذا الحليب ولربط خصوصياته بممارسات 73 مربي بقر حلوب الذين شملتهم الدراسة الاستقصائية. في هذا الجزء من الدراسة، لحظنا أهمية تباين نوعية الحليب و تنوع العوامل التي تؤثر عليها. أيضا، تبين أنه لا يمكن وصف أي صنف من الأصناف الخمسة المحصل عليها من التحاليل الإحصائية المجرات (CPA و HAC) ب"المثالي" من حيث النوعية الإجمالية للحليب. الجزء الثالث تناول تحليل ونقد طرق التسيير في ستة استغلاليات خضعت لتتبع وكذا دراسة استرجاعية لمردود الحليب والحالة التكاثرية وعوامل تغيرهما بالنسبة للمزارع التي تتوفر على معلومات تاريخية. تمت ملاحظة أخطاء في الممارسات و انحرافات عن التوصيات التي أدت إلى ضعف في إنتاج الحليب و تدهور معايير التكاثر وابتعادها عن المقاييس "العادية".

الكلمات المفتاحية: حليب، إنتاج الحليب، نوعية الحليب، التكاثر، عوامل التغيير.

## REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier, en premier lieu, mon directeur de recherche Monsieur Kaïdi Rachid, pour sa croyance en moi, ses encouragements et la grande liberté qu'il m'a laissé quand à la gestion du travail. Sans sa gentillesse, sa patience, sa compréhension, ses conseils, son aide, je n'aurais pas pu mener à bout cette étude.

Je remercie également Monsieur Berber Ali d'avoir accepté de présider le jury, d'avoir apporté ses critiques et remarques qui m'ont été très bénéfiques.

Mes vifs remerciements s'adressent à Monsieur Khelef Djamel d'avoir accepté de faire partie du jury. Ses conseils et ses suggestions me seront certainement utiles.

Aussi, je désire exprimer ma gratitude à Monsieur Bencherchali Mohamed pour ses remarques congrues et ses réflexions constructives. Je le remercie d'avoir accepté de juger ce travail.

Mention particulière aux éleveurs et collecteurs ainsi qu'aux personnels et responsables des fermes du secteur public de DBK (Tizi-Ouzou) et de Ouamri (Médéa) pour leur patience et leur coopération durant les travaux de collectes de données.

Ma sincère reconnaissance aux différents responsables au niveau des laiteries qui ont apporté leur soutien à la réalisation de cette étude, en particulier Messieurs Nait Hammoud et Hadj Brahim à Rélizane, Sidi Moussa et Azeddine à Blida, Mr Khelifati A. et Mme Diboune S. à DBK.

Que le personnel des laboratoires, des quais et des centres de collectes des laiteries de Sidi-Sâada (Rélizane), de Blida et de D.B.K (Tizi-Ouzou) qui m'ont fournis leur aide, trouve ici, le gage de mon infinie gratitude.

## DEDICACES

Je dédie ce travail :

- A tous les membres de ma famille : ma mère, mes sœurs, mes frères, leurs épouses et leurs adorables petits fils Mokrane et Jigi ;
- A toi Fatima et toute ta famille;
- A tous mes amis : Arezki et sa femme Safia, Mustapha et ses amis de Rélizane Ahmed et Mohamed, Ahmed Zizi, les deux Rachid, Bélaid, Mourad, Boussaâd, Ghani, Bob, Moh Chenoui et Rafika, Mokrane et Ghania, Hamid, Samir, Juba, Mehanna, Arezki Tighilt, Yazid ...
- Et surtout à la mémoire de mon cher père;

## TABLE DES MATIERES

RESUME .....	
REMERCIEMENTS .....	
DEDICACES.....	
TABLE DES MATIERES.....	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX .....	
INTRODUCTION .....	16
1. LAIT ET PRODUCTION LAITIERE.....	19
1.1 Définitions .....	19
1.2 Composition physique .....	20
1.3 Composition chimique .....	20
1.4 La courbe de lactation .....	22
1.5 Les facteurs qui agissent sur la quantité de lait produite.....	25
2. QUALITE DU LAIT .....	37
2.1 Les critères de caractérisation de la qualité du lait .....	37
2.2 Qualité physique du lait .....	39
2.3 Qualité hygiénique et microbiologique du lait.....	45
2.4 Qualité chimique.....	47
3. REPRODUCTION .....	89
3.1 Notions de fertilité et de fécondité .....	89
3.2 Les facteurs influençant les paramètres de la reproduction .....	94
3.3 Alimentation et reproduction .....	107
4. TRAITE .....	121
4.1 Définition .....	121
4.2 Réflexe d'éjection du lait.....	121
4.3 Déroulement de la traite .....	125
4.4 Fréquences et intervalles de traite.....	132
4.5 Optimiser la traite .....	135
5. MATERIEL ET METHODES.....	136
5.1 Enquêtes du terrain et collecte des informations .....	136
5.2 Le questionnaire.....	139
5.3 Analyses du lait .....	139

5.4	Présentation des lieux de travail .....	139
5.5	Traitement des données et analyses statistiques .....	141
6.	RESULTATS .....	145
6.1	Description des réseaux de collecte .....	145
6.2	Description des élevages fournisseurs de lait .....	157
6.3	Description des élevages enquêtés à Rélizane .....	163
6.4	Caractéristiques des laits .....	169
6.5	Typologie des laits selon leurs caractéristiques .....	171
6.6	Résultats du suivi des six élevages .....	178
7.	DISCUSSION .....	198
7.1	Réseaux de collecte .....	198
7.2	Caractéristiques des laits .....	199
7.3	Facteurs de variation .....	200
7.4	Pratiques d'élevage et rendements laitiers des six fermes suivies.....	206
7.5	Etudes rétrospectives de la production laitière des fermes F1 et F4 ...	210
7.6	Etude rétrospective des paramètres de reproduction des fermes F1, F3 et F4.....	212
	CONCLUSION.....	218
	APPENDICES.....	220
	REFERENCES .....	241

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Tableau 1.1	Détails de la composition chimique du lait de vache	21
Tableau 1.2	Coefficients de prédiction de la PL à 305 jours	23
Tableau 1.3	Effet du numéro de lactation sur la production laitière pour la race Holstein	31
Tableau 1.4	Facteurs de variation des paramètres de reproduction en fonction de la production laitière	35
Tableau 2.1	Les diverses facettes de la qualité du lait	38
Tableau 2.2	Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu du méthylène	47
Tableau 2.3	Facteurs influençant la réponse (+ ou -) du TB à l'ajout de lipides dans la ration	56
Tableau 2.4	Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne – 45% de concentré) sur les performances des vaches laitières	58
Tableau 2.5	Taux butyreux du lait de différentes races mesuré par plusieurs auteurs	63
Tableau 2.6	Résumé des facteurs autres qu'alimentaires influençant le TB	68
Tableau 2.7	Performances des vaches en fonction du niveau protéique de la ration	77
Tableau 2.8	Effet de l'infusion de la méthionine sur la production du lait et sa composition	81
Tableau 2.9	Taux protéiques de quelques races	82
Tableau 3.1	Efficacité de la détection des chaleurs	99
Tableau 3.2	Résumé des paramètres de reproduction selon le niveau de production (données américaines sur 4550 troupeaux Holstein)	103
Tableau 3.3	Résumé des facteurs individuels et collectifs responsables de problèmes de reproduction	104
Tableau 3.4	Valeurs optimales des différents paramètres de reproduction	105
Tableau 3.5	Objectifs de reproduction dans les troupeaux laitiers	106

Tableau 3.6	Principales relations entre alimentation et troubles de la reproduction	109
Tableau 4.1	Effet du passage à la mono-traite pendant 8 semaines sur la production et la qualité du lait	133
Tableau 4.2	Production laitière et de lactose, métabolisme mammaire du glucose par ½ mamelle au 7 <sup>e</sup> jour de traitement	134
Tableau 6.1	Quantités collectées et nombre de collecteurs par Wilaya pour l'année 2006/2007 à la laiterie de Blida	154
Tableau 6.2	Quantités collectées des différentes daïras durant la période de janvier à avril 2008 au niveau de la laiterie de Blida	155
Tableau 6.3	Classes de taille des exploitations (caractérisée par le nombre de vaches présentes) en fonction des catégories d'âges	159
Tableau 6.4	Quantités annuelles collectées par élevage des 375 éleveurs qui ont livré à la laiterie de Sidi-Sâada au cours l'année 2007	160
Tableau 6.5	Quantité moyenne collectée par mois et par éleveur à laiterie de Blida (janvier à avril 2008)	162
Tableau 6.6	Nombre de livraisons en fonction de la quantité quotidienne livrée par éleveur durant la période janvier à avril 2008 au niveau de laiterie de Blida	162
Tableau 6.7	Répartition des éleveurs questionnés selon le nombre d'années de travail avec la laiterie de Sidi-Sâada	165
Tableau 6.8	Répartition des éleveurs enquêtés en fonction du niveau scolaire	165
Tableau 6.9	Répartition des éleveurs enquêtés en fonction de la formation agricole	165
Tableau 6.10	Répartition des éleveurs enquêtés en fonction du nombre d'UTH	166
Tableau 6.11	Répartition des exploitations selon leurs effectifs de vaches laitières	167
Tableau 6.12	Résumé des principales caractéristiques des classes de laits et des exploitations	177
Tableau 6.13	Bâtiments d'élevages et surfaces réservées par vache au niveau des six fermes étudiées	178
Tableau 6.14	Aliments distribués aux vaches des six fermes	182
Tableau 6.15	Variation des quantités produites par vache en fonction du mois et du rang de lactation, de la race et de la saison de vêlage au niveau de la ferme F1	186

Tableau 6.16	Variation des quantités produites par vache en fonction du mois et du rang de lactation et de la saison de vêlage au niveau de la ferme F4	188
Tableau 6.17	Influence du facteur élevage et comparaison des moyennes des fermes F1 et F4	189
Tableau 6.18	Résumé des paramètres de reproduction des trois fermes	193
Tableau 6.19	Résumé des paramètres de reproduction par ferme	193
Tableau 6.20	Positionnement des résultats de reproduction obtenus par rapport aux normes	194
Tableau 6.21	Variation des parts des animaux durant la période 2005-2007	196
Tableau 6.22	Poids des femelles « pies rouges » de la naissance à l'âge adulte au niveau de la ferme de Médéa	197
Tableau 6.23	GMQ (g/j) des génisses de différentes catégories d'âges au niveau de la ferme de Médéa	197
Figure 1.1	Evolution de la production laitière au cours de la lactation d'une vache laitière	23
Figure 1.2	Exemple de différentes formes de courbes de lactation ajustées par le modèle de Coulon et de Pérochon	24
Figure 1.3	Effet du numéro de lactation sur la production laitière	31
Figure 1.4	Fréquence moyenne de mammite clinique selon la classe de production laitière et la race	33
Figure 1.5	Le risque de nouvelles infections (mammites) est très élevé au tarissement	34
Figure 1.6	Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1 <sup>e</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2 <sup>e</sup> lactation sur la production du lait en 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> lactations par rapport à un tarissement normal	36
Figure 2.1	Effet de l'augmentation du % de concentré dans la ration sur le TB	54
Figure 2.2	Effet de l'augmentation de la quantité de concentré (g/ Kg de lait) sur le taux butyreux	54
Figure 2.3	Influence de la granulométrie de la ration sur le taux butyreux du lait de vache	58
Figure 2.4	Evolution du taux butyreux au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation chez des animaux de	66

	type pie-noire ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey	
Figure 2.5	Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1 <sup>e</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2 <sup>e</sup> lactation sur le taux de MG du lait en 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> lactations par rapport à un tarissement normal	67
Figure 2.6	Réponse du taux protéique du lait (TP, g/kg) aux variations des apports énergétiques (UF, UFL/j)	75
Figure 2.7	Effet d'un apport énergétique déficitaire sur le taux protéique du lait	78
Figure 2.8	Evolution de la production et du taux de protéines du lait en fonction de la teneur de la ration en Histidine	80
Figure 2.9	Evolution du taux protéique au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation chez des animaux de type pie-noire ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey	83
Figure 2.10	Effet du numéro de lactation sur le taux protéique du lait	85
Figure 2.11	Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1 <sup>e</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2 <sup>e</sup> lactation sur le taux protéique du lait en 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> lactations par rapport à un tarissement normal	86
Figure 3.1	Graphique de la fertilité du troupeau	91
Figure 3.2	Chronologie des pathologies du post-partum	97
Figure 3.3	Evolution de la production et des performances de reproduction des troupeaux pour la période de 1970 à 2000	102
Figure 3.4	Impact du niveau des apports énergétiques sur l'âge d'apparition de la puberté chez des génisses Charolaises	107
Figure 3.5	Facteurs influençant la fertilité d'un troupeau de vaches laitières	108
Figure 3.6	Évolution comparée de l'appétit et des besoins autour du vêlage	110
Figure 3.7	Conséquences d'un bilan énergétique négatif sur l'expression des chaleurs	111
Figure 3.8	Déficit énergétique et reproduction	113
Figure 3.9	Relations entre perte d'état corporel après vêlage et performances de reproduction	114

Figure 3.10	Relations entre perte d'état corporel après vêlage et performances de reproduction	115
Figure 3.11	conséquence d'un excès de graisse au moment du vêlage	117
Figure 3.12	Relation entre urémie et taux de réussite à l'insémination	120
Figure 4.1	Répartition des tâches d'astreinte en élevage laitier	121
Figure 4.2	Une alvéole contractée sous l'effet de l'ocytocine	122
Figure 4.3	Concentration plasmatique d'ocytocine au cours de la traite d'une vache en milieu de lactation	123
Figure 4.4	Valeurs quotidiennes du plasma ocytocine (pM)	124
Figure 4.5	Le rendement quotidien en gras par la traite mécanique et la Traite manuelle des 'trayons avants'	125
Figure 4.6	Effet de la stimulation sur le débit d'éjection du lait	126
Figure 4.7	Effet d'une minute de stimulation manuelle avant la traite sur le profil moyen d'ocytocine et débit du lait pendant la traite	126
Figure 4.8	Effet de la monotraite sur la production laitière	133
Figure 5.1	Localisation géographique des zones d'étude	138
Figure 6.1	Nombre d'éleveurs livreurs et quantités annuelles collectées par la laiterie Sidi-Sâada de 1994 à 2007	145
Figure 6.2	Evolution des quantités quotidiennes collectées durant les années 1994, 2005, 2006 et 2007 au niveau de la laiterie de Sidi-Sâada	146
Figure 6.3	Zones couvertes par les centres de collecte dans la Wilaya de Rélizane	148
Figure 6.4	Zones couvertes par les collecteurs privés affiliés à la laiterie de Sidi-Sâada (janv08)	149
Figure 6.5	Répartition des éleveurs en fonction de la fréquence de livraison à la laiterie de Sidi-Sâada en Janvier 2008	150
Figure 6.6	Evolution des fréquences de livraisons des éleveurs à la laiterie de Sidi-Sâada de janvier 2007 à janvier 2008	151
Figure 6.7	Evolution des prix unitaires de lait cru et des retenues sur le montant total appliqués aux éleveurs par la laiterie de Sidi-Sâada de 1994 à 2008	152

Figure 6.8	Quantités annuelles collectées par la laiterie de Blida de 2005 à 2007	152
Figure 6.9	Evolution des quantités mensuelles collectées au niveau de la laiterie de Blida de janvier 2005 à mai 2008	153
Figure 6.10	Evolution des quantités quotidiennes collectées durant les années 2006 (novembre et décembre), 2007 et 2008 (janvier à avril) au niveau de la laiterie de Blida	154
Figure 6.11	Zones couvertes par les 10 collecteurs de la laiterie de Blida en 2008	155
Figure 6.12	Répartition des élevages en fonction de l'effectif des vaches présentes	157
Figure 6.13	Répartition des éleveurs de la laiterie de Sidi-Sâada selon les classes d'âges en janvier 1999 et en janvier 2008	158
Figure 6.14	Répartition des vaches selon les classes d'âges des éleveurs en janvier 1999 et en janvier 2008	158
Figure 6.15	Répartition des 270 éleveurs de janvier 2008 selon le nombre d'années de travail avec la laiterie de Sidi-sâada	159
Figure 6.16	Quantités de lait livrées et nombre de vaches des éleveurs par daïra en janvier 2008	160
Figure 6.17	Evolution de la quantité de lait produite par vache et par jour durant l'année 2007	161
Figure 6.18	Répartition des élevages enquêtés et des vaches en fonction des catégories d'âges des éleveurs	163
Figure 6.19	Répartition géographique des 270 éleveurs livreurs et, parmi eux, les 73 éleveurs enquêtés avec les quantités de lait livrées de chaque daïra en janvier 2008	164
Figure 6.20	Répartition des éleveurs en fonction du lieu de livraison	166
Figure 6.21	Répartition des élevages selon la surface agricole	167
Figure 6.22	Répartition des élevages enquêtés selon la production laitière quotidienne par vache présente	169
Figure 6.23	Variations annuelles du TB, de la densité, de l'EST et de l'acidité du lait de 178 éleveurs	170
Figure 6.24	Evolution mensuelle des quantités par éleveur et TB moyens (période de 1999 à 2008)	171

Figure 6.25	Pourcentages de variance absorbée, pour les 5 axes principaux de l'ACP	172
Figure 6.26	Représentation des 6 variables actives dans le premier plan de l'ACP	172
Figure 6.27	Répartition 3D des laits et de leurs classes sur le plan F1 X F2 X F3 de l'ACP	173
Figure 6.28	Evolution des quantités totale et moyennes par vache et par jour (technique et économique) de janvier 2006 à mars 2007 au niveau de la ferme F1	186
Figure 6.29	Evolution du rendement laitier moyen par vache et par jour au cours d'une année	188
Figure 6.30	Répartition des 778 vêlages en fonction du mois	190
Figure 6.31	Distribution des intervalles moyens de vêlages par numéro de lactation	191
Figure 6.32	Intervalles moyens de vêlages en fonction du numéro de lactation au niveau de chaque ferme	192
Figure 6.33	Evolution des intervalles moyens entre vêlages par mois et par an	192
Figure 6.34	Evolution de l'effectif total et de l'effectif des vaches (total et par catégorie) d'avril 2005 à juillet 2007 au niveau de la ferme F4	195

## INTRODUCTION

Notre pays connaît au cours de ces dernières années des crises de lait. Les transformateurs se sont plaints de la cherté de la poudre de lait revendiquant l'augmentation du prix de lait en sachet [1]. Le prix de la poudre de lait (qu'il s'agisse du lait écrémé ou du lait à 26% de MG) a frôlé les 4 100 € la tonne en 2007 et la tendance est vers le maintien de cette hausse pour, au moins, les 9 années à venir [2, 3] (voir les appendices B et C).

La facture d'importation du lait et des produits laitiers n'a pas cessé d'augmenter d'année en année pour combler le déficit entre l'offre locale et la demande et les hausses de prix de la poudre de lait ne font que l'alourdir. Ainsi, selon Amellal [4], entre 1982 et 1992, cette facture a atteint 369 millions USD ce qui a fait de l'Algérie le troisième pays au monde en matière d'importation de laits et produits laitiers, après l'Italie et le Mexique. En 1999, elle a atteint 426 millions USD et, en 2005, 742 millions USD [5]. En 2006 et 2007, l'Algérie a importé, respectivement, 700 millions de dollars et 1,3 milliards de dollars de poudre de lait [1]. Au début de l'année en cours (2008), selon Chehat [3], l'Algérie est classée 1<sup>er</sup> importateur mondial de poudre de lait entier et 4<sup>e</sup> importateur de poudre de lait écrémé ! (Voir appendice D).

Face à la consommation qui a passé de 2,147 milliards de litres en 1996 à 4,7 milliards de litres en 2007 [2] soit une évolution annuelle moyenne d'environ 11%, la production laitière locale suit tant bien que mal cette hausse de la consommation en passant de 1,047 milliards de litres en 1996 à 2,515 milliards de litres en 2007 [2] avec une augmentation annuelle moyenne de 9 % sans pouvoir réduire l'écart qui la sépare d'elle (voir appendice E).

Sur la base d'un niveau de consommation de 110 litres/hab/an en vigueur en Algérie, la production laitière nationale ne représenterait que 38,5% des besoins totaux des algériens pour l'année 2007 [6].

Ce qui accentue d'avantage la dépendance de l'Algérie du marché extérieur, c'est la collecte du lait cru qui demeure à la fois très faible et marquée par une évolution en dents de scie [7]. En 1996, selon Bencharif [7], la part des quantités collectées des quantités produites étaient de 15,2 % et ce pourcentage constitue la meilleure performance algérienne en termes de collecte. En 1999, cette part descend à 7,7% [7]. De 2000 à 2004, selon Ferrah [5], le taux de collecte s'est figé à ce niveau insignifiant (7%). En 2006 et 2007, il se stabilise à 10% (220 millions de litres en 2006 [8] et 250 millions de litres en 2007 [1]).

Ces taux faibles de collecte engendrent des faibles taux d'intégration du lait cru dans l'industrie laitière algérienne. Selon Amellal [4], ça n'a pas été toujours le cas pour l'Algérie puisque, juste après l'indépendance (1963-1970), le lait cru entrait pour 70% dans l'activité des laiteries et rechute, en l'espace d'une décennie, pour atteindre 6%. En 2007, le taux d'intégration a gardé son niveau faible puisqu'il n'est que de 14% [1].

Vu toutes ces conjonctures, pouvoirs publics, industriels et producteurs s'accordent sur la nécessité de développer l'amont de la filière lait qui est l'élevage laitier notamment bovin qui participe avec 70% dans la production nationale de lait cru [9, 2], de l'intensifier, afin d'arriver à assurer progressivement l'approvisionnement total de l'industrie laitière à partir de la production de lait cru nationale et acquérir ainsi l'indépendance alimentaire dans ce secteur [4, 5, 9, 2].

Développer l'élevage ne constitue pas une mince affaire car il est soumis à un ensemble de contraintes qui limitent son essor et qui comprennent aussi bien le faible niveau technique des éleveurs, les sévérités climatiques [10], l'exiguïté de la superficie agricole utile (0,27 Ha/Hab), le morcellement des terres et des exploitations [5] pour ne citer que celles-là. De plus, réaliser cet objectif nécessite au préalable un diagnostic de la situation des exploitations en s'immergeant dans leur réalité, évaluer leurs pratiques et leurs performances effectives et amorcer une réflexion sur les voies de leur amélioration [11]. C'est dans ce cadre que se situe ce travail.

De plus, il est souhaitable que le développement quantitatif de la production soit accompagné d'un développement qualitatif afin de satisfaire les exigences des

consommateurs concernant la valeur sanitaire du lait et celles des transformateurs pour sa qualité chimique [12].

Ce travail se propose d'apporter sa contribution à l'analyse des deux aspects quantitatif et qualitatif par l'association d'une enquête à grande échelle qui a touché 73 exploitations dans la région de Rélizane et d'un suivi de près des pratiques de six élevages de diverses régions d'Algérie.

La première partie de ce travail est une étude bibliographique sommaire touchant la production, la qualité du lait et la reproduction et les facteurs qui les influencent.

La présentation des régions d'étude, de la laiterie et des élevages enquêtés, les méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire d'analyses, l'exposé des différents résultats obtenus, leur analyse statistique, ainsi que la discussion des données, constitueront la deuxième partie de cette étude.

## **CHAPITRE 1 LAIT ET PRODUCTION LAITIERE**

### 1.1 Définitions

Le lait est un liquide blanc ou jaunâtre opaque sécrété par les glandes mammaires des femelles des mammifères pour nourrir leur progéniture pendant les premières semaines ou les premiers mois de leur vie [13].

FIL 1983 cité par Hanzen [14] définit le lait comme le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction.

Selon Agabriel et al. [15], le lait est un édifice physico-chimique extrêmement complexe qui contient des trésors de richesses nutritionnelles, celles-ci sont constituées principalement de quatre nutriments et qui sont : les protéines, les glucides, les lipides et les sels minéraux.

Pour Filion [16], le lait est un milieu réactionnel complexe dont le rôle premier est de satisfaire tous les besoins nutritionnels du nourrisson.

L'arrêté interministériel du 18/09/1993 [17], dans ces articles 2 et 3, mentionne que :

- La dénomination «lait» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (article 2) et que
- Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (article 3).

## 1.2 Composition physique

Sur le plan physique, le lait est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une suspension (matières azotées) et une émulsion (matières grasses) [18]. Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras de (1 à 5 $\mu$  en moyenne; jusqu'à 22 $\mu$ ).

Hanzen [14] le décrit comme suit : Le lait contient une solution aqueuse (lactose, ions), des solutions colloïdales (albumines, globulines, minéraux) et des globules gras recouverts d'une membrane lipoprotéique et des microorganismes.

Le lait de vache a une densité moyenne égale à 1,032. C'est un mélange très complexe et très instable. Il contient une forte proportion d'eau, environ 87 % [18].

## 1.3 Composition chimique

La richesse nutritionnelle du lait est constituée principalement de quatre nutriments et qui sont : les protéines, les glucides, les lipides et les sels minéraux.

De tous les constituants majeurs du lait de vache présentés au Tableau 1.1, les protéines présentent un intérêt tout particulier car ce sont les responsables majeures des propriétés technologiques du lait [16]. Elles représentent 95% des matières azotées totales et peuvent être départagés en deux groupes (caséines et protéines du lactosérum). Le 5% restant sont constitués d'acides aminés libres et de petits peptides, d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,3 à 0,4 g/l) mais aussi de la créatinine, de l'acide urique.

Les matières grasses du lait sont principalement constituées de lipides (97,4%). Les 2,6% restants sont partagés équitablement entre phospholipides et composés liposolubles.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux [19].

Les minéraux jouent un rôle important dans l'organisation structurale des micelles de caséine [16]. Ils sont répartis entre l'état soluble, sous la forme d'ions ou de sels, et l'état colloïdal, associés à la micelle de caséine. De plus, les minéraux sont en équilibre entre les deux états. Tout particulièrement, le phosphore et le calcium jouent un rôle prépondérant dans le maintien de l'intégrité de la micelle de caséine [16].

Tableau 1.1: Détails de la composition chimique du lait de vache [14, 19, 20].

COMPOSANTS	QUANTITE (G/L)	(%)	VARIATIONS
Matière sèche (MS)	130	13%	125 à 135
Eau	902	87%	900 à 910
Total	1032	100%	

#### DETAIL DE LA MS

Glucides (lactose)	49	5%	48 à 50
Matières azotées totales (MAT)	33	3%	31 à 38
Matières grasses	39	4%	35 à 45
Sel	9	1%	
Biocatalyseurs, enzymes, vitamines	traces	-	-
Total	130	13%	

#### DETAIL MAT

Protéines	32,7	99%	-
N non protéique	0,3	1%	0,01 à 1,2
Total MAT	33	100%	-

#### DETAIL PROTEINES

Caséines	28	86%	-
Protéines solubles	4,7	14%	
Total Protéines	32,7	100%	

#### DETAIL MG

Lipides	38	97,4%	-
Phospholipides	0,5	1,3%	-
Composés liposolubles	0,5	1,3%	-
Total MG	39	100%	

#### DETAIL SELS

Calcium	1,25	14%	1,0 à 1,4
Phosphore	0,95	11%	0,8 à 1,1
Total Sels	9	100%	

Le lait contient également des constituants mineurs : les vitamines et les enzymes. Les vitamines A, D, E et K sont liposolubles, ainsi se retrouvent-elle dans la matière grasse et peuvent être perdues lors de l'écémage. D'autres vitamines sont hydrosolubles et se retrouvent dans le sérum. C'est le cas de l'acide ascorbique (C) qui s'y retrouve en plus grande concentration à 2 mg/100 ml. La thiamine (B1), la riboflavine (B2), la pyroxydine (B6), la cyanocobalamine (B12), la niacine, l'acidepantothénique, l'acide folique et la biotine (H) [16].

#### 1.4 La courbe de lactation

La courbe de lactation situe le niveau journalier de la production laitière en fonction du temps écoulé depuis le vêlage. La courbe de lactation théorique est obtenue par une vache dont tous les besoins ont été satisfaits et qui ne subit aucune influence. Sur une telle courbe, la production passe par trois phases (ascendante, de plateau et descendante) au cours d'un cycle de lactation.

Plusieurs paramètres permettent d'évaluer la courbe de lactation. Hanzen [14] les résumant ainsi :

- Production en 305 jours;
- $P_i$  = production initiale (moyenne des productions des J 4, 5, 6 et 7);
- $P_{max}$  : production maximale =  $P_i + 40 \% P_i$ ;
- $P_{tot}$  : production totale =  $200 \times P_{max}$ ;
- CP = coefficient de persistance ( $P_n / P_{n-1}$ ) : N : 90 %;
- Coefficient de prédiction en 305 jours (voir tableau 1.2).

Une courbe de lactation standard se caractérise par la production laitière initiale, le pic et la persistance de la lactation. En multipliant le pic de lactation par 200, on obtient en première approximation la production laitière sur 305 jours. Une fois le pic atteint, la production de lait diminue régulièrement à raison de 8 à 10% par mois ou 0,3% par jour chez les vaches et 0,2% par jour chez les génisses qui présentent par conséquent une meilleure persistance de leur lactation mais aussi un pic moins marqué. Les vaches laitières hautes productrices (VLHP) se caractérisent

par un pic plus important, apparaissant plus tard, et par une meilleure persistance de leur lactation [21].

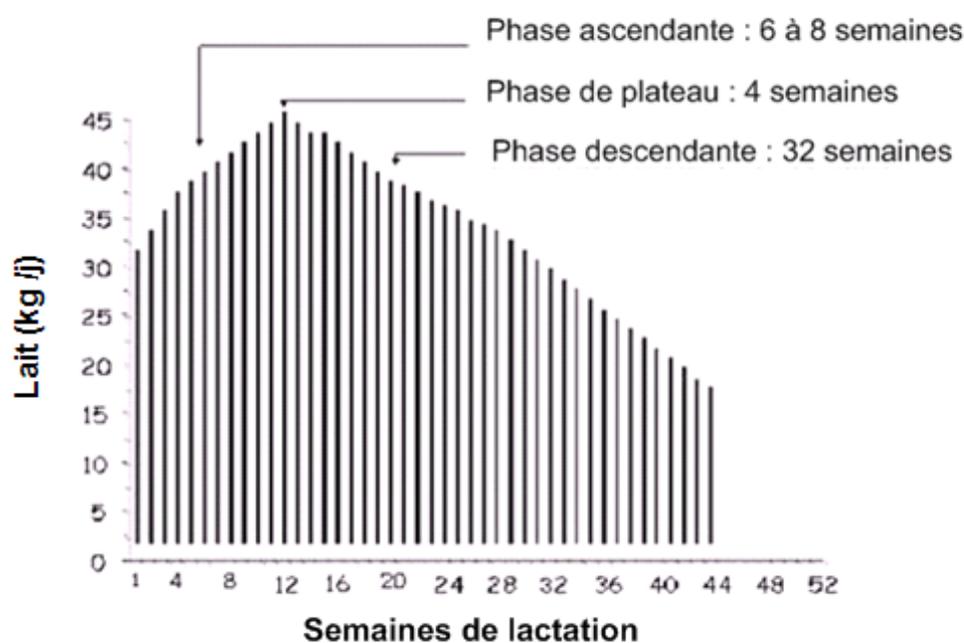


Figure 1.1: Evolution de la production laitière au cours de la lactation d'une vache laitière [14].

Tableau 1.2 : Coefficients de prédiction de la PL à 305 jours [14].

MOIS	JOURS	PRIMIPARES	PLURIPARES
1	16	0,348	0,371
2	46	0,409	0,421
3	77	0,397	0,400
4	107	0,381	0,376
5	138	0,362	0,350
6	168	0,344	0,326
7	199	0,323	0,299
8	229	0,301	0,276
9	229	0,277	0,248
10	260	0,249	0,211

Exemple : pluripare : 25 litres à J 46 équivaut à  $(25/0,421) \times 100$ . En 305 jours : 5938 litres

Concernant la prédiction, de nombreux travaux ont été entrepris depuis plus d'une trentaine d'années pour décrire l'évolution de la courbe de lactation des vaches laitières [22]. Cependant, peu se sont attachés à prédire une courbe individuelle en prenant en compte les caractéristiques des animaux. Vue l'importance de la prédiction de l'évolution de la production laitière à l'échelle individuelle ou du troupeau, Coulon et Perochon [22] ont élaboré un modèle empirique de prédiction de l'évolution de la PL qui constitue un puissant outil de gestion des performances du troupeau, d'autant plus important que le contingentement de la production nécessite une connaissance précise des productions envisageables à court et moyen terme.

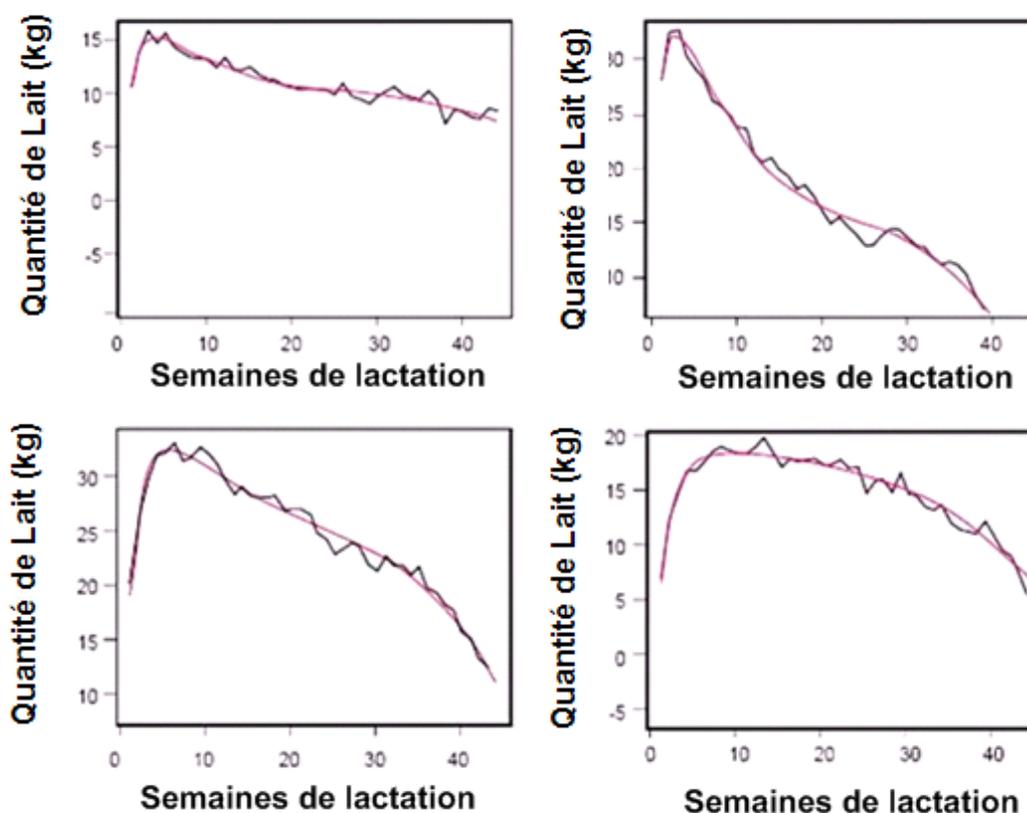


Figure 1.2 : Exemple de différentes formes de courbes de lactation ajustées par le modèle de Coulon et de Pérochon [22].

## 1.5 Les facteurs qui agissent sur la quantité de lait produite

La potentialité laitière d'une vache est génétiquement déterminée par le développement du parenchyme mammaire, les capacités de sécrétion de ces cellules et, en dernier lieu, par l'apport nutritionnel nécessaire pour exercer la fonction de lactation [23].

### 1.5.1 Influence de l'alimentation

D'après certaines études, au-delà de 11 kg de lait produit, les animaux n'expriment que 70 % de leur potentiel laitier lorsqu'ils sont nourris uniquement à partir d'herbe avec des risques de chute de TB importants. La complémentation peut alors s'avérer intéressante, pour optimiser la quantité et la qualité de lait. L'efficacité de la complémentation est en moyenne de 1 kg de lait en plus par kg de concentré [24].

D'après les résultats de l'étude effectuée par Gerard et al. [25], il semble que l'efficacité de la complémentation au pâturage puisse aller au-delà d'1 kg de lait / kg de concentré apporté, en particulier grâce au maintien de quelques kg d'ensilage de maïs dans la ration. Cet effet bénéfique de l'ensilage de maïs pourrait passer par une réduction de l'excès de PDIN classiquement observé sur des rations "tout herbe".

La quantité de lait produite dépend du degré de couverture des besoins nutritionnels de la vache. La couverture des besoins dépend de la quantité et de la qualité des aliments offerts. De plus, le volume de sécrétion lactée est déterminé par la quantité d'eau attirée et retenue par le pouvoir osmotique des constituants, principalement le lactose et les minéraux [26].

L'apport de concentré fait diminuer l'ingestion d'herbe mais augmente l'apport énergétique global de la ration ce qui permet à l'animal de produire plus de lait (+0,4 kg de lait par kg MS soit 0,6 kg de lait par UFL supplémentaire) [27].

Dans leurs essais effectués sur 998 lactations de 551 vaches suivies, Portier et al. [28] ont constaté, en moyenne sur les 9 années d'étude, que la réduction des

concentrés a entraîné une baisse de la production laitière de 0,9 kg de lait par kg de concentré, une légère baisse du TP et une augmentation du TB. La réduction des apports de concentré n'a pas eu d'effet sur l'état corporel des vaches et les performances de reproduction. Elle a provoqué une baisse des interventions sanitaires et une légère diminution du taux de réforme. Le coût alimentaire a baissé très nettement.

Deux essais ont été fait par Houssin et al. [29] pour caractériser l'effet de l'ensilage d'herbe, du foin et de la mise à l'herbe sur la production et la qualité du lait par rapport à un lot témoin recevant de l'ensilage du maïs. La distribution d'ensilage d'herbe s'est traduite par une production laitière plus faible, de -1.1 kg/ VL/ j (essai 1) à -3.4 kg/ VL/ j (essai 2), et surtout une forte pénalisation des taux butyreux (-3.5 et -3.0 g/kg) et protéique (-2.4 et -1.7 g /kg). Lors de la mise à l'herbe, les écarts se réduisent fortement (lait brut), ou s'annulent (TB et TP).

#### 1.5.1.1 Supplémentation lipidique

L'utilisation des graines comparée à celle des huiles végétales a un effet positif sur la PL, du fait que leurs parois végétales peuvent constituer une protection partielle à l'attaque microbienne et elles ralentissent ou diminuent la libération des lipides et leurs effets délétères sur la flore ruminale [30]. Quantitativement, la production de lait augmente en général avec un supplément lipidique sous forme de graines oléagineuses selon Schingoethe et Casper 1991 cités par Akraim [31].

Les effets de l'apport de lipides sur la PL sont plus marqués au pic qu'en milieu de lactation, probablement du fait qu'au pic de lactation, l'apport de lipides peut réduire le déficit énergétique, permettant d'accroître la PL selon Khorasani et al. 1991 cités par Vilhena [32]. Par contre, la production de lait corrigé à 4% de MG n'est pas augmentée par l'apport de graines et elle est même réduite par l'apport des huiles en raison des diminutions du TB.

Les traitements technologiques constituent un facteur important pouvant moduler les effets des lipides. Ainsi, les graines traitées en vue d'accroître leur

digestibilité ruminale induisent des effets négatifs sur les fermentations ruminales, conduisant à une diminution de la production des acides gras volatils (AGV) et du rapport A/P; en conséquence, elles peuvent présenter des effets négatifs sur la MSI et la PL [32]. Cependant, selon McGuffey et Schingoethe, 1982 et Bayourthe et al. 2000 cités par Vilhena [32], des comparaisons directes entre les traitements technologiques (rations iso-lipidiques), montrent, en général, peu de différence pour la MSI et la PL.

En comparant l'effet des graines de colza extrudées ou broyées par rapport aux graines entières non traitées, Bayourthe et al. 2000 cités par Vilhena [32] ont constaté une augmentation de la PL.

Les graines de soja extrudées ont aussi augmenté la PL en comparaison aux graines entières, toastées ou traitées mécaniquement [32]. Selon le même auteur [32], Tice et al. 1993 ont obtenu une augmentation de la PL lorsque les graines de soja ont été toastées par rapport aux graines non traitées, et cette différence a été attribuée à une plus grande protection des protéines vis à vis du catabolisme ruminal, accroissant le flux d'acides aminés dans l'intestin.

Les productions laitières brutes ont été augmentées jusqu'à 7 % par l'apport de 2 kg/j de graines de soja crues et aplaties (GSC) par rapport au témoin [33]. Selon la même étude, l'apport de 6 kg/j de GSC a par contre engendré une moindre production laitière (0,9 kg lait/j) par rapport au témoin, sans pour autant affecter le taux protéique. L'auteur suggère que, du point de vue des performances zootechniques, l'optimum a été obtenu avec l'apport quotidien de 2 Kg de GSC (avec 4 kg il y a plafonnement et avec 6 il y a détérioration).

L'effet des traitements des huiles sur les performances laitières des vaches n'est pas significatif [32].

La plupart des expériences ne montre pas d'effet négatif des graines de lin de la ration sur la production de lait [31]. Ce résultat est important à considérer car les

graines de lin sont en général ajoutées à la ration pour modifier le profil en AG du lait, mais en maintenant la production laitière.

Selon Dihman et al. 2000 cités par Akraim [31], l'importance de la réponse en termes de production laitière à la supplémentation lipidique est généralement inférieure chez les vaches primipares par rapport aux vaches multipares.

#### 1.5.1.2 Supplémentation azotée

Augmenter le taux azoté de la ration peut accroître la production laitière

Dans une étude sur l'effet de la complémentation azotée sur les performances des vaches laitières, Peryaud et Delaby 2003 et Brunshwig et Lamy 2002 cité par Trommschlager [34] ont constaté que les consommations et les niveaux de production de lait ne sont pas modifiés par le remplacement des tourteaux par la féverole ou la luzerne dans des conditions d'alimentation (foin regain) et de niveau de production (6500 à 7000 kg de lait /vache).

Les résultats des essais effectués par l'institut d'élevage [35] ont montré l'effet de la réduction de l'apport azoté sur la production de lait. En effet, réduire de 1,4 kg l'apport du concentré azoté par rapport à un lot témoin (recevant 3 kg) affecte négativement la consommation de la ration (-1,9 kg) et la production laitière (-1,8 kg au pic de lactation) et selon Wolter [36], perdre un litre au pic de lactation équivaut à 200 litres sur l'ensemble de la lactation. De plus, les quantités de matières et les taux ont également été plus faibles avec le niveau azoté bas.

#### 1.5.1.3 Remarques supplémentaires

Utiliser des rations anioniques en fin de période de tarissement (2 ou 3 dernières semaines) présentent des intérêts qui sont nombreux et compensent très largement la dépense occasionnée : augmentation des performances de la production laitière (jusqu'à 450 L par lactation) et de la reproduction, diminution des fièvres de lait, des hypocalcémies subcliniques et des pathologies associées, diminution de l'œdème du pis. Leur principal inconvénient, et non des moindres, est

d'être très peu appétentes. Par conséquent, le risque est non négligeable de limiter l'ingestion des vaches tarées à un moment crucial pour elles [21].

Les animaux affectés par des aliments contaminés par des mycotoxines pourront présenter un ou plusieurs des symptômes suivants : diminution de la consommation volontaire de matière sèche, troubles digestifs, diarrhées, pelage rugueux, apparence de malnutrition, chute de production, infertilité et immunosuppression [37].

Selon Journet 1985 cité par Skaff [38], l'emploi de la pulpe de betterave déshydratée oriente les fermentations dans un sens favorable à la production laitière. Grâce à son caractère polyvalent, la pulpe déshydratée s'intègre dans la plupart des rations de base et permet de les améliorer. Elle peut-être employée comme fourrage ou comme concentré [38]. Vérité et Journet 1975 cités par Skaff [38] ont pu confirmer que la valeur laitière d'une ration à base de pulpes déshydratées (50% de MS ingérée) était supérieure à celle des rations à base d'ensilage de maïs ou de betteraves.

### 1.5.2 Influence des autres facteurs

Remarque : Le facteur « traite » n'est pas traité dans ce chapitre puisque un chapitre entier lui a été consacré (voir chapitre 4).

#### 1.5.2.1 Influence de l'héritabilité

Le pourcentage de la variation totale attribuable à la génétique pour le volume de lait produit est de l'ordre de 25 % [26]. Suzuki et Vanvleck l'estime à 0,3. Certaines études indiquent que l'héritabilité de la production laitière se situe entre 0,19 à 0,38 [39]. Selon Boichard [40], les quantités de lait produites sont modérément héréditaires (0.25-0.35) mais variables (CV=20%) et qu'elles sont en général modérément opposées aux deux taux TB et TP ( $r_g = -0.3$  à  $-0.4$ ).

En France, la progression génétique de 1999 à 2005 est estimée à 120 kg de lait chaque année [28].

### 1.5.2.2 Influence de la saison et le climat

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux notamment de Peters et al. 1981 et Tucker, 1985 cités par Essalhi [41] ont en effet montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles et ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées.

L'effet du climat sur la PL semble être significatif surtout lorsque des variations de température et d'autres facteurs climatiques se combinent [39]. Lescourret et Coulon 1994 cités par Allouche [39] notent une baisse de la production lorsque la température est supérieure à 27° C ou inférieure à - 4° C, lorsque l'humidité de l'air est la température supérieure à 24° C sont associées et lorsque le vent se combine à une température supérieure à 27° C.

### 1.5.2.3 Influence du stade de lactation

La production laitière des vaches augmente de façon importante (6 à 12 kg selon l'âge et le niveau de production) à partir du vêlage pour atteindre son pic à la fin du premier mois [42]. Le gain de un litre à ce pic de lactation équivaut à 200 litres sur l'ensemble de la lactation [36]. La quantité journalière du lait sécrété continue de diminuer avec l'avancement de la lactation et de la gestation. Ce fait commence à ce faire sentir vingt semaines environ après la fécondation. Dans le même ordre d'idées, Coulon et al. 1991 cités par Essalhi [41] signalent que l'avancement du stade de gestation fait diminuer la persistance de la production laitière.

### 1.5.2.4 Influence du numéro de lactation et l'âge

En général, la production d'une vache laitière augmente de la première à la quatrième lactation comme suit (la production de la quatrième lactation étant 100 %) : Première 75 %, deuxième 86 %, troisième 94 % [39].

Tableau 1.3 : Effet du numéro de lactation sur la production laitière pour la race Holstein [14].

MOYENNE DU TROUPEAU	NUMERO DE LACTATION		
	1	2	> 2
5 500	23	27	30
6 000	24	30	32
6 500	25	31	34
7 000	27	33	36
7 500	28	35	38
8 000	30	37	40
8 500	31	38	42
9 000	32	41	44
9 500	34	43	46
10 000	35	45	48
10 500	37	47	50
Moyennes	30	37	40

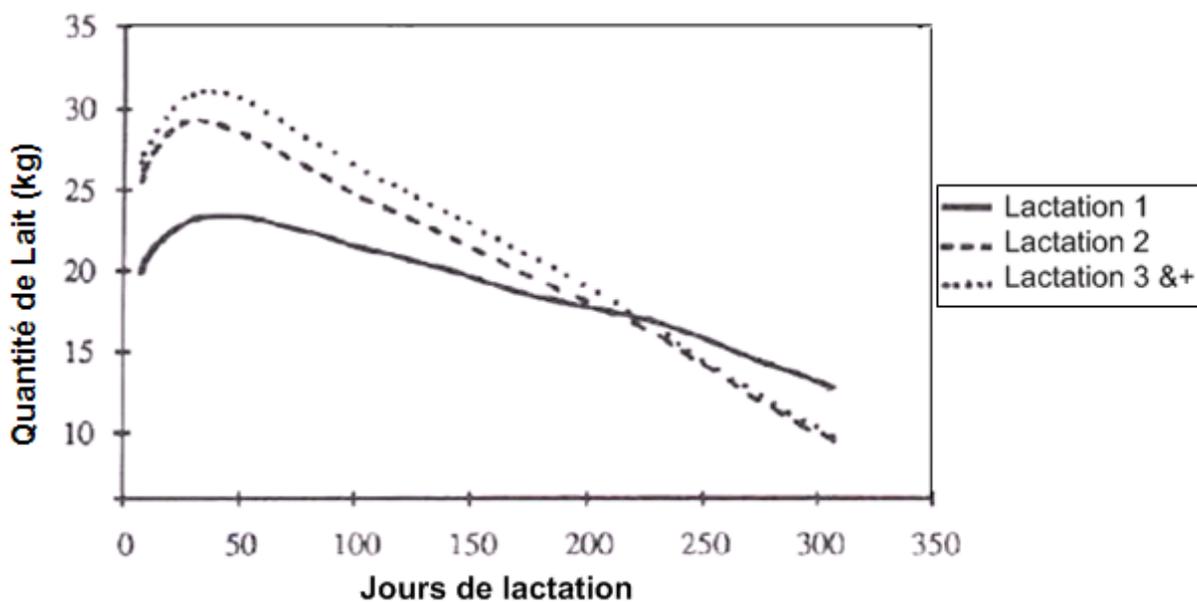


Figure 1.3: Effet du numéro de lactation sur la production laitière (Schultz et al 1990 cités par Essalhi [41]).

Rémond et al [43] a rapporté que la quantité totale de lait produite par une multipare est supérieure de 208 kg par rapport à une primipare (moyenne de trois études réalisées une en 1992 et deux en 1997). Dans une autre enquête faite par Désigné 1996 cité par Rémond et al [43], cette supériorité a été estimée à 130 kg. Lescourret et Coulon 1994 toujours cités par Rémond et al [43] ont énoncé que les multipares produisent plus que les primipares au cours du dernier tiers ou quart de la lactation et cela à cause de la persistance plus marquée de leur production.

#### 1.5.2.5 Influence des facteurs pathologiques

Rollin [21] suggère d'élargir la définition de la maladie des animaux à toute incapacité d'optimiser leurs fonctions physiologiques. A ce titre, une production laitière suboptimale par rapport au potentiel génétique de l'animal doit être considérée comme une maladie. Ce même auteur met l'accent sur l'effet des différents troubles subcliniques qui préoccupent tellement de personnes de par le monde à cause de leur impact économique sur la rentabilité des exploitations laitières qui est loin d'être négligeable et dépasse parfois même le coût des maladies cliniques équivalentes.

L'acétonémie subclinique, qui est définie comme la présence à un taux anormalement élevé de corps cétoniques dans les liquides corporels (lait, urine ou sérum) de vaches ne présentant pas de signes cliniques, est tenue pour responsable de la perte de 2 à 30% de la production laitière journalière en fonction des cas et des auteurs [21].

L'état sanitaire de la vache, suivant sa gravité, peut provoquer une diminution de la production laitière pour une durée qui peut être courte, longue ou même définitive. La sensibilité aux maladies se trouve accrue pour les VLHP par rapport aux vaches à faible potentiel. En effet, les VLHP résistent moins aux attaques microbiennes et sont plus sujettes à des troubles physiologiques.

Leport 1994 cité par Agouni et Gaci [44] estime que les vaches atteintes de kystes ovariens produisent plus de lait par rapport aux vaches saines et suggère de

porter un intérêt particulier au niveau de production pour les déceler. L'impact des kystes ovariens se traduit par la perte à long terme causée par l'allongement de la durée de la lactation.

La mammite clinique est le problème de santé le plus fréquent chez la vache laitière. La fréquence de cette affection dans les élevages peut être mise en relation avec les données structurelles de ces élevages, telles que la race des vaches, le niveau de production laitière et la proportion de primipares dans le troupeau [45].

Les mammites chez la vache vont toujours de pair avec une baisse de la production laitière des quartiers touchés [46]. Les mammites, notamment les mammites subcliniques ont une incidence sur la production laitière [47]. En effet, Les pertes estimées chez les vaches produisant en moyenne 6600 kg/ lactation sont de 294 kg/ lactation pour les mammites cliniques et 528 kg/ lactation pour les mammites subcliniques [47]. Pour Schaeren [46], la baisse de production est la plus nette en cas de mammites manifestes (cliniques) et les inflammations subcliniques, elles aussi, réduisent partiellement la productivité jusqu'à 40%.

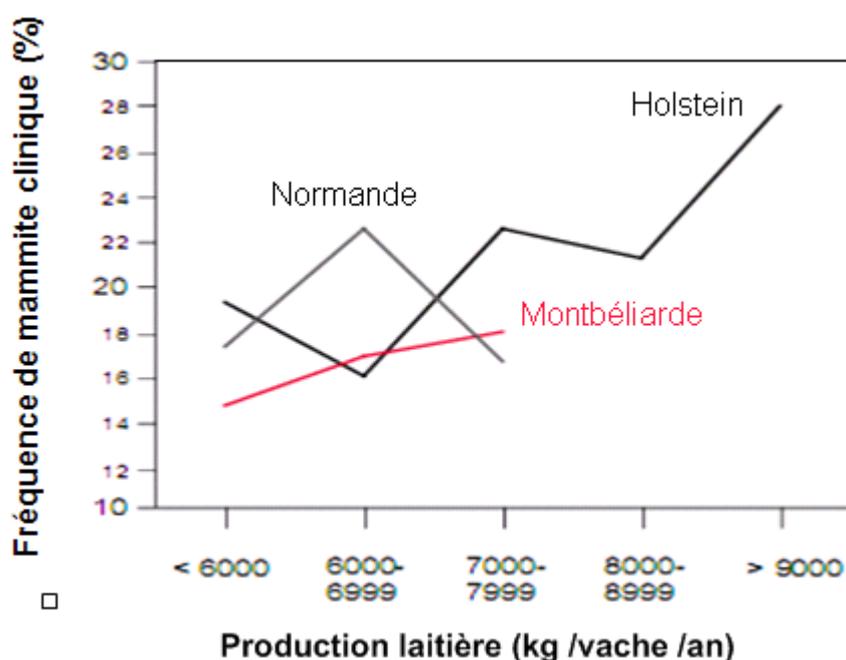


Figure 1.4 : Fréquence moyenne de mammite clinique selon la classe de production laitière et la race [45].

Boutet et al. [48] considèrent que la mammite subclinique comme une pathologie de première importance chez la vache laitière et que l'élévation persistante du taux cellulaire qui en résulte engendre d'énormes pertes économiques pour toute la filière laitière. En effet, selon une étude effectuée en Tunisie par Mtaallah et al. [49], les pertes moyennes en lait, dues aux mammites subcliniques, estimées à l'aide d'un modèle statistique simple, ont été de 524 kg par vache et par an. Ces pertes sont engendrées par des numérotations cellulaires élevées ( $626 \cdot 10^3 \pm 431 \cdot 10^3$  cellules /ml de lait).

A cela s'ajoutent des durées de vie plus courtes des animaux concernés, des frais de vétérinaire et de médicaments ainsi que des pertes au niveau de la quantité du lait livré dues à des traitements. Pour toutes ces raisons, les producteurs de lait perdent en moyenne 150 francs au moins par vache et par année [46]. L'INRA et l'école vétérinaire de Nantes [50] estiment le coût d'une mammite clinique à plus de 100 € (l'équivalent d'environ 10 000 Da) et l'impact économique total à 230 €/vache/an (32 €/1000 L). C'est pourquoi, des mamelles saines représentent un facteur important pour une production laitière rentable

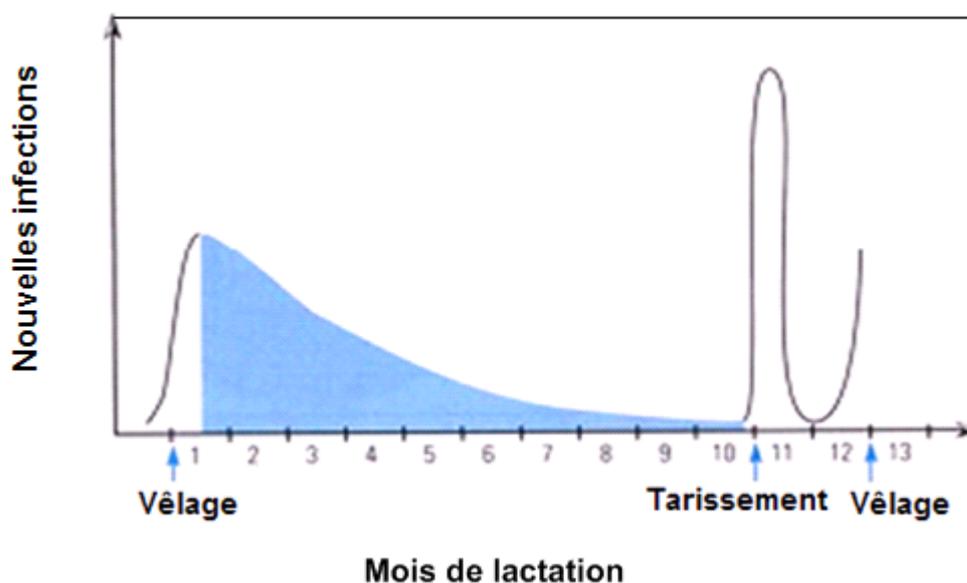


Figure 1.5: Le risque de nouvelles infections (mammites) est très élevé au tarissement (Source Institut d'élevage rapporté par ENVN-INRA [50]).

### 1.5.2.6 Influence de la reproduction sur la lactation

Chupin 1974 cité par Allouche [39] rapporte que la PL diminue rapidement chez une vache gestante par rapport à une vache vide. Ce fait est notable durant les 120 jours qui suivent la saillie fécondante. Selon le même auteur, dans des bonnes conditions alimentaires, une vache qui subie une ovariectomie peut donner du lait pendant deux à cinq ans.

L'accouplement et plus généralement les stimulations vaginales provoquent des décharges d'ocytocine élevées qui engendrent une augmentation de l'éjection du lait. [39].

Un allongement de l'intervalle "vêlage- insémination fécondante" entraîne une augmentation de la production laitière selon Biochard 1986 cité par Allouche [39].

La lactation exerce elle aussi des effets sur la reproduction. En fait, la productivité des vaches laitières s'accompagne d'un allongement de la durée de gestation, d'un allongement de l'intervalle entre vêlages (IVV), d'une augmentation du rapport insémination /insémination fécondante (IA /IF) et d'un retard de l'insémination (1<sup>e</sup> IA) comme l'illustre le tableau 1.4.

Tableau 1.4: Facteurs de variation des paramètres de reproduction en fonction de la production laitière (Wolter, 1992 rapporté par Allouche [39]).

Format	Durée de gestation	Production (Kg)	1 <sup>e</sup> IA (jours)	IA /IF	IVV (mois)
500	9 mois	6000	50	1,5	12
600	9 mois + 8 jours	7000	60	1,7	12,5
-	9 mois + 15 jours	8000	70	1,8	13
-		9000	80	2,0	13,5

L'élévation de la production au pic de lactation influe négativement sur l'intervalle V-IF selon Kafidi et al. 1990 cités par Allouche [39]. Il varie également avec le niveau de production de production. En effet, cet intervalle est en moyenne de 91 jours pour PL < 4500 et de 98 jours pour PL > 5000.

### 1.5.2.7 Influence de la période sèche

La réduction de la durée de la période sèche à partir de la durée standard de 6 à 8 semaines diminue la quantité de lait sécrétée au cours de la lactation suivante : d'environ 10 % pour une période sèche de 1 mois et d'un peu plus de 20 % lorsque la période sèche est omise. La forme de la courbe de lactation n'est pas modifiée. En tenant compte du lait produit en plus en fin de gestation, la réduction de quantité de lait sécrétée est inférieure à 5 % et un peu supérieure à 10 %, respectivement [43].

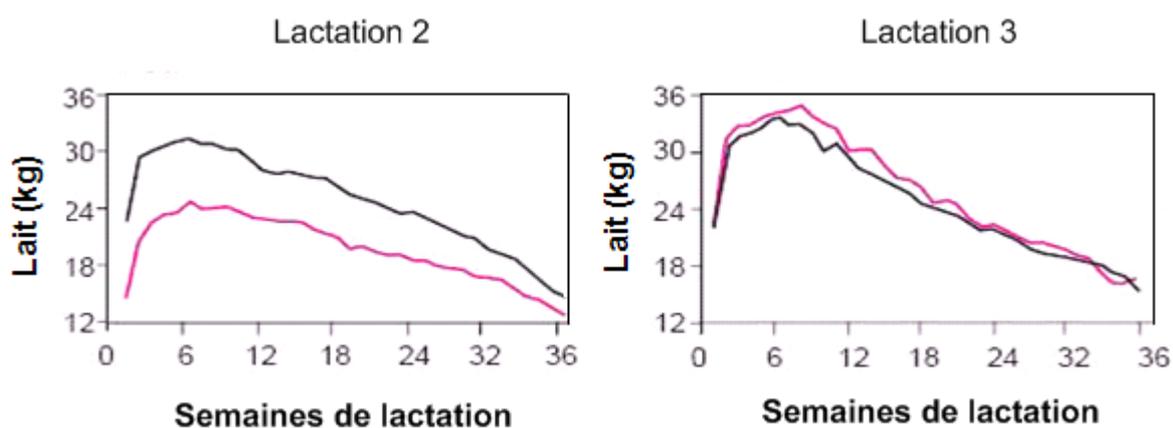


Figure 1.6 : Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1<sup>e</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2<sup>e</sup> lactation (courbes rouges) sur la production du lait en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> lactations par rapport à un tarissement normal (courbes noires) (13 vaches par lot) [43].

## CHAPITRE 2 QUALITE DU LAIT

La notion de qualité du lait représente un sujet complexe qui comporte diverses facettes intimement liées entre elles [51].

### 2.1 Les critères de caractérisation de la qualité du lait

Depuis l'exploitation laitière qui le produit jusqu'à l'usine qui le transforme, le lait doit être l'objet de soins attentifs destinés à préserver ses qualités. La qualité du lait collecté à la ferme peut être analysée selon les critères suivants [52]: Qualité physique (le lait doit être exempt de toute impureté), qualité chimique (teneur en matière grasse, protéines, extrait sec dégraissé ...), qualité bactériologique (dénombrement de la flore microbienne du lait. Celle-ci doit être la plus faible possible) et autres critères (dénombrement des cellules : leucocytes indicateurs de mammites,...).

Lorsque la qualité est évoquée, surtout pour un produit aussi variable que le lait, de multiples interprétations subjectives peuvent être adoptées selon les critères retenus pour la définir : certains auteurs auront tendance à se baser sur des caractères organoleptiques ou même visuels pour l'appréhender (surtout en amont et à l'aval, c'est-à-dire les éleveurs et les consommateurs), tandis que d'autres auront recours à des critères analytiques quantitatifs comme les taux butyreux et protéiques ou encore le taux de contamination en microorganismes (cas des industriels) [53].

Avec le développement des méthodes d'analyse fiables et répétables, il existe trois familles de critères fondamentaux pour caractériser la qualité du lait: les critères physiques; les critères chimiques; les critères hygiéniques [53].

Tableau 2.1: Les diverses facettes de la qualité du lait [51].

Facette	Détails
Aspects physiques	Point de congélation, masse volumique, couleur, séparation de gras, chaleur spécifique, viscosité, etc.
Aspects chimiques	pH, pouvoir tampon (acidité), antibiotiques, composition en protéines, gras, lactose, minéraux, etc.
Aspects microbiologiques	Bactéries, cellules somatiques, virus, etc.
Propriétés de conservation	Flore microbienne, enzymes, oxygène, etc.
Propriétés fonctionnelles	Stabilité à la chaleur, coagulation présure, émulsification, foisonnement, etc.
Propriétés biofonctionnelles	Valeur nutritive (teneur en vitamines, minéraux, ALC, oméga-3, probiotiques, etc.); fermentations et hydrolyses enzymatiques (peptides bioactifs, lactose hydrolysé, etc.)

### 2.1.1 Les critères physiques

Ils sont révélateurs de l'aspect général du lait (densité, pH, acidité, température du lait). Toutefois, ces critères sont insuffisants pour l'évaluation de la qualité globale du lait, à moins de ne suspecter des dénaturations ou des fraudes (acidification en raison d'un stockage inadéquat, mouillage) [53].

### 2.1.2 Les critères chimiques

Ils sont plus associés à la teneur du lait en substances nutritives. À cet égard, l'industrie a mis au point des méthodes analytiques de laboratoire pour doser le contenu du lait en divers nutriments (les protéines, les matières grasses et, à un degré moindre le calcium) pour s'assurer de la valeur alimentaire du produit et ses usages en transformation laitière. Ces analyses fournissent une image complète d'un volet fondamental de la qualité du lait, notamment pour ses usages alimentaires et industriels. Dans certains pays, ces critères sont très importants dans les grilles de paiement du lait aux producteurs [53].

### 2.1.3 Les critères hygiéniques

Ils visent à compléter l'image de la qualité du lait en s'attachant à en caractériser les aspects microbiologiques. Ainsi, ils dévoilent la contamination en

microorganismes dans un échantillon de lait. Diverses méthodes ont été mises au point, selon le type de flore microbienne à dénombrer. Les plus communément utilisées sont destinées à mesurer la flore mésophile aérobie totale (c'est-à-dire l'ensemble des microorganismes dans le lait à une température de 30°C), les coliformes totaux et fécaux (c'est-à-dire la flore de contamination d'origine fécale), les flores pathogènes pour l'Homme (les plus recherchées sont *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*,...) et la présence d'inhibiteurs de la flore microbienne en vue d'éliminer les échantillons positifs qui pourraient constituer un danger sanitaire pour le consommateur sensible [53].

## 2.2 Qualité physique du lait

### 2.2.1 Caractéristiques physiques du lait

#### 2.2.1.1 Le pH

Le pH est utilisé pour mesurer l'acidité qui est définie chimiquement comme la présence dans une solution d'ions H<sup>+</sup> libres. Sa valeur se situe entre 1 (très acide) à 14 (très alcalin) [54]. La différence entre pH et acidité titrable (exposée ultérieurement) est que cette dernière mesure l'acidité totale d'une solution. En effet, certains composés chimiques comme les protéines ont des terminaisons chargées H<sup>+</sup>. En additionnant cette valeur aux ions H<sup>+</sup> libres dans la solution, on parlera dans ce cas d'acidité titrable [54].

Le pH du lait d'une espèce donnée varie selon le stade de lactation, il diminue vers la fin du cycle suite à l'augmentation du taux de caséines et de phosphates selon Singh 1972 cité par Essalhi [41]. Généralement le pH du lait des différentes espèces varie entre 6,5 et 6,8 [41]. Le pH naturel du lait se situe entre 6,6 et 6,8 et il est grandement influencé par sa composition [16]. Pour le lait de vache, Alais 1984 et Bayoumi 1990 cités par Essalhi [41] ont trouvé des valeurs qui sont respectivement de 6,6 et 6,7 et Hanzen [14] l'a situé entre 6,5 à 6,7 et il a indiqué qu'il peut dépasser 7 s'il provient de vaches atteintes de mammites. Dans un autre ouvrage [55], on rapporte qu'à la traite, la valeur du pH du lait est comprise entre 6,4 et 6,8 avec une moyenne de 6,56. La détermination du PH donne une première idée sur le stade d'évolution du produit et sur la présence de germes qu'on peut éventuellement y trouver [55].

### 2.2.1.2 L'Acidité titrable (DORNIC)

Le lait frais titre une acidité "naturelle" minimale (14°D) qui provient de la réaction acide des protéines (des caséines en particulier) et de la mesure des acidités libres (certains acides organiques et ions libres ou liés). S'il y a gain d'acidité : acidité "développée" ça sera le signe de développement de ferments lactiques [56]. La principale conséquence de l'acidification est un accroissement de la teneur en acide lactique du milieu consécutif à la fermentation du lactose. La quantité d'acide formé peut être mesurée facilement par titrimétrie en le neutralisant par de la soude; la concentration mesurée s'exprime en pourcentage d'acide lactique ou par rapport à des échelles structurées particulières comme l'échelle Dornic. Dans ce système, l'acidité du lait frais est de 16° D, toute acidification ultérieure accroît cette valeur de un degré Dornic chaque fois que la teneur en acide lactique augmente de un décigramme par litre [57]. Par ailleurs, Hamama 2002 cité par Essalhi [41] rapporte que le mouillage du lait provoque une diminution de son acidité qui se situe normalement entre 15 et 18° D pour un lait frais.

### 2.2.1.3 Densité

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température [41]. La méthode la plus rapide pour sa détermination est celle basée sur l'utilisation d'un thermo-lactodensimètre étalonné à 20 °C.

Wattiaux [58] a rapporté qu'un lait normal à une densité spécifique qui varie de 1,023 à 1,040 à 20°C. Selon Alais 1984 cité par Essalhi [41], la densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce. Ainsi, le lait de brebis a une densité moyenne de 1,0347, 1,0384 pour le dromadaire et 1,030 pour celui de la chèvre qui est comparable au lait de vache : 1,030 à 1,035 [41] ou 1,028 à 1,033 [55]. En Algérie, le lait "normal" doit avoir une densité entre 1,030 et 1,034 selon l'arrêté interministériel N° 069 de 1993 [17].

La densité du lait varie aussi selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. C'est ainsi qu'un lait écrémé peut avoir une densité à 20°C supérieure à 1,035 (lait de vache). De même l'addition d'eau fait tendre la densité vers 1 (densité d'eau), mais

un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale selon Pirisi 1994 cité par Essalhi [41].

#### 2.2.1.4 La cryoscopie

La cryoscopie est la détermination de la température du point de congélation d'un liquide, au moment de l'apparition des premiers cristaux de glace [59].

Pour le lait, cette méthode se base donc sur la détermination de son point de congélation. Ce point est lié à sa concentration. Plus un lait contient de l'eau (substance dissoute), plus son point de congélation est élevé (proche de 0). Autrement dit, le mouillage du lait élève la constante cryoscopique proportionnellement à la quantité d'eau additionnée [59].

Essalhi [41] a rapporté que Winter a donné la formule suivante qui permet de calculer la quantité d'eau ajoutée E dans le volume V d'un lait dont l'abaissement du point de congélation observé est  $\Delta'$ :

**$E = [(V \times (\Delta - \Delta') / \Delta]$**  (Avec :  $\Delta = 0.555 \text{ }^\circ\text{C}$  : l'écart normal en valeur absolue entre le point de congélation du lait et celui de l'eau et  $\Delta'$  : l'écart entre le point de congélation du lait étudié et celui de l'eau).

Selon Wattiaux [58], le point de congélation du lait normal varie de -0,518 à 0,534  $^\circ\text{C}$  et l'addition de l'eau dans le lait est facile à détecter puisque ces paramètres deviennent rapidement anormaux à cause de l'excès d'eau qui s'y trouve.

Selon Cerf [59], les causes de variation du point cryoscopique sont de quatre ordres :

- L'addition de matières solubles (solutions isotoniques tels les bicarbonates de potasse...)
- L'acidité du lait (plus l'acidité augmente, plus le point cryoscopique est bas),
- Fraude par mouillage (qui rapproche ce point vers 0 proportionnellement à la quantité d'eau ajoutée),

- Les pathologies (telles les mammites, la tuberculose qui, selon de nombreux travaux, diminuent ou augmentent le point de congélation du lait dans des proportions relativement faibles dans la plupart des cas).

Selon Parmentier cité par Cerf [59], il ne saurait affirmer un mouillage en basant uniquement ses observations sur le point de congélation. En effet, c'est facile de masquer un mouillage par addition de solutions utilisables pour la conservation du lait (tels les bicarbonates de K).

### 2.2.2 Evaluer la fraîcheur du lait cru

La fraîcheur d'un lait peut être évaluée en adoptant plusieurs tests. Les plus courants sont le test sensoriel, le test d'ébullition et le test à l'alcool.

Le test sensoriel se base essentiellement sur l'évaluation de l'apparence, la couleur, la propreté et l'odeur du lait. Si l'odeur est différente de celle du lait normal, le goût et la flaveur sont testés. Aussi, si le lait contient une saleté visible, de la paille ou du fumier il sera considéré non hygiénique. Signalons aussi que la couleur du lait de la vache doit être légèrement jaune blanchâtre, les différences de couleurs sont les signes d'un lait défectueux [41]. Concernant la couleur du lait, si elle est rouge, le lait peut contenir du sang, et si elle est jaune, elle peut contenir du pus. De tel lait est secrété par des mamelles malades (mammites). Ce type de test est rapide, mais il est subjectif et dépend de la faculté de perception du manipulateur.

Le test de la coagulation du lait à l'ébullition permet d'anticiper le comportement du lait à la pasteurisation. Il consiste à chauffer 5 ml de lait dans un tube à essai jusqu'à l'ébullition. Si le lait tourne (formation de grumeaux), le transformateur doit refuser de prendre ce lait car il tournera lors de la pasteurisation et ne pourra donc pas supporter les températures nécessaires à l'élimination des germes [60]. Ce test est rapide, simple et moins coûteux, mais il ne peut pas indiquer si le lait est frais ou légèrement acide [41].

Le test à alcool permet d'apprécier rapidement la qualité du lait à la réception. Il consiste à ajouter 2 ml d'éthanol à 68° à 2 ml de lait et mélanger l'ensemble. S'il n'y a pas apparition de floculation le lait est frais. S'il y a coagulation après adjonction d'une double quantité d'alcool, le lait ne restera pas frais pour longtemps.

Dans ce cas, il faut refuser le lait car cela indique la présence probable de germes [60]. Cependant, ce test n'est pas complètement fiable à lui seul et il est à compléter par le test d'ébullition.

### 2.2.3 Anomalies de la composition du lait cru

Il peut s'agir de modifications accidentelles, de falsifications et fraudes volontaires et/ou de présences de substances contaminantes indésirables souvent détectées dans le lait cru.

Les laits falsifiés ou fraudés sont des laits dont la composition originelle a été modifiée volontairement en vue de réaliser des profits illicites. La falsification entraîne souvent des risques de santé pour le consommateur et une diminution plus ou moins importante de la valeur nutritive du lait. L'étude et l'analyse des différents paramètres physiques et chimiques du lait peuvent servir à la détection et à l'évaluation des principales fraudes tel l'écémage, le mouillage et les substitutions :

#### 2.2.3.1 L'écémage

Un lait écémé est un lait dont la matière grasse (MG) a été partiellement ou entièrement enlevée. L'écémage partiel est souvent à mettre en évidence lorsqu'il s'agit d'un lait individuel ou de petit mélange. Cependant, dans les laits de grand mélange, la détection de cette fraude est plus aisée. D'après Hamama 2002 cité par Essalhi [41], lorsque la teneur en matière grasse est inférieure de plus de 5g/l de la moyenne de la région de collecte, on peut présumer alors à l'écémage du lait. Dans un lait écémé, on note une augmentation de la densité et une diminution de la matière sèche totale et de la matière grasse. L'écémage peut être calculé à partir de la formule de Veisseyre 1966 [41] :

**Ecémage % =  $[(G' - G)/G] \times 100$**  (Avec : G = Teneur en matière grasse du lait suspect. G' = Teneur en matière grasse d'un lait normal d'une région donnée).

#### 2.2.3.2 Le mouillage du lait

Le mouillage de lait par l'eau constitue la fraude la plus fréquente. Elle se situe toujours en amont de la transformation c'est à dire à la ferme [52]. Pour sa détection

on doit comparer entre la valeur de certains paramètres dans le lait suspect et la valeur de ces mêmes paramètres dans un lait normal :

Le mouillage peut être détecté à partir de la détermination de l'extrait sec, mais elle ne suffit pas seule pour établir des conclusions définitives. On peut calculer le mouillage M en fonction de l'extrait sec par la formule suivante :  $M = (90 - ESD) / 90$  [41].

(Avec : 90 grammes par litre étant la moyenne de l'extrait sec dégraissé des laits normaux).

Les mesures de la densité, du point de congélation ou cryoscopie (comme il a été déjà mentionné ci-dessus) et bien d'autres procédés non mentionnés tels la réfractométrie, la résistivité électrique, la viscosité...etc. peuvent également contribuer à la détermination du mouillage du lait [59].

Le mouillage du lait peut être aussi détecté en utilisant un lactomètre de type BERTUZZU, qui permet d'estimer le taux de matières sèches dégraissées du lait (MSD). Le mode opératoire consiste à mettre une goutte de lait sur le prisme de l'appareil, puis la lecture de la teneur du lait en MSD se fait directement sur l'appareil (MSD en g/l). Pour un lait mouillé, le lactomètre de type BERTUZZU affiche une valeur de MSD inférieure à 87 g/l [41].

### 2.2.3.3 Les laits substitués

Cette fraude concerne surtout l'addition de lait de vache à celui de chèvre ou de brebis. Elle est relativement fréquente pour les laits destinés à la fabrication de fromage de petits ruminants. La détection de cette fraude nécessite le recours aux analyses de laboratoire. Elle consiste à rechercher par exemple, le  $\beta$ -carotène présente dans la matière grasse du lait de vache et absente dans celle de lait de chèvre [41].

### 2.2.3.4 Présence d'antibiotiques et autres produits chimiques

La présence d'antibiotiques dans le lait est due à des résidus de traitements administrés aux animaux et peut être aussi, selon Siousarran [55], imputée aux collecteurs qui les utilisent pour contrôler l'activité microbienne pendant le transport. La présence de résidus antibiotiques dans les aliments est un problème de santé

public car elle peut provoquer l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques qui pourraient être dangereuses pour l'homme. De plus du point de vue de la technologie laitière, la présence d'antibiotiques dans le lait empêche le caillage de celui-ci, limitant ainsi la gamme de produits que peut offrir la laiterie (yaourt, fromage, etc.) [55, 60].

Le test du Yaourt permet de mettre en évidence la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait. Ce test utilise le principe de variation du pH (fermentation) et de la coagulation lors de la fabrication du yaourt [61]. Un lait ensemencé avec un yaourt ne coagule pas s'il contient des antibiotiques (inhibiteurs de la fermentation) [55].

D'autres produits chimiques tels les détergents et les désinfectants, les pesticides et insecticides, le colostrum, les nitrites et nitrates, ...etc. peuvent constituer un danger potentiel pour la santé publique [58, 60].

La présence de tous ces produits peut être évité grâce à la vigilance des producteurs (et collecteurs) en maintenant une bonne hygiène au sein du troupeau et lors de la traite et en suivant le mode d'emploi des produits chimiques tout en respectant les temps d'attente après traitement [58, 60].

### 2.3 Qualité hygiénique et microbiologique du lait

Selon Grenon [51], de tous les aspects liés à la qualité du lait, ce sont surtout ceux liés à la qualité microbiologique et la qualité chimique qui devraient retenir toute l'attention afin de garantir l'innocuité de ce produit. Par innocuité, Grenon [51] entend "qualité ou caractère d'une chose qui n'est pas nuisible, toxique ou nocive".

#### 2.3.1 Facteurs de variation de la qualité hygiénique du lait

Dans l'étude de Sraïri [53] sur la variabilité de la qualité globale du lait, il apparaît que les critères hygiéniques sont beaucoup moins stables que les critères physiques ou chimiques. En effet, toujours selon cette étude, la qualité du lait est surtout déterminée par les critères hygiéniques, dont les déterminants sont avant tout au niveau des pratiques de traite et d'hygiène adoptées par les éleveurs.

Les facteurs affectant la qualité hygiénique du lait cru se situent à six niveaux d'interaction : Hygiène des locaux, hygiène des aliments, état sanitaire des animaux laitiers, conditions hygiéniques de traite, conditions de stockage du lait et enfin le délai d'acheminement du lait [41].

La qualité hygiénique du lait est étroitement liée aux conditions de l'élevage [62] et, en particulier, du niveau d'hygiène des locaux (stabulation, traite, stockage du lait), de l'eau et de l'alimentation et de la traite.

Les bâtiments et l'équipement de traite peuvent contribuer à l'augmentation des bactéries et des cellules somatiques du lait [63].

Selon Dubeuf 1995 cité par Essalhi [41], les locaux servant à l'hébergement des animaux laitiers, quelque soit le mode de stabulation (libre ou entravée) doivent être conçus de manière à assurer un espace, une ambiance saine (ventilation suffisante) et un entretien efficace et adapté (sol en pente, rigole d'évacuation des eaux usées et urines).

Ces locaux de stabulation doivent être maintenus secs et propres ; pour cela il faut assurer une évacuation régulière des déjections, un renouvellement approprié des litières et un nettoyage périodique des étables [63].

Par ailleurs, les mouches sur les trayons peuvent causer des mammites [63].

Le local servant à la traite des animaux doit être facile à nettoyer (revêtement étanche et lisse des sols et des murs, sol des quais et de la fosse en pente) et bien éclairé. Aussi un entretien régulier du matériel de traite, de la mamelle et l'utilisation de l'eau javellisée détruisant la flore microbienne diminuent le risque de contamination du lait [62, 41].

Dans l'étude faite par Agabriel et al [41], la qualité bactériologique du lait a pu être associée à la fois à la nature des fourrages hivernaux (contamination butyrique) et à l'hygiène de traite. Selon Démarquilly 1998 cité par Essalhi [41], la contamination du lait se fait lors de la traite, par des particules de bouses passant dans le lait. Son importance dépend d'une part des soins apportés à la traite et de la propreté des trayons, d'autre part du nombre de spores dans l'ensilage. Il est nécessaire d'agir simultanément sur ces deux facteurs pour diminuer la contamination du lait. Pour

l'ensilage, il est impératif d'incorporer le moins possible de terre (à l'origine des spores) dans le fourrage lors de la récolte et du remplissage du silo. D'autre part il est nécessaire d'utiliser un conservateur efficace (addition de nitrate à l'acide formique,...) inhibant la multiplication des spores dans l'ensilage. La présence de spores butyriques dans le lait entraîne des problèmes de fabrication fromagère.

Par ailleurs, l'absence d'un réseau routier aménagé allonge la durée de l'acheminement du lait vers les centres de collecte et l'utilisation de moyens de transport non frigorifiés, favorisent la détérioration de la qualité bactériologique du lait [41].

### 2.3.2 Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru

Elle se fait grâce à l'épreuve au bleu de Méthylène qui consiste à ajouter au lait cru une substance colorée (le bleu de méthylène) qui le colore en bleu et qui donne par réduction un leuco-dérivé incolore. La rapidité de changement de coloration du mélange (lait-bleu de méthylène) incubé à 37°C est fonction du nombre de bactéries présentes. En général, le temps de réduction est inversement proportionnel à la charge bactérienne initiale du lait. On peut approximativement estimer les résultats du test du bleu de méthylène de la façon suivante. La décoloration du bleu de méthylène par le lait se fait à partir de 3 heures (Température supérieure à 20°C) pour un lait de bonne qualité [55].

Tableau 2.2 : Estimation de la charge bactérienne par l'épreuve au bleu du méthylène (Hamama, 2002 cité par Essalhi [41])

Décoloration en:	Nombre de bactéries/ml	Qualité du lait
5 heures ou plus	100 000 à 200 000	Bonne
2 à 4 heures	200 000 à 2 millions	Bonne à passable
Moins de 2 heures	2 à 10 millions	Insuffisante

## 2.4 Qualité chimique

### 2.4.1 Les matières grasses du lait

La matière grasse (MG) fait partie des composants majeurs du lait et elle constitue un des déterminants de sa qualité nutritionnelle, organoleptique, technologique et économique [32].

### 2.4.1.1 Quelques rappels biochimiques

Les lipides sont composés essentiellement d'AG. Les AG sont des chaînes de carbones présentant à l'une des extrémités une fonction acide, le groupement carboxyle (**COOH**), et un groupement méthyle (**CH<sub>3</sub>**) à l'autre extrémité. La structure d'un AG est : **CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-COOH** [32].

Les AG sont nommés d'après le nombre total d'atomes de carbones qu'ils possèdent [31]. Ils sont classés en trois groupes [64] :

- AGC (AG courts) : jusqu'à 12 atomes de carbones
- AGM (AG moyens) : 14 et 16 atomes carbones
- AGL (AG longs) : 18 atomes de carbone et plus

NB: AGCM regroupe les AGC et les AGM

Les AG sont soit saturés (AGS) ou insaturés (AGI). Un AGI possède soit une seule double liaison (AGMI : AG mono-insaturé) ou possède deux doubles liaisons ou plus (AGPI : AG poly-insaturé) [31].

Les AGMI ont deux configurations (*cis* ou *trans*) selon la position des deux atomes d'hydrogène par rapport à la double liaison (si ils sont du même côté la configuration est *cis*, si ils sont opposés la configuration est *trans*).

Il existe deux types de nomenclatures pour les AG [31] :

- La nomenclature biochimique, la position de la première double liaison est déterminée en partant de l'extrémité carboxylique (nomenclature delta).
- La nomenclature oméga, fondée sur la position de la première double liaison à partir de l'extrémité méthyle ; cette nomenclature est la plus utilisée en biologie. Exemple : l'acide linoléique (C18:2) ayant une première double liaison sur le carbone 6 en partant de l'extrémité méthyle, appartient à la famille oméga-6, et C18:3 l'ayant sur le carbone 3, appartient à la famille oméga-3. La nomenclature oméga spécifie la famille biologique de l'AG.

La quasi-totalité des lipides du lait sont des triglycérides (association glycérol + AG). L'estérification des AG a lieu intégralement dans les cellules sécrétrices de la

mamelle. Le glycérol provient du glucose (le glycérol peut jouer de ce fait le rôle de facteur limitant chez les ruminants) et les AG ont une double origine [64] :

Une origine extra-mammaire (plasmatique) :

Les AG qui résultent représentent environ 60 % en poids des AG sécrétés dans le lait (50 % en moles). Ils correspondent à la captation mammaire d'acides gras préformés de 12 à 22 atomes de carbone [AGM (15%C<sub>14</sub> +60%C<sub>16</sub>) + 100%AGL] prélevés dans le plasma soit à partir des lipoprotéines issues de l'absorption intestinale des lipides (alimentaires ou issus des synthèses ruminales), soit à partir des acides gras non estérifiés provenant de la mobilisation des lipides corporels (Schmidely et Sauvart 2001 cités par Andrade [32]).

Une origine intra-mammaire (synthétisés dans la mamelle) :

Ils représentent 40 % en poids des AG sécrétés (50 % en moles). Il s'agit des AG de 4 à 16 atomes de carbone [100% AGC+AGM (85%C<sub>14</sub> +40%C<sub>16</sub>)] que la mamelle synthétise à partir de l'acétate ruminal ou du  $\beta$ -hydroxybutyrate provenant du métabolisme du butyrate par l'épithélium ruminal.

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre des betteraves). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait [65].

#### 2.4.1.2 Evolution du taux butyreux

Le TB a souvent tendance à être élevé en début de lactation en raison de la mobilisation des réserves graisseuses de la vache en réponse à la balance énergétique négative qui caractérise cette période. Une condition à cela : que la vache possède des réserves suffisantes de tissu graisseux à mobiliser en début de lactation. Par la suite, le TB décline pour atteindre son niveau le plus bas au pic de lactation avant de remonter de 0,05% par mois ensuite [21].

#### 2.4.1.3 Les matières grasses du lait et les technologies alimentaires

La composition en AG influence notamment les propriétés technologiques des MG par leur point de fusion qui résulte d'une combinaison de facteurs impliquant la longueur des AG, leur degré de saturation, et leur isométrie géométrique (liaisons *cis* ou *trans*). Elle influence aussi les propriétés organoleptiques des produits laitiers par les variations des proportions d'AG courts et par l'oxydation des différents AG [65].

#### 2.4.1.4 Les matières grasses du lait et la santé humaine

Contrairement aux protéines, la matière grasse du lait a perdu de l'importance au cours des dernières années [65]. En effet, la matière grasse du lait a longtemps souffert d'une mauvaise image, parce qu'elle contient beaucoup d'AGS, et parce qu'elle est généralement pauvre en AGPI avec moins de 1% de C18:3 selon Kennelly 1996 cité par Akraim [31]. Elle a donc été assimilée à une matière grasse saturée néfaste pour l'organisme. Ce qui pousse les diététiciens à cibler les produits laitiers d'autant plus qu'ils fournissent de 15 à 25 % des matières grasses consommées par l'Homme, et 25 à 35 % des graisses saturées [30]. Par conséquent, les objectifs affichés par la filière 'lait' sont désormais de réduire la production de MG, et de modifier sa composition pour répondre aux questionnements de santé humaine.

Selon Schmidely et Sauvant 2001 cités par Andrade [32], L'effet délétère de certains AGMI *trans* est parfois mentionné, mais il n'a pas été prouvé que l'isomère principal présent dans le lait, le *trans* vaccénique (C18:1 11-*trans*) soit associé au risque coronarien. Mais, selon des études plus récentes, les orientations scientifiques visent à réduire la proportion des acides gras (AGS de chaîne moyenne, tout comme celle de certains AGMI de configuration *trans*, toutes deux liées au risque des maladies cardiovasculaires "MCV" [66, 67, 32, 68].

En revanche, selon Williams 2000 cité par Akraim [31], l'augmentation de certains AG possédant potentiellement des effets bénéfiques pour la santé humaine est privilégiée. En effet, des travaux expérimentaux et épidémiologiques suggèrent que la consommation régulière d'acides gras polyinsaturés (AGPI) de la famille des oméga-3 ( $\alpha$ -linoléique C18:3, éicosapentaénoïque EPA, docosahexaénoïque DHA) serait associée à des effets cardiovasculaires bénéfiques [31]. Benchaar [69]

rapporte qu'aujourd'hui on reconnaît, que le lait contient des acides linoléiques conjugués (ALC) et des acides gras oméga-3 qui possèdent plusieurs effets positifs sur la santé, notamment la prévention de certains cancers et de maladies cardiovasculaires.

Le DHA est un acide gras de la famille des oméga-3. Selon McBride cité par Chantal [70], il est essentiel chez l'enfant pour le développement des yeux et du cerveau et on l'utilise aussi pour traiter le manque d'attention, la dépression, l'anxiété et il semblerait efficace pour traiter le cancer du sein chez les femmes en pré-ménopause.

#### 2.4.1.5 Les facteurs de variation de la matière grasse du lait

La MG est le composant le plus variable du lait, d'un point de vue quantitatif ou qualitatif. Palmquist et al. 1993 cités par Akraim [31] ont rapporté que sa composition et sa production dépendent principalement de facteurs liés à l'animal ou "intrinsèques" (espèce, race, stade de lactation et caractéristiques individuelles des animaux) et de facteurs extrinsèques (saison, température, techniques d'alimentation et la traite) [41].

Les variations annuelles de la composition du lait entre de troupeaux sont expliquées à raison de 50% par la génétique, 40% par l'alimentation et 10% par les autres facteurs [71].

##### 2.4.1.5.1 Effet de l'alimentation

La race, le stade de lactation et la saison et autres (voir plus loin) sont autant de facteurs qui peuvent influencer la qualité du lait. Mais l'alimentation a un rôle aussi important que ces autres facteurs. Elle permet en effet d'exprimer les qualités intrinsèques de la génétique. Une sous-alimentation pourrait disqualifier les caractères génétiques [65]. Selon plusieurs auteurs comme Kennely 1996 cité par Akraim [31] ou Chilliard et al. [30], l'alimentation constitue le levier le plus efficace et le plus rapide pour faire varier la production et la composition du lait. Le taux de matière grasse du lait est influencé par un certain nombre de facteurs alimentaires agissants l'un sur l'autre selon Ashes et al. 1997 cités par Venlazquez [72].

#### 2.4.1.5.1.1 Effet des niveaux d'apport d'énergie, de matières azotées et de matières grasses

D'après Labarre 1994 cité par Essalhi [41], l'alimentation peut influencer le taux butyreux essentiellement par l'intermédiaire des modifications des synthèses d'AGV dans le rumen, précurseurs de la lipogenèse mammaire. Elle peut également modifier la disponibilité des acides gras de réserve pour le prélèvement mammaire.

Selon Journet et Chilliard 1985 cité par Essalhi [41], le taux butyreux tend à baisser dans le cas d'un apport énergétique très élevé : il n'y a pas de mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une augmentation du taux butyreux. Lalman et al 2000 cités par Velazquez [72] ont comparé quatre régimes à différents niveaux énergétiques. Ils ont constaté que le taux butyreux le plus faible correspondait au régime à niveau énergétique le plus élevé.

A l'opposé, et selon Brugere 1978 cité par Essalhi [41], les états extrêmes de déficit énergétique, entraînant une acétonémie, ont pour conséquence une augmentation du taux butyreux. Le taux de matière grasse monte si la ration est riche en cellulose et pauvre en amidon et en sucre. Une ration riche en fibre, va influencer positivement le taux de matière grasse [71].

Globalement, selon les résultats d'une méta-analyse faite sur un bon nombre de données d'expérimentations dont lesquelles l'apport de concentré représentait le facteur étudié, l'accroissement de l'apport de concentré à des vaches laitières se traduit simultanément par une baisse de l'ingestion du fourrage et du taux butyreux et une augmentation de l'ingestion de la ration totale, de la production laitière et de sa teneur protéines et en lactose [73].

L'augmentation de la proportion du concentré dans la ration se répercute négativement sur le taux butyreux. Les rations très riches en aliment concentré (plus de 40 à 60 % de la ration) entraînent une chute du TB [42]. Cette diminution est variable et surtout nette au delà de 40% de concentré. Les mécanismes physiologiques qui expliquent cette chute du taux butyreux suite à l'apport du concentré sont les suivants selon Journet et Chilliard 1985 cités par Essalhi [41] :

- moindre salivation par diminution de la fibrosité du régime et donc diminution du pouvoir tampon,
- baisse du pH ruminal et modification des populations microbiennes (diminution de la synthèse d'acide butyrique précurseur d'acides gras),
- diminution de la proportion de C2 et C4 (précurseurs de la lipogenèse mammaire) au profit du C3.

La diminution du taux butyreux (TB) observée lors de l'utilisation de rations riches en concentré et/ou en lipides est surtout une conséquence d'une synthèse réduite de MG dans la mamelle. Selon Bauman et Griinari 2001 cités par Akraim [31], Les causes de cette réduction sont multiples et liées aux modifications de l'environnement ruminal provoquées par ce type de régime.

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer la chute du TB causée par des rations riches en concentrés. L'une d'elle stipule que le taux butyreux serait affecté par les concentrations plasmatiques d'insuline [72]. En effet, la théorie glucogénique-insulinémique<sup>1</sup> suggère que l'insuline joue un rôle important dans la chute du taux de matières grasses du lait. Une ration riche en concentrés augmente la production de propionate dans le rumen et le taux de gluconéogenèse hépatique. Le glucose, a son tour, augmente la libération de l'insuline par le pancréas. Une augmentation de la concentration d'insuline circulant accroît la captation des précurseurs lipogéniques (lipogenèse) et décroît la Libération des acides gras (lipolyse) dans le tissu adipeux causant ainsi une compétition entre le tissu adipeux et la glande mammaire. Cette diminution de la disponibilité des précurseurs des acides gras du lait dans le sang prive la glande mammaire de ses précurseurs résultant en une dépression des matières grasses du lait [72, 74].

---

<sup>1</sup> Il existe d'autres théories comme celle qui suppose l'existence d'inhibiteurs directs de la synthèse des matières grasses sont exposées dans les ouvrages [74, 72].

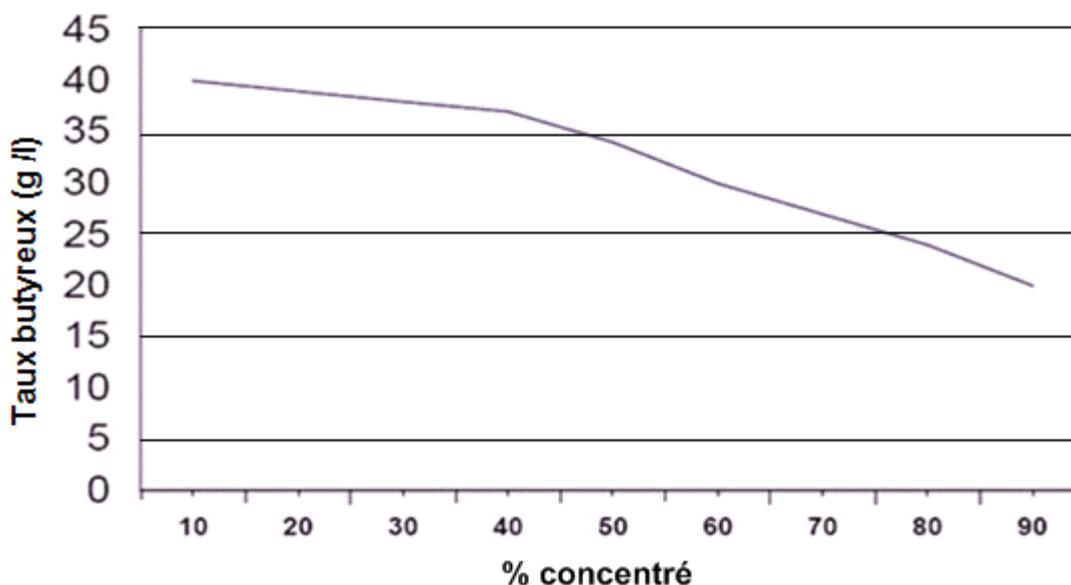


Figure 2.1 : Effet de l'augmentation du % de concentré dans la ration sur le TB (Labarre 1994 in Essalhi [41]).

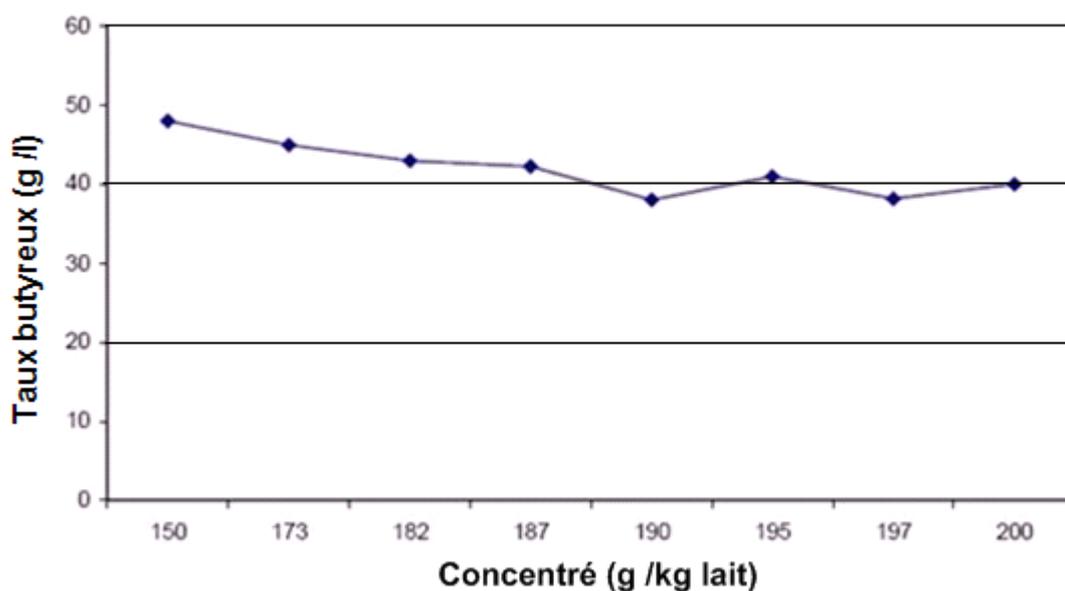


Figure 2.2 : Effet de l'augmentation de la quantité de concentré (g/ Kg de lait) sur le taux butyreux (Durand 1992 in Essalhi [41]).

La nature des glucides de la ration a aussi une influence sur le taux butyreux. Selon de nombreux auteurs (Schultz 1974; Emery 1988; Jelec 1990; Hoden et Coulon 1991) cités par Valazquez [72], l'effet des glucides de la ration sur la composition du lait dépend de la source d'énergie utilisée et d'autres facteurs alimentaires comme le temps de mastication (fibres), la taille des particules et les

additifs. Ainsi, Coulon et al. 1989 cités par Essalhi [41] ont rapportés qu'à fort taux de concentrés (plus de 50%), ce sont les céréales qui entraînent des chutes plus importantes de taux butyreux que les concentrés riches en parois. Gadoud et al. 1992 cités par Skaff [38] ont rapporté également qu'avec des régimes à base de foin ou d'ensilage d'herbe, la diminution du taux butyreux (TB) est plus sensible avec des céréales, qu'avec des sous-produits celluloseux comme le son et la pulpe de betterave.

L'augmentation du taux azoté de la ration peut accroître la production laitière, et ainsi entraîner une dilution de la matière utile. En effet, Emery 1991 cité par Velazquez [72] a mentionné qu'augmenter la proportion des protéines brutes de 10 à 18% de la ration de vaches laitières peut entraîner une baisse du TB suite à l'effet dilution causé par l'augmentation de la production de lait. D'autres auteurs comme Wiley et al. 1991, Christense et al. 1992a et Christensen et al. 1992b également cités par Velazquez [72] ont signalé que le TB est affecté par les protéines non dégradables dans le rumen alors que Wu et al. 1997 n'ont discerné aucun effet significatif.

Jarrige [42] a rapporté que les apports azotés n'ont que peu d'influence sur la composition du lait. En effet, l'étude de Jones-Enslay et al. 1997 cités par Velazquez [72] a révélé que le TB n'est influencé ni par le taux de protéines brutes dans le supplément ni par la quantité de supplément offerte.

Les effets de l'apport lipidique sur le TB et sur la composition en AG sont très variables, et ils dépendent de la quantité et des caractéristiques des suppléments lipidiques [32]. Selon Palmquist et Jenkins 1980 et Wu et Huber 1994 cités par Akraim [31], un supplément lipidique dans la ration diminue en général le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP) du lait. Cet effet dépresseur est lié à la nature du supplément lipidique : l'effet est plus important avec les AGPI qu'avec les AGS, et avec les huiles qu'avec les graines oléagineuses. Cependant, un apport de matières grasses sous forme de graines a maintenu voir augmenté dans plusieurs cas le TB du lait.

Selon Akraim [31], l'effet négatif d'un supplément lipidique sur le TB est aussi lié au rapport fourrages/concentrés dans la ration. En effet, un régime pauvre en

fibres supplémenté avec une matière grasse insaturée abaisse le TB du lait de 30% par rapport à un régime riche en fibres supplémenté avec une matière grasse saturée.

Additionner du suif ou des graines oléagineuses aux rations pauvres en matières grasses (ensilage d'herbe, foin) à raison de 2 à 5 % de la ration totale offre une possibilité d'améliorer le TB de 1 à 2 g/kg [42].

D'après Offer et al. 1999 cités par AKraim [31], l'addition d'huile de poisson abaisse le TB dans la plupart des cas mais l'addition d'huile de lin n'a pas d'effet sur la matière grasse du lait en comparaison avec une ration témoin sans matière grasse ajoutée. De même, l'infusion d'huile de lin dans le duodénum de vaches à raison de 500 g/j n'a pas d'effet sur le TB en comparaison avec un apport de graines de lin entières (Petit et al 2002 in Akraim [31]).

Tableau 2.3 : Facteurs influençant la réponse (+ ou -) du TB à l'ajout de lipides dans la ration (Labarre, 1994 in Essalhi [41])

Facteurs	Effet sur le taux butyreux
<b>TYPE DE MATIERES GRASSES</b>	
- Acides gras saturés	+
- Acides gras insaturés	+ / -
- Huiles encapsulées	++
- Graisses encapsulées	++
- Savons de calcium	+ / -
<b>NIVEAU D'ACIDE GRAS DANS LA RATION DE DEPART</b>	
- Inférieur à 2%	++
- Supérieur à 6%	+ / -
<b>FOURRAGE DE BASE</b>	
- Pulpe de betteraves, betteraves fourragères	++
- Herbe ensilée, foin	++
- Ensilage de maïs	+ / -
<b>STADE DE LACTATION</b>	
- Début de lactation	++
- Fin de lactation	+

La supplémentation en savon de calcium à raison de 3 % de la MS totale des rations contenant environ 50 % de concentré, réduit l'ingestion totale, augmente la production laitière brute de 3,2 kg, améliore le TB de 2g / kg, mais réduit le TP de 1g/kg chez la vache en début de lactation [75].

Une ration composée de 50 % du concentré et 50% du fourrage permet de produire un lait riche en matières grasses qu'une même ration avec 2% d'huile de poisson (Baer, 2001 in Essalhi [41]).

#### 2.4.1.5.1.2 Le mode de présentation des aliments

La proportion des fourrages dans la ration et leur structure influencent fortement la synthèse des matières grasses [42].

Sauvant et al. 1990 in Essalhi [41] ont rapporté que de nombreuses études ont montré une corrélation positive entre l'indice de fibrosité d'une ration (temps de mastication à l'ingestion et de rumination) et le taux butyreux.

Selon Norgaard 1983 et Sudweeks 1979 également cités par Essalhi [41], la réduction des fourrages en particules plus fines se traduit par une diminution du taux butyreux.

Gadoud et al. 1992 cités par Skaff [38] ont remarqué également une chute du taux butyreux causée par une réduction des aliments en particules de plus en plus fines comme dans le cas des régimes riches en concentrés, et ont suggéré qu'une supplémentation de foin avec la pulpe de betterave (riche en parois cellulosiques), peut constituer alors un correctif efficace, dans certains cas.

Grant et al. [76] ont rapporté également que le hachage fin des fourrages conduit à une diminution du taux butyreux, surtout lorsqu'il est associé à un apport important de concentré. Ces auteurs ont postulé que la réduction de la dimension des particules d'ensilage entraîne des changements métaboliques qui élèvent l'insuline de sérum, et l'insuline joue un rôle dans la dépression de matière grasse du lait en changeant les taux de synthèse de lipide pour la matière grasse du lait ou pour le dépôt adipeux (théorie glucogénique-insulinémique citée plus haut).

Les traitements technologiques tel le broyage et l'agglomération des aliments complémentaires abaissent eux aussi le TB [36].

Tableau 2.4 : Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne – 45% de concentré) sur les performances des vaches laitières [76].

HACHAGE	FIN	INTERMEDIAIRE	GROSSIER	SIGN.
Lait (kg/j)	31,5	32,1	31,08	0,56
Lait 4% (kg/j)	27,52 <sup>b</sup>	30,28 <sup>a</sup>	29,49 <sup>ab</sup>	<b>0,05</b>
Taux butyreux (%)	3,0 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	<b>0,001</b>
Taux protéique (%)	3,0	3,0	3,1	0,14

Chiffres en gras:  $p < 0,05$

Savant [77], dans son article sur la granulométrie des rations, a cité qu'il a été bien démontré que la réduction de la taille des particules d'un régime aboutissait à une baisse du taux butyreux du lait comme l'illustre la figure 2.3.

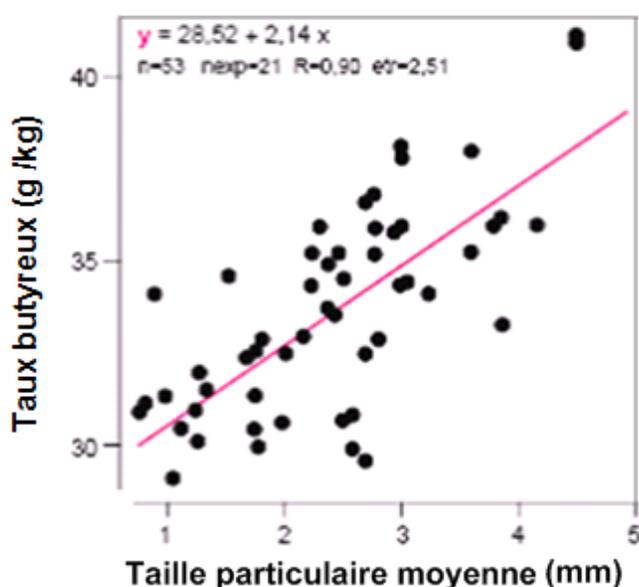


Figure 2.3 : Influence de la granulométrie de la ration sur le taux butyreux du lait de vache [77].

Une chute du taux butyreux causée par des régimes riches en grains d'amidons fermentescibles a été rapporté par Palmquist et al 1993 et Jankins 1993 cités par Velazquez [72].

### 2.4.1.5.1.3 Influence des principaux aliments

Certains aliments ont une influence propre sur la composition du lait.

#### 2.4.1.5.1.3.1 Fourrages

Selon Hoden et Coulon 1991 cités par Essalhi [41], l'ensilage du maïs semble le plus favorable au taux butyreux, car il est relativement bien pourvu en matières grasses (environ 4% MS) et favorable aux fermentations butyriques. Ainsi, on peut observer des effets positifs dans certaines conditions, en particulier avec des rations mixtes :

- L'introduction d'1 à 2 kg de foin dans une ration d'ensilage de maïs plat unique permet d'augmenter la fibrosité et donc souvent le taux butyreux.
- Les régimes mixtes ensilage de maïs/ensilage d'herbe (30% ensilage de maïs), entraînent souvent un taux butyreux plus élevé par une amélioration des fermentations ruminales et le maintien du pH.

Aussi, Mc Kinnon et al. 2000 cités par le même auteur [41] ont affirmé que les vaches qui ont reçu une ration à base d'ensilage du pois ou de l'orge produisent un lait de taux butyreux inférieur à celui des vaches ayant reçu l'ensilage de luzerne.

Comparativement aux régimes classiques, les régimes à base d'ensilage de maïs conduisent à la production d'un lait riche en matières grasses mais normal en matières azotées. Le Doré 1977 cité par Essalhi [41] a évalué à presque 4 g p. 1000 la supériorité du taux butyreux obtenu avec un régime d'ensilage de maïs par rapport à un régime de foin ou d'ensilage d'herbe. Jarrige [42] a confirmé que les rations à base d'ensilages de maïs permettent de produire un lait plus riche en matières grasses que les rations à base de foin ou d'ensilage d'herbe mais il a estimé cette supériorité à seulement + 1 à + 2 g/kg.

#### 2.4.1.5.1.3.2 Les aliments complémentaires

L'introduction des pulpes de betteraves ou des drêches de brasserie dans des rations qui entraînent une composition normale du lait en matière grasse (3,7 à 3,9% de MG) n'engendre pas de modification sensible de cette composition. Mais lorsqu'ils sont ajoutés à des régimes qui provoquent des taux butyreux élevés, les pulpes et

les drêches de brasserie peuvent entraîner une diminution du taux butyreux (Labare 1994 in Essalhi [41]).

Jarrige [42] estime que les aliments complémentaires tels les pulpes de betteraves, les sons et les lactosérums agissent positivement sur la composition du lait (+ 1 à 3 g/kg).

Avec une valeur énergétique moyenne de 1,01 UFL/kg de MS et une teneur moyenne en cellulose de 20,6% de la MS, la pulpe de betterave entraîne une bonne réponse en lait, ainsi qu'en quantités de composants utiles. Elle peut favoriser le taux protéique (TP) grâce à son niveau énergétique important dans la ration. De même, elle a un effet bénéfique sur le taux butyreux (TB), lorsqu'elle est introduite dans une ration riche en concentrés. Une chute éventuelle de ce TB peut être évitée par l'emploi de 7 à 8 kg de pulpes de betterave, en supplément de paille et de foin [38].

Selon JOURNET 1985 cité par Skaff [38], le taux d'acide acétique, favorable au taux butyreux, provenant de la digestion de la pulpe dans le rumen, reste très élevé (70%) avec une ration à base de foin lorsque la proportion de pulpe est majorée de 40 à 70% de matière sèche (MS) de la ration.

Hoden et al 1985, Journet et Chilliard 1985 cités par Essalhi [41] ont rapporté que l'apport de betteraves ou de mélasse de betteraves se traduira par une augmentation d'autant plus sensible du taux butyreux quand celui-ci est faible initialement. Cet effet sera pratiquement nul avec les rations à base d'ensilage de maïs, mais pourra atteindre de 3 à 5 g/kg de lait avec certains régimes (graminées ou légumineuses) surtout si la proportion d'aliments concentrés est élevée. Cet effet et à relier, selon Araba et al. 2002 cités par Essalhi [41], à une production accrue d'acide butyrique et au pouvoir tampon élevé résultant des sucres (saccharose, lactose) arrivant dans le rumen.

Dans une étude menée par Legarto [78] sur l'incorporation de graines de soja crues et aplaties (GSC), la baisse des taux butyreux du lait est perceptible dès l'apport de 2 kg/j de GSC (0.5 à 1.2 g/l), elle s'accroît avec les apports plus élevés (GSC4 = 4 kg/j et GSC6 = 6 kg/j) pour atteindre 3.3 g/l.

La luzerne déshydratée tend à diminuer le taux butyreux lors d'un apport de 2,5 kg MS dans une ration d'ensilage de maïs. Au-delà, le taux butyreux n'évolue plus et le taux protéique diminue [79].

Selon l'étude menée par Thénard et al. 2002 cités par Peyraud et al. [79], l'addition de luzerne déshydratée (3kg) à une ration à base d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe complétée par du tourteau de soja, fait diminuer les quantités de tourteau, favorise la digestion (+2,3 kg MS), améliore le TP (+1,1 g/kg) et n'affecte ni la quantité produite ni le TB.

Enfin, l'utilisation de certains additifs dans la ration permet d'améliorer le taux butyreux du lait. Jarrige [42] suggère qu'ajouter certains additifs alimentaires (bicarbonate de sodium, magnésie) peuvent rehausser le TB quand ils sont ajoutés à des rations dont la part du concentré dépasse 60 %. Labarre 1994 cité par Essalhi [41] confirme que l'utilisation de bicarbonates de soude, par son effet tampon sur le pH du rumen, permet d'augmenter le taux butyreux lorsque celui-ci est faible au départ. Aussi, la magnésie (Oxyde de magnésium) a un même effet et pourrait entraîner un prélèvement plus important des acides gras véhiculés par les lipoprotéines au niveau de la mamelle [41].

#### 2.4.1.5.1.3.3 Mise à l'herbe

La mise à l'herbe, dans certaines conditions, peut avoir des effets positifs sur le TB et le TP (+2 à 3 g/kg pour les deux) [42]. En effet, les taux de matières grasses et de matières azotées augmentent au cours du passage au régime d'herbe quand celui-ci a lieu progressivement selon Le Doré 1977 cité par Essalhi [41]. Mais, l'ampleur de cette augmentation dépend en particulier du régime précédant la mise à l'herbe et du régime à l'herbe. Avec les régimes hivernaux qui provoquent des teneurs élevées en matières grasses (ensilage de maïs) l'effet de la mise à l'herbe n'est que peu perceptible voire même nul ou négatif. Par ailleurs, selon Demarquilly et Journet 1962 et Agabriel et al. 1991 cités par Essalhi [41], la mise à l'herbe brutale sur des pâturages très jeunes peut entraîner des diminutions de taux butyreux qui s'expliquent par des fermentations dans le rumen provoquées par ces fourrages, qui sont semblables à celles dues à un apport excessif des aliments concentrés.

Selon Decaen et Ghadaki 1970 cités par Essalhi [41], l'augmentation de la teneur du lait en matières grasses à la mise à l'herbe est due à l'augmentation de la sécrétion des acides gras longs dont l'herbe jeune est bien pourvue tandis que Hoden et al 1985 cités par le même auteur [41] ont montré que la mise à l'herbe s'accompagne classiquement d'une diminution du taux butyreux, sauf dans le cas où celui-ci est particulièrement bas à la sortie de l'hiver.

#### 2.4.1.5.1.3.4 Eau

Une étude faite en Israël par Yagil et al. 1986 cités par Velazquez [72] a révélé que les vaches laitières qui s'abreuvent de quantités insuffisantes produisent un lait à teneur en eau significativement accrue et à taux de matières grasses sensiblement réduit. Ces auteurs ont suggéré que ces changements de la composition du lait constituent une adaptation physiologique pour assurer la survie des jeunes veaux.

#### 2.4.1.5.2 Les facteurs génétiques et physiologiques

Les facteurs génétiques influent sur le TB. L'héritabilité du TB, c'est-à-dire le pourcentage de la variation totale attribuable à la génétique (le reste dépend du milieu notamment du rationnement), est de l'ordre de moitié [26].

Selon Boichard [40], les taux (butyreux et protéiques) sont très héréditaires (50-60%) mais relativement peu variables ( $CV < 10\%$ ). Pour la race Holstein dont l'héritabilité des caractères laitiers est généralement plus élevée que dans les autres races, on observe en effet une variabilité génétique très forte du taux butyreux dont l'héritabilité dépasse 0,7 (estimée à 0,8) et une opposition accrue entre lait et taux butyreux (-0,5). Selon le même auteur, l'héritabilité de La quantité de MG est de 0,25 [40].

Barbary et al. 1999 cités par Velazquez [72], chez les vaches laitières, ont signalé que la forme de la mamelle a eu des effets significatifs sur la matière grasse du lait et sur la protéine du lait, mais pas sur le lactose. Cependant, Baruah et al. 1991 cités par le même auteur [72], a constaté que la composition du lait des vaches laitières n'a été significativement corrélée avec aucune des mensurations de la mamelle.

### 2.4.1.5.3 La race

Il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de matières grasses. Les races Jersey et Guernsey se distinguent par des laits très riches en matière grasse, tandis que les laits produits par les races Holstein et Ayrshire sont relativement plus dilués [44].

L'influence du facteur race sur le taux butyreux a été étudiée par un certain nombre d'auteurs rapportés par Velazquez [72] comme Belcher et al. 1979 qui l'ont trouvé non significative. A l'inverse, Daley et al. 1986, Sharaby 1988 et Rahnefeld et al. 1990 cités par le même auteur [72] ont trouvé que le TB varie significativement d'une race à une autre.

Tableau 2.5 : Taux butyreux du lait de différentes races mesuré par plusieurs auteurs [72; 41].

RACE	TB (%)	REFERENCE
Ayrshire	3,9	FAO 1995
	4,0	Jenness 1985
Brown Swiss	3,8	Jenness 1985
	3,62	Jairath 1995
Dairy*	3,2	Mondragon et al. 1983
Guernsey	4,6	FAO 1995
	4,6	Jenness 1985
Holstein	3,62	Jairath 1995
	3,6	FAO 1995
	3,5	Jennes 1985
	3,3	Sharaby 1988
	3,9	Nagel and Broderick 1992
	3,6	Rodriguez et al. 1997a
	3,8	Rodriguez et al. 1997b
Jersey	4,85	Jairath 1995
	4,8	FAO 1995
	4,9	Jenness 1985
	4,3	Sharaby 1988
	5,0	Rodriguez et al. 1997a
	4,3	Rodriguez et al. 1997b
Montbéliarde	3,68	Jairath 1995
Normande	4,18	Jairath 1995
Salers	3,6	Jairath 1995

#### 2.4.1.5.4 Effet du stade physiologique

Le stade de lactation est un facteur de variation majeur de la composition chimique du lait [80, 72]. Selon Velazquez [72], son effet sur le taux butyreux a été mis en évidence dans de nombreux travaux (Dash et al. 1978 ; Yadav and Sharma, 1984; Chaudhary et al.1998).

Selon Rahnefeld et al. 1990 cités par Velazquez [72] et Coulon et al. [80], les teneurs du lait en matières grasses et en matières protéiques évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite. Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2ème et 3ème mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation [80; 72]. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière [80]. Selon Rémond 1997 et Schultz et al 1990 cités par Coulon et al. [80], les différences entre les mois extrêmes peuvent atteindre 7 g/kg.

Par ailleurs, Butson and Berg 1984 cités par Velazquez [72] qui ont travaillé sur des vaches de races allaitantes et mixtes, ont observé que les taux de tous les constituants du lait analysés ont augmenté significativement de juin à septembre aux alentours de 130 jours de lactation. Ce résultat peut être expliqué en partie par l'effet "dilution" qui représente le rapport inverse entre le rendement de lait et les taux des constituants de lait.

Rémond et al. [43] notent que l'approche du vêlage accroît les différences individuelles, de façon considérable pour certains constituants (AG libres, immunoglobulines, cellules somatiques).

Decaen et Adda 1970 et Chilliard et al. 1981 cités par Coulon et al. [80], dans leurs études sur la variation de la composition des matières grasses du lait au cours de la lactation ont constaté que la proportion des acides gras à chaîne courte ( $C_6$  à  $C_{14}$ ) augmente au cours de 2 premiers mois de lactation aux dépens de celles des acides gras à chaîne longue ( $C_{18}$  et +) qui proviennent en partie de la mobilisation des lipides corporels.

#### 2.4.1.5.5 Effet des facteurs pathologiques

La chute du TB est généralement le premier signal d'alarme de l'acidose chronique [26]. L'acidose chronique s'accompagne d'une baisse du taux butyreux du fait de la réduction du flux de nutriments absorbés et leur nature [81]. En cours de lactation, les rations responsables d'une acidose chronique du rumen favorisent la production d'acide propionique au détriment de l'acide acétique, ce qui se traduit par une dépression du TB du lait [21].

Dohoo et Meek 1982 cités par Velazquez [72] rapportent que le lait d'une vache avec un comptage de cellules somatiques (ou CCS qui est un reflet de la santé de la glande mammaire [82]) élevé a un taux butyreux et un taux de lactose plus bas que celui d'une vache ayant un moindre CCS. Par contre Miller et al. 1983 cités par le même auteur [72] ont signalé que les vaches à haut CCS ont effectivement un taux de lactose plus bas mais des taux butyreux et protéiques plus élevés que les vaches à bas CCS. Le même résultat pour le taux butyreux a été auparavant rapporté par Roussel et al. 1969 toujours cités par Velazquez [72] qui ont trouvé une corrélation significativement positive entre TB et CCS.

#### 2.4.1.5.6 Effet saison

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires [80]. Néanmoins, de nombreux travaux expérimentaux ayant fait recours à des méthodes statistiques appropriées (qui ont permis d'annuler ces deux facteurs suscités) appliquées sur de nombreuses données mensuelles individuelles ont eu pour résultat que les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver et les écarts entre les mois extrêmes sont d'autant plus importants que les concentrations moyennes sont plus élevées (Figure 2.1) [80]. Ils atteignent 3 g/kg pour le taux butyreux.

La saison, par l'intermédiaire de la durée du jour, fait diminuer parfois la richesse du lait en matières utiles selon Phillips et Schofield 1989 cités par Agouni et Gaci [44]. La plupart des travaux (Peters et al 1981, Tucker 1985, Bocquier 1985, Stanisiewski et al 1985, Phillips et Schofield 1989) ont en effet montré qu'une durée

d'éclairage expérimentale longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles [80].

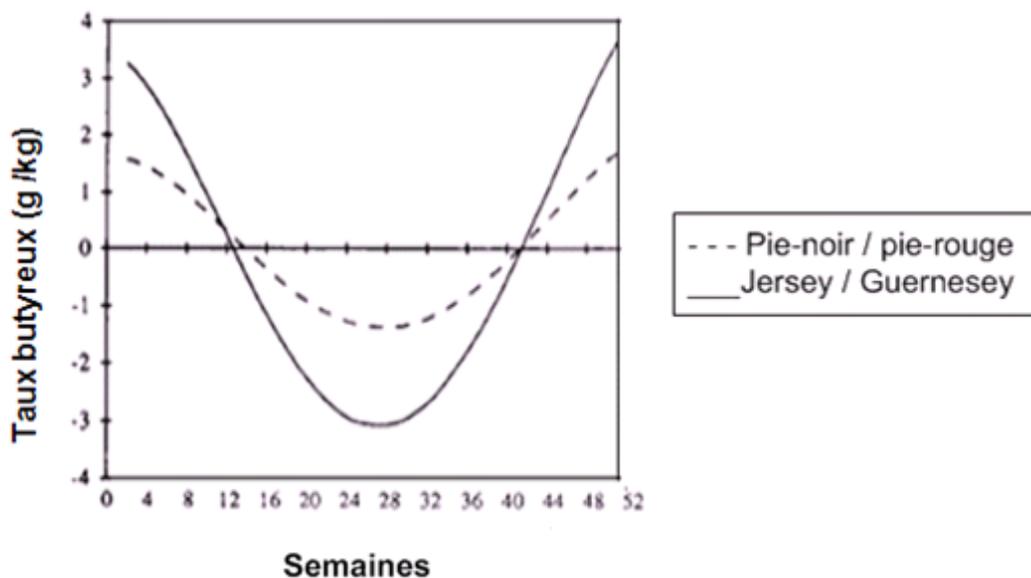


Figure 2.4: Evolution du taux butyreux au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation chez des animaux de type pie-noire ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey (écarts par rapport à la moyenne, à stade de lactation constant) [80].

L'effet de la photopériode et de la charge thermique sur la composition du lait chez la vache laitière a été étudié par Aharoni et al. 1999 cités par Velazquez [72] et il s'est avéré que le taux protéique est affecté par la photopériode, le taux butyreux a été affecté par la charge thermique principale et le lactose a été affecté par les deux facteurs environnementaux.

Dans leur étude sur l'effet de la température ambiante (15 et 30°C) sur les performances de vaches de race Jersey à capacités d'ingestions ajustées pour être égales, Bandaranayaka et Holmes [83] de l'université Massey en Nouvelle Zélande ont constaté une diminution significative des taux butyreux et protéiques ainsi que la proportion des acides gras à courtes chaînes (C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>) à 30°C. En plus de ces modifications de la composition du lait, ils ont constaté également une diminution significative de la proportion d'acide acétique dans le rumen et une légère baisse du pH à la température ambiante de 30°C. Ainsi, ces résultats ont indiqué que des changements du métabolisme des vaches se sont produits à 30°C indépendamment de changements alimentaires.

#### 2.4.1.5.7 Effets liés à la reproduction

Selon Rollin [21], il a ainsi été clairement démontré que les vaches Holstein avec un TB > 45 g/L lors du premier contrôle laitier présentaient par la suite un taux de gestation en première insémination significativement inférieur aux vaches qui présentaient un TB plus faible.

#### 2.4.1.5.8 Effet de la période sèche

La réduction de la durée de la période sèche accroît les teneurs du lait en matières grasses pendant l'ensemble de la lactation [43].

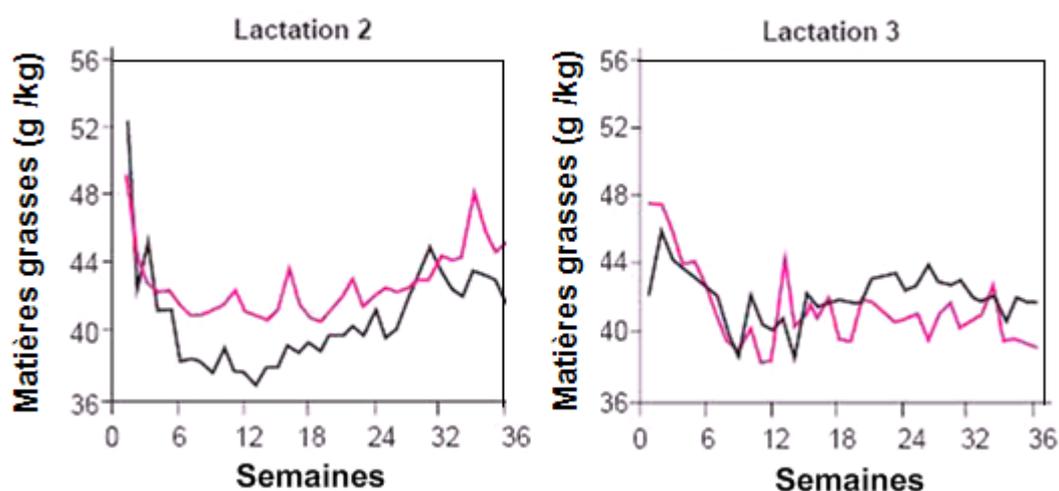


Figure 2.5 : Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1<sup>ère</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2<sup>ème</sup> lactation (courbes rouges) sur le taux de MG du lait en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lactations par rapport à un tarissement normal (courbes noires) (13 vaches par lot) [43].

Tableau 2.6 : Résumé des facteurs autres qu'alimentaires influençant le TB (Labarre 1994 in Essalhi [41]).

FACTEUR	EXPLICATION
Proportion des génisses	Les génisses ont souvent un TB plus élevé
Durée du tarissement	Le TB augmente en fin de lactation
Etat d'engraissement des animaux	En particulier au vêlage, cet indice renseigne sur la capacité de l'animal à mobiliser ses réserves corporelles
Stade de lactation	Diminution de la teneur en MG pendant les 2 premiers mois de lactation, suivie d'une augmentation
Âge de la vache	La teneur en MG décroît avec l'âge
Saison	La teneur en MG est généralement plus basse en été et plus élevée en hiver (pays tempérés)
Intervalle de traite	Le lait obtenu après la plus brève période comporte une teneur plus élevée

#### 2.4.1.6 Modification de la composition de la matière grasse

On peut changer le gras du lait grâce à l'alimentation des vaches laitières [84]. On sait maintenant que si on ajoute des acides gras insaturés à la ration des vaches laitières, on peut changer le type de gras qu'on retrouve dans le lait et avoir ainsi des produits laitiers moins riches en acides gras saturés et plus riches en acides gras insaturés (Chouinard cité par Chantal [85]). La possibilité d'augmenter la concentration des acides gras bénéfiques, les CLA (acides linoléiques conjugués) et les oméga-3 notamment, semble donc intéressante pour l'industrie laitière [69].

Selon O'Donnell 1989 cité par Chouinard [84], du point de vue de la santé humaine, un comité de quinze chercheurs américains estimait qu'une matière grasse idéale devrait contenir moins de 10 % d'acides gras polyinsaturés, jusqu'à 8 % d'acides gras saturés et 82 % d'acides gras mono-insaturés. Cependant, l'analyse du profil en acides gras d'un lait produit dans des conditions habituelles de régie et d'alimentation révèle un écart énorme par rapport à ces caractéristiques « idéales ». À titre d'exemple, des échantillons de lait provenant de cinquante fromageries de dix régions des États-Unis contenaient en moyenne 64 % d'acides gras saturés et seulement 33 % d'acides gras mono-insaturés [84].

Comme il a été déjà mentionné, les matières grasses du lait et des produits laitiers ont souvent été mal perçues par les consommateurs car elles sont jugées néfastes par l'organisme du fait de sa richesse en AGS et la faiblesse de sa teneur en AGPI [69, 31]. Or, le profil des acides gras (AG) du lait peut être modifié par l'alimentation des animaux. Ainsi, l'utilisation de graines de lin (riche en C18:3) dans l'alimentation animale augmente modérément la teneur du lait en C18:3 mais abaisse aussi la proportion des AGS selon Petit et al. 2004 cités par Akraim [31]. Selon Chilliard et al. [30], la graine de lin permet un accroissement de la teneur en C18:3 d'environ 0,3 point. Les rations à base d'herbe (riches en C18:3) augmentent également (0,5 à 1 point) la proportion de C18:3 dans le lait par rapport aux rations à base d'ensilage de maïs.

Selon Chouinard et al. 1997a cités par Akraim [31], la bio-hydrogénation ruminale des AGPI est le principal obstacle à l'enrichissement du lait en AGPI. Ainsi, à cause de cette hydrogénation ruminale poussée, l'apport de graines ou d'huiles riches en C18:2 ne fait augmenter que de 1,5 point la teneur du lait en C18:2 qui est comprise entre 2 et 3 % avec les rations non supplémentées en lipides [30]. Cependant, des traitements thermiques, dont l'extrusion, semblent protéger les graines oléagineuses de l'action des micro-organismes ruminants [31].

Globalement, les régimes alimentaires augmentant les proportions des ALC et des C18:1 trans dans le lait sont ceux qui apportent des précurseurs lipidiques pour la formation de ces AG, ou qui modifient l'activité microbienne associée à l'hydrogénation ruminale des AG polyinsaturés ou l'activité de la désaturase mammaire [30].

Les résultats des travaux de Benchaar [69] au Canada démontrent que la teneur des ALC dans le lait de vaches nourries au pâturage est de 3 fois supérieure à celle observée chez les vaches maintenues à l'étable et nourries avec une ration totale mélangée. De plus, la teneur en ALC et en acides gras oméga-3 est augmentée respectivement de 75 % et de 300 % dans le lait de vaches alimentées avec une ration à base d'ensilage de luzerne comparativement à celles alimentées avec de l'ensilage de maïs. Le chercheur a aussi observé que le pâturage contenant du trèfle rouge était plus efficace pour augmenter la teneur du lait en ALC que les pâturages (permanent ou à base de ray-grass annuel).

L'utilisation de pâturages et d'ensilage de luzerne dans l'alimentation des vaches permet d'élever le niveau des ALC et des acides gras oméga-3 dans les MG du lait à un niveau comparable voire supérieur à celui rapporté par d'autres travaux de recherche utilisant des approches alimentaires différentes (i.e. graines oléagineuses, huiles végétales, etc.) [69].

Des chercheurs de l'université de Wisconsin ont étudié la variation de la richesse du lait en ALC en fonction de la contribution du pâturage dans l'alimentation de trois groupes de vaches laitières (les aliments provenaient à 100%, 66% et 33% du pâturage). Ils ont constaté que le lait des vaches du 1<sup>e</sup> groupe (100%) contenait 150 % d'ALC de plus que les vaches du 2<sup>e</sup> groupe (66% pâturage) et 53 % de plus que les vaches du 3<sup>e</sup> groupe (33 % pâturage) [86]. Ils ont expliqué que les fourrages frais contiennent une grande quantité d'acides gras qui sont des précurseurs des ALC. Ces précurseurs sont transformés en ALC dans le rumen par les bactéries et sont ensuite transférés au lait.

Selon les mêmes chercheurs, le monensin n'a pas eu d'effet sur le contenu du lait en ALC, contrairement à la farine de poisson qui augmentent leur proportion d'environ de moitié [86] et abaisse le TB. La supplémentation en suif augmente la sécrétion d'acide oléique [30].

Selon Chilliard et al. [30], les huiles végétales riches en C18:2 (tournesol, soja) augmentent fortement la teneur en ALC du lait. Le même résultat est obtenu lors de l'addition de savons calcium de colza. De manière générale, les huiles végétales élèvent plus le taux de CLA dans le lait que les graines extrudées, elles mêmes plus fortement que les graines crues.

Selon Legarto [78], la qualité nutritionnelle des acides gras s'améliore avec l'apport croissant de GSC (graines de soja crues et aplaties) : l'insaturation augmente, l'athérogénicité diminue. Les rapports n-6/n-3 passent de 10 à 6 avec l'apport de 6 kg de GSC (sur ensilage de maïs).

Des chercheurs américains ont tenté l'expérience avec de l'oléamide. Il s'agit d'un produit qui contient des gras mono-insaturés (AGMI) qui sont plus stables que les acides gras. Ils ont ajouté des niveaux différents d'oléamide (0, 1, 2, 3, 4 et 5 %) dans la ration de vaches laitières. Ils ont constaté que l'oléamide fait baisser le

niveau des AGS dans le lait et fait monter le niveau des AGMI. Cependant, ce produit fait aussi baisser la production de lait, si on en met plus que 3 % de la matière sèche de la ration. Il fait aussi baisser la teneur en protéines du lait, comme beaucoup d'autres suppléments de gras [85].

Des chercheurs de l'Université de Guelph au Canada ont démontré que le lait pourrait devenir un véhicule commode pour augmenter la consommation humaine de DHA en nourrissant des vaches avec la farine hareng (un poisson marin). Sachant que le DHA est un AG de la famille des omégas-3 qui est normalement absent dans le lait de vache [70]. La teneur en C20:5 (EPA) et en C22:6 (DHA) est accrue jusqu'à 0,5 % des AG totaux par l'addition d'huiles marines à la ration [30].

Grâce à la transformation l'huile de canola en sels de calcium pour protéger le gras qu'elle contient des modifications chimiques que pourraient lui faire subir les microbes du rumen, des chercheurs de l'université de Laval réussissent à faire baisser le taux de gras du lait et à changer sa nature : on retrouve alors plus de gras insaturés et moins de gras saturés dans le lait [87].

L'augmentation du pourcentage de concentré au-delà de 50% de la matière sèche (MS) de la ration en plus d'accroître la production laitière et de faire chuter le plus souvent le TB permet d'augmenter les AGL au détriment des AGC [30, 31].

#### 2.4.1.7 Méthodes de détermination du taux butyreux

Plusieurs méthodes sont utilisées pour le dosage de la matière grasse, mais, la technique acido-butyrométrique de GERBER reste la plus répandue car elle permet une mesure rapide et suffisamment précise. Cette méthode consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique ( $d_{20} = 1,82 \pm 0,005$ ) et séparation, par centrifugation en présence d'alcool iso-amylque et en utilisant des butyromètres gradués, de la matière grasse libérée. La teneur de lait de vache en matières grasses varie entre 35 à 45 g/l [41]. Le dosage de la matière grasse peut renseigner sur l'écémage et le mouillage, car ce dernier fait abaisser la teneur en matière grasse du lait.

### 2.4.2 Les matières protéiques du lait

Les acides aminés des protéines intestinales proviennent de trois fractions protéiques différentes : la fraction alimentaire non dégradée dans le rumen, et la fraction endogène des pré-estomacs et de la caillette. Le système PDI quantifie chacune de ces fractions protéiques à partir des caractéristiques de la ration [88].

Vue l'intérêt que la filière laitière porte à l'accroissement du taux protéique par les suppléments d'acides aminés, Rulquin et al [88] ont élaboré le système AADI en vue d'évaluer pour chaque acide aminé les apports et les recommandations. Le système AADI (acides aminés digestibles dans l'intestin) constitue une avancée pour optimiser la composition des PDI pour améliorer le taux protéique du lait. Ce système raisonne sur la composition des protéines et non sur un apport d'acides aminés en grammes par jour. Il constitue un outil qui évalue à la fois les apports et les "recommandations d'apport" en AA indispensables et permet ainsi de diagnostiquer les situations de déséquilibre et proposer des solutions adaptées [88].

Ce système est développé pour optimiser l'apport notamment des AA essentiels (lysine, méthionine, leucine, histidine, ...) car ils sont susceptibles d'être des facteurs limitants.

Lorsque l'un de ces AA vient à manquer au niveau de la protéosynthèse, celle-ci diminue, voir s'arrête, les performances chutent et l'indice de consommation augmente [64]. De nombreux résultats expérimentaux et des observations de terrain indiquent à l'évidence le rôle limitant de certains AA indispensables sur la production de protéines chez la vache laitière [88].

Les protéines du lait synthétisées dans la glande mammaire sont constituées par les acides aminés amenés par le sang. Ceux-ci proviennent des protéines microbiennes produites par les microorganismes de la panse (c'est la fraction microbienne), des protéines alimentaires non dégradées "by-pass" (C'est la fraction alimentaire) et dans une faible mesure des protéines corporelles (C'est la fraction endogène des pré-estomacs et de la caillette) [88, 65].

Les protéines microbiennes représentent la source principale d'acides aminés utilisés dans la synthèse des protéines du lait. Il est par conséquent primordial de

garantir des conditions optimales de croissance aux microorganismes de la panse. Ceci sous-entend un apport suffisant et équilibré d'énergie fermentescible et de matière azotée dégradable, ainsi que des conditions non acides dans la panse (pH 6 à 7). Pour apprécier l'équilibre entre les apports en énergie et en matière azotée, on peut déterminer la teneur en urée du lait, qui doit se situer aux alentours de 20 à 30 mg/dl [65].

#### 2.4.2.1 La notion de protéines "by-pass"

Le terme "protéines by-pass" est généralement utilisé pour désigner la protéine alimentaire qui n'est pas dégradée dans le rumen de la vache. La protéine alimentaire est soit non dégradable (by-pass), soit dégradable. Les microbes présents dans le rumen détruisent la protéine dégradable en petits peptides, en acides aminés et en ammoniac. Ces substances peuvent, à leur tour, être utilisées par les microbes du rumen pour engendrer une protéine microbienne pouvant être digérée dans l'intestin grêle de la vache. Bien que d'excellente qualité, la protéine microbienne n'est malheureusement pas fournie en quantité suffisante pour satisfaire les besoins de la vache laitière en pleine période de production. La protéine non dégradable doit donc être disponible de façon à compenser la différence entre les besoins de la vache et l'apport fourni par la protéine microbienne. Aux Etats-Unis, on se sert de la notion de protéine by-pass ou protéine non dégradable dans le rumen pour équilibrer les rations [89].

#### 2.4.2.2 Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait

Les protéines du lait représentent 95% des matières azotées totales. Le 5% restant sont constitués :

- d'acides aminés libres et de petits peptides,
- d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,3 à 0,4 g/l) mais aussi de la créatinine, de l'acide urique,...

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de :

- 80% de caséines, c'est-à-dire l'ensemble de protéines précipitables à pH 4,6 ou sous l'action de la présure en présence de calcium. Les différentes caséines

forment avec du phosphate de calcium, un complexe qui se présente sous la forme d'une micelle.

- protéines solubles : lactalbumines, lactoglobulines, sérum albumines, immunoglobulines.

90% des protéines du lait sont synthétisées par la mamelle (et sont spécifiques du lait), les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle, les lactoglobulines sont des protéines sanguines modifiées par la mamelle.

10% des protéines du lait (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang.

Le TP est élevé durant la première semaine (phase colostrale de la lactation) avant de baisser jusqu'à son taux le plus bas au pic de lactation. Tout comme le TB, il ne commencera à remonter qu'après 100 à 120 jours de lactation. En tout début de lactation, un TP faible est souvent associé à une sous-alimentation énergétique et aussi à un risque d'acétonémie.

#### 2.4.2.3 Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache

Les protéines sont les constituants les plus recherchés du lait. Les facteurs de variation de leur concentration, d'origine physiologique, génétique ou alimentaire sont bien connus et ont fait l'objet de nombreuses revues de synthèse [90]. Selon Coulon [91], les principaux facteurs de variation de la composition chimique du lait, et en particulier du taux protéique sont liés à l'animal (stade de lactation, facteurs génétiques, état sanitaire ...) ou au milieu (alimentation, saison). L'amélioration du taux protéique, à l'échelle de l'élevage, nécessite de prendre en compte l'ensemble de ces facteurs et de leurs interactions.

##### 2.4.2.3.1 L'alimentation

La composition chimique du lait, le taux protéique en particulier, peuvent varier fortement sous l'effet des facteurs alimentaires [90, 72].

Les acides aminés utilisés par la glande mammaire pour la synthèse des protéines du lait résultent des protéines alimentaires non dégradées dans le rumen qui atteignent le duodénum et des protéines microbiennes du rumen. C'est pour ça

qu'on a observé des valeurs plus élevées du taux de protéines du lait dans l'infusion abomasale de la caséine (Griinari et al., 1997b) et dans les régimes riches en protéines "by-pass" ((Komaragiri and Erdman, 1992; Bremmer et al., 1997; Wu et al., 1997) [72].

L'apport énergétique favorise un accroissement du TP modulé par le potentiel génétique. Le niveau d'approvisionnement énergétique est le principal responsable des variations du taux protéique du lait. Un apport énergétique stimule la synthèse des protéines microbiennes dans la panse [65]. On sait ainsi que le taux protéique augmente de manière linéaire avec les apports énergétiques (figure 2.6), sauf lorsque l'augmentation de ces apports est réalisée par adjonction de matières grasses qui, au contraire et quelle que soit leur origine, ont un effet dépressif [90]. Cependant, Pirlo et al. 1997 cités par Velazquez [72] ont rapporté que le taux protéique a été influencé positivement par des rations peu énergétiques.

Selon Rémond 1985 et Coulon et Rémond 1991 cités par Essalhi [41], le taux de protéines de lait est lié positivement au niveau général d'alimentation et son augmentation est d'environ 0,6 g par UFL aux alentours des recommandations (figure 2.6). La majorité des auteurs s'accorde sur une baisse ou un maintien du TP en cas de réduction des concentrés [90].

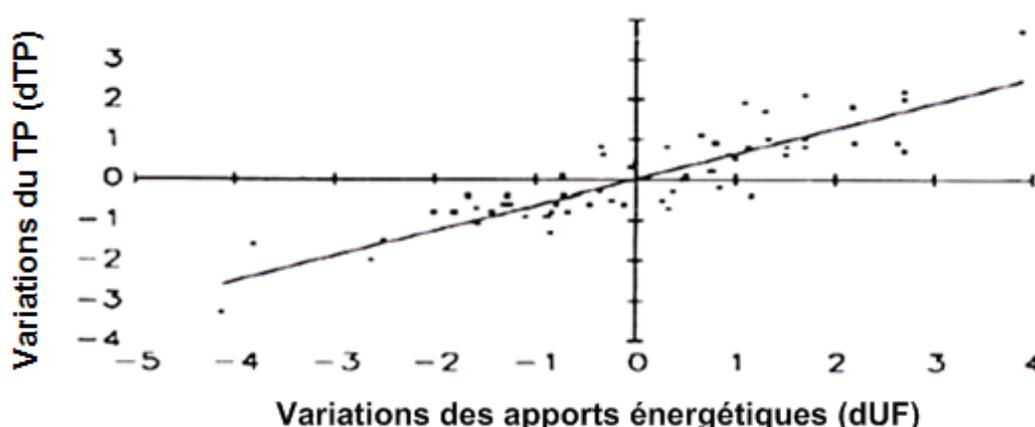


Figure 2.6 : Réponse du taux protéique du lait (TP, g/kg) aux variations des apports énergétiques (UF, UFL/j) (synthèse de 33 essais en milieu de lactation) (Coulon et Rémond, 1991 in Essalhi [41]).

Selon Colin-Schoellen et al. 1995 cités par Skaff [38], Les concentrés amylacés, quand la ration en comporte une part suffisante, agissent sur les

fermentations ruminales, en favorisant la production de l'acide propionique, qui est, en partie, précurseur de la néoglucogenèse hépatique et donc de l'énergie nécessaire à la synthèse des protéines du lait, au détriment de l'acide acétique butyrogène.

Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier [92].

Gadoud et al. 1992 cités par Skaff [38] ont signalé que l'efficacité d'utilisation des matières azotées est améliorée par un approvisionnement suffisant d'acides aminés indispensables. Dans ce cas l'on peut augmenter le TP du lait d'environ 1‰, sans modifier le TB et améliorer ainsi le rapport TP/TB. Selon WOLTER [36], la tendance actuelle vise à ce que ce rapport soit supérieur ou égal à 0,85 grâce à une intervention alimentaire qui couvre les besoins et qui agit sur la synthèse des matières grasses.

Le TP n'est que très faiblement lié aux apports protéiques. Seuls les apports en acides aminés essentiels (méthionine et lysine surtout) digestibles dans l'intestin (protégés de la digestion dans le rumen) peuvent avoir un effet positif sur le TP [65]. L'augmentation du niveau des apports azotés dans la ration entraîne une augmentation conjointe des quantités du lait et des protéines sécrétées, de sorte que le taux protéique est peu modifié. Le même auteur a montré aussi que l'augmentation de l'apport azoté entraîne en revanche un accroissement de la teneur en urée du lait.

Wu et Satter [93] ont étudié l'influence du niveau protéique de la ration sur les performances des vaches durant une lactation complète. Ils ont observé que les TP les plus élevés, que ce soit durant la première partie (1 à 16 semaines) ou durant la deuxième partie (17 à 44 semaines) de la lactation, correspondent aux régimes les moins riches en protéines (tableau 2.7). Ils ont expliqué que la baisse du taux protéique du groupe de vaches ayant eu le régime le plus riche en protéine (19,3%) pourrait résulter de la substitution du maïs par la farine de soja qui pourrait avoir comme conséquence l'augmentation de la proportion des protéines alimentaires (soja) au détriment de celle des protéines microbiennes au niveau de l'intestin. Et, parce que Les protéines du soja sont moins pourvues en méthionine que les

protéines microbiennes, ces changements ont pu mener à abaisser la teneur en méthionine de la protéine intestinale et, par conséquent, abaisser le taux de protéines du lait.

Tableau 2.7 : Performances des vaches en fonction du niveau protéique de la ration [93].

Lactation	Semaines de 1 à 16			Semaines de 17 à 44			
% protéines (ration)	15,4	17,4	19,3	15,4-16,0	17,4-16,0	17,4-17,9	19,3-17,9
Lait (kg/j)	36,9 <sup>b</sup>	29,5 <sup>a</sup>	40,8 <sup>a</sup>	30,1 <sup>b</sup>	32,9	33,8 <sup>a</sup>	33,5 <sup>a</sup>
TP (‰)	29,2 <sup>a</sup>	28,4 <sup>b</sup>	28,6	33,6 <sup>a</sup>	31,9 <sup>b</sup>	31,2 <sup>b</sup>	32,3 <sup>b</sup>
TB (‰)	39,7	40,5	39,4	40,6 <sup>a</sup>	39,6	39,8	37,2 <sup>b</sup>

De nombreux auteurs (Emery 1991 ; Christensen et al. 1992a ; Murphy et O'Mara 1993 ; Jones-Endsley et al. 1997) cités par Velazquez [72] ont signalé que l'augmentation du niveau des protéines dans le régime n'a eu aucun effet sur la concentration en protéine du lait. Cependant, Pirlo et al. 1997 cités par le même auteur [72] ont rapporté que le niveau de la richesse de la ration riche en protéine influe positivement sur le TP du lait.

Une sous-alimentation des vaches laitières se manifeste par une dépression du pourcentage des protéines du lait et une diminution de la production laitière, tandis que la teneur en matières grasses est favorisée. Un déficit protéique de longue durée peut engendrer de fortes baisses du taux protéique du lait. D'une part, un manque de matière azotée pour les microorganismes conduit à une réduction de leur activité, avec pour conséquence une baisse de la digestibilité de la ration et ainsi une diminution des apports énergétiques à la vache laitière. D'autre part, la synthèse des protéines microbiennes ralentit, produisant moins de protéines pour le lait [65] (figure 2.7).

Selon Colin-Schoellen et al. 1995 cités par Skaff [38], Les concentrés amylacés, quand la ration en comporte une part suffisante, agissent sur les fermentations ruminales, en favorisant la production de l'acide propionique, qui est, en partie, précurseur de la néoglucogenèse hépatique et donc de l'énergie nécessaire à la synthèse des protéines du lait, au détriment de l'acide acétique butyrogène.

Un supplément lipidique provoque une baisse du taux protéique du lait [72, 31], que ce soit un apport sous formes de graines oléagineuses entières, extrudées ou broyées ou de sels calciques d'AG [31].

Selon Chow et al. 1990 cités par Velazquez [72], les mécanismes conduisant à cette baisse du taux protéique du lait ne sont pas connus. Les théories classiques évoquent des effets toxiques de certains lipides microbiens qui provoquent une diminution de la synthèse des protéines microbiennes quand des lipides se substituent aux hydrates de carbone disponibles dans le rumen, ou l'absorption de certains acides gras qui peut directement ou indirectement changer l'absorption des acides aminés par la glande mammaire.

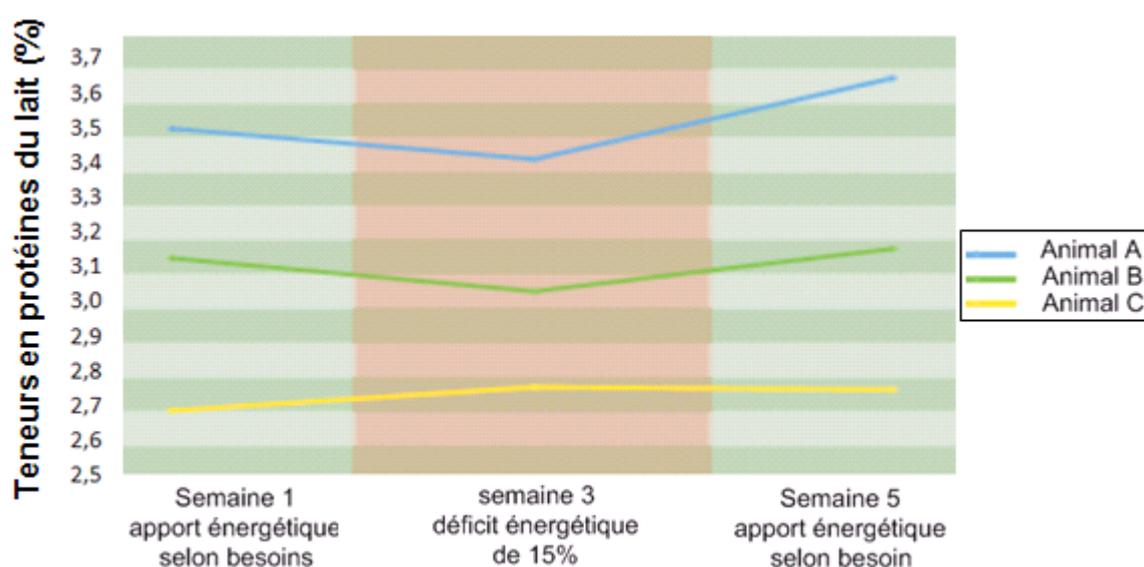


Figure 2.7 : Effet d'un apport énergétique déficitaire sur le taux protéique du lait (essai RAP<sup>2</sup> 1994 in Stoll [65]).

Selon Wu et Huber 1994 cités par Akraim [31], d'après plusieurs expériences utilisant différentes suppléments lipidiques, l'augmentation de la teneur en matières grasses dans la ration de 2,5 à 8% conduit à une diminution de 3,8% du taux protéique du lait. Selon les mêmes auteurs, la chute du TP est due au fait que la quantité d'acides aminés disponibles pour la synthèse des protéines du lait dans la glande mammaire est insuffisante pour faire face à l'augmentation de la production de lait induite par l'apport de lipides, d'où la baisse de la concentration en protéines

<sup>2</sup> RAP : Station fédérale de Recherche en Production Animale de Posieux (Suisse).

du lait. Grummer 1991 cité par Velazquez [72] suggère, du fait que la supplémentation lipidique engendre une augmentation de la production laitière, que la baisse du TP peut être due à l'effet dilution.

D'après de nombreux auteurs cités par Akraim [31], cet effet négatif n'est pas systématiquement constaté lors d'une supplémentation lipidique sous forme de graines : des additions de graines de lin à 10 (Kennelly 1996), 14,3 (Wilkinson et al. 2000), ou 9,7% de la MS ingérée (Petit et al. 2004), n'ont pas diminué le TP.

L'ensilage de maïs et sa forte ingestibilité sont favorables à la synthèse des matières grasses et protéiques (Hoden et al. 1985 in Essalhi [41]).

L'apport de pulpes de betterave n'a guère influencé le TP mais il a agi favorablement sur la quantité de matières protéiques (jusqu'à +212 g/j) [38].

#### 2.4.2.3.1.1 Méthodes d'amélioration de la teneur en protéines du lait

Il peut s'effectuer en infléchissant les orientations fermentaires au niveau du rumen (acides gras volatils) vers une réduction du rapport : acides acétique et butyrique/propionique ou en améliorant la qualité de la nutrition azotée.

Stallings 1999 cité par Essalhi [41] a signalé que l'utilisation des protéines non dégradables dans le rumen « by-pass » qui sont des protéines protégées peut augmenter le pourcentage des protéines du lait, surtout si la ration de base est carencée en protéines. Cependant, il subsiste un problème qui consiste en la détermination d'une méthode qui nous permet de protéger les protéines des fermentations au niveau du rumen sans les rendre indigestibles dans l'intestin.

En pratique, pour améliorer le taux protéique du lait, il faut optimiser les apports de deux (lysine et méthionine) ou quatre (lysine, méthionine, leucine, histidine) acides aminés [88]. Ainsi, selon Delaby et al 1992 cités par Rulquin et al. [92], les réponses individuelles du taux protéique à un apport de méthionine ou de lysine varient de +0,5 à +3 g/kg de lait. La supplémentation post-ruminale en lysine ou en leucine peut faire gagner jusqu'à 4 g/kg de taux protéique. Le gain maximum n'est que de 2 g/kg avec la méthionine, l'histidine, la phénylalanine et la thréonine [92].

D'après le résultat de nombreuses études à partir desquelles des courbes de réponse du taux protéique et de la production de protéines aux variations de la teneur en histidine ont pu être établis (figure 2.8), la production de protéines augmente linéairement avec la teneur en histidine de la ration alors que le taux protéique atteint un plateau lorsque cette teneur atteint 3,2 % [92].

Une supplémentation en méthionine (l'acide aminé le plus limitant) n'a pas d'impact, ni sur le volume du lait produit ni sur la teneur du lait en matière grasse. Mais, la teneur du lait en protéines et en caséines a augmenté d'une manière significative avec l'augmentation de la quantité de méthionine administré aux animaux selon Morgan et Gaspard 1999 cités par Essalhi [41].

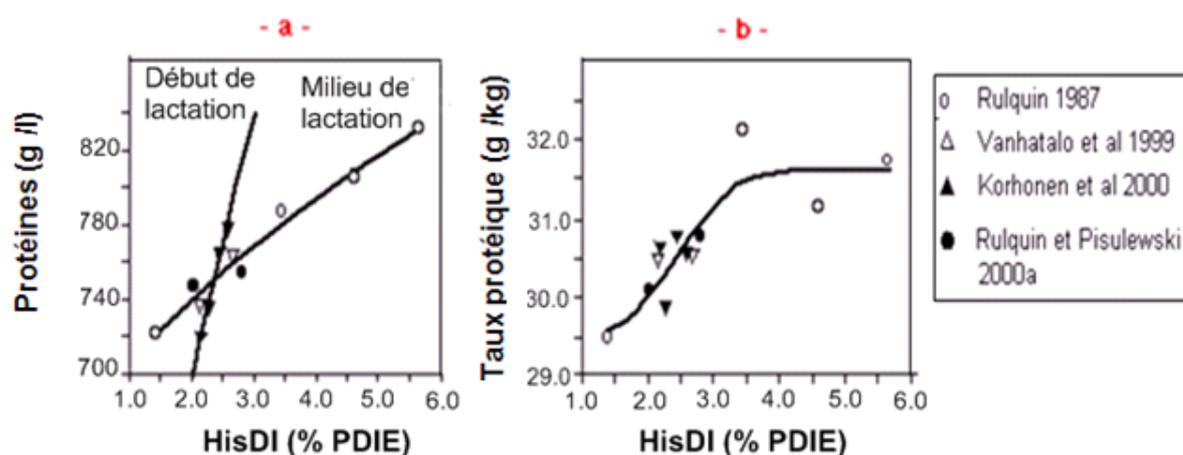


Figure 2.8 : Evolution de la production (a) et du taux (b) de protéines du lait en fonction de la teneur de la ration en Histidine [92].

Tableau 2.8 : Effet de l'infusion de la méthionine sur la production du lait et sa composition (Pisulewski, 1996 in Essalhi [41]).

Paramètres	Méthionine, g/jour					Sign.
	0	6	12	18	24	
Production laitière kg/j	37,13	37,53	35,95	36,23	36,72	NS
Matières grasses %	3,44	3,45	3,38	3,43	3,48	NS
Protéines %	2,72	2,76	2,86	2,94	2,97	*
Caséines %	2,27	2,31	2,38	2,49	2,52	*
NPN %	0,028	0,030	0,028	0,027	0,030	NS

NPN: azote non protéique

\* différence Significative

NS : non significative

#### 2.4.2.3.2 La génétique et l'héritabilité

Selon Wolter [36], les facteurs génétiques influent sur la quantité et la qualité du lait et l'héritabilité du TP est de l'ordre de moitié. L'héritabilité du TP est élevée et se situe aux alentours de 50 à 60 % mais varie peu (CV inférieur à 10). Quand à celle de la quantité de MP, elle est modérément héritable (0,25 à 0,35) mais elle est plus variable (CV=20%) [40].

De nombreuses études citées par Coulon [91] ont signalé l'effet significatif des facteurs génétiques sur le taux protéique annuel, lorsqu'ils étaient appréhendés et qu'ils présentaient une variation suffisante (différentes races disponibles, variation importante des index "taux moyen des matières utiles). Mais dans la plupart des cas où des troupeaux de même race étaient comparés, ces facteurs n'expliquent qu'une part limitée des différences du taux protéique parce que l'amplitude des variations des index génétiques des animaux est relativement faible par rapport aux écarts phénotypiques observés.

#### 2.4.2.3.3 La race

Selon Alais 1994 et Rémond et al. 1998 cités par Essalhi [41], les races Jersey, Guernesey et Montbéliarde se distinguent par des laits plus riches en protéines que les laits produits par les races Holstein et Ayrshire (tableau 2.9). D'après Butson et Berg 1984 cités par Velazquez [72], les taux de tous les constituants du lait des races à viande et mixtes sont plus élevés que ceux des races

laitières. Pour Coulon [91], il est bien connu que les vaches pies-noires présentent, toutes choses étant égales par ailleurs, des taux protéiques inférieurs à ceux des vaches Montbéliardes.

De nombreux auteurs cités par Velazquez [72] ont rapportés que l'effet du facteur race a été significatif (Belcher et al. 1979, Sharaby 1988 et Rahnefeld et al. 1990) ou non (Daley et al. 1986) sur le taux protéique du lait.

Tableau 2.9 : Taux protéiques de quelques races.

Race	Normande	Montbéliarde	Brune	Salers	Holstein	jersey	Guernsey	Ayrshire
TP %*	3,35	3,18	3,16	3,28	3,21	3,96	-	-
TP %**	-	-	-	-	3,2	3,8	3,6	3,3

\* Jairath et al. 1995 in Agouni et Gaci [44]

\*\* Chiffres du gouvernement du Canada rapportés par Essalhi [41].

#### 2.4.2.3.4 Effet de la saison

La figure 2.9 représente l'influence de la saison sur le taux protéique après annulation de l'effet stade de lactation (voir effet saison sur le TB page). Le taux protéique, comme c'est le cas pour le taux butyreux, est plus faible en été et plus élevé en hiver [80].

Selon Coulon et al. [80], la production de protéines et de matières grasses varie peu sous l'effet de la saison. Cependant, Spike et Freeman 1967 cités par ces auteurs [80] ont signalée tout de même une légère augmentation au printemps (+7% par rapport à la moyenne annuelle) chez des vaches pies-noires.

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour et les taux protéiques et butyreux varient, d'après de nombreux travaux expérimentaux, au sens inverse de la longueur du jour [80].

Aharoni et al. 1999 cités par Velazquez [72] ont trouvé que le taux protéique est particulièrement influencé par la photopériode.

La modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéique [80].

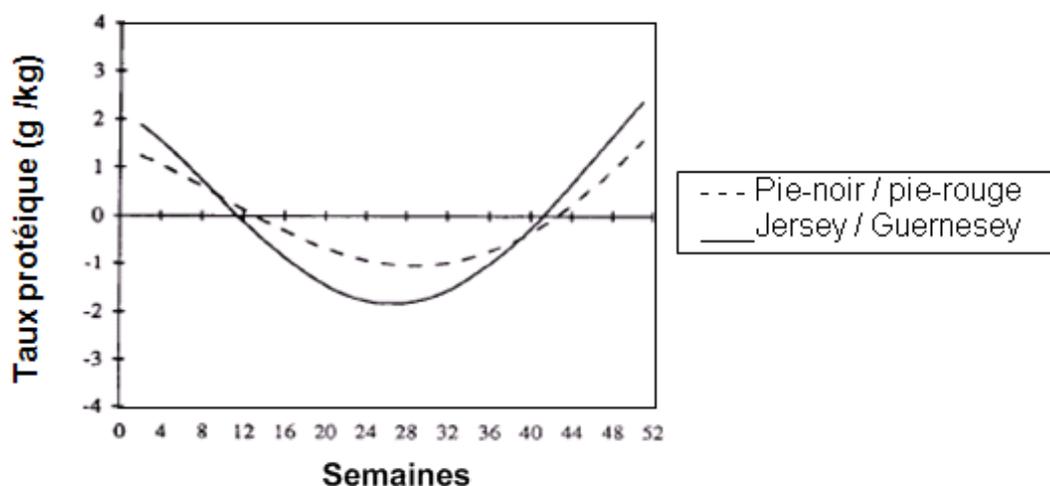


Figure 2.9 : Evolution du taux protéique au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation chez des animaux de type pie-noire ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey (écarts par rapport à la moyenne, à stade de lactation constant) [80].

#### 2.4.2.3.5 Etat sanitaire

Morgan et Gaspard 1999 cités par Essalhi [41] ont rapporté que l'augmentation de la teneur du lait en protéines solubles et en minéraux (sodium et chlorures) peut s'expliquer par l'altération de la capacité de filtration de la mamelle en cas d'infection, qui conduit à une mobilisation accrue des éléments d'origine sanguine.

Miller et al. 1983 et Simpson et al. 1995 cités par Velazquez [72] ont signalé des taux protéiques élevés, respectivement, chez des vaches laitières et mixtes (de race Simmental) à haut CCS alors qu'Eicher et al. 1999b cités par le même auteur ont trouvé que le CCS n'a aucune influence sur le taux protéiques.

Ces auteurs qui ont signalé un effet significatif du CCS sur le TP ont suggéré que peut-être ce sont les protéines inflammatoires et les anticorps présents en réponse aux infections intra-mammaires qui auraient contribué à la hausse du taux protéiques du lait des vaches à CCS élevés. Cependant, le composé primaire détecté lors de l'analyse des protéines du lait c'est bien les caséines.

Des travaux faits sur des vaches de races à viande ont rapporté une chute des taux protéiques et butyreux du lait prélevé de mamelles atteintes de mammites causées par *Staphylococcus aureus*.

#### 2.4.2.3.6 Le stade de lactation

Plusieurs auteurs comme Ettala 1976 et Taralik 1998 cités par Velazquez [72] ont signalés l'effet du stade de lactation sur le taux protéique du lait. En effet, La teneur en protéines du lait des vaches laitières augmente au début et en fin de lactation. Cependant, dans certaines études (Sharaby 1988 et Ibeawuchi et Dangut 1996 in Velazquez [72]), il a été rapporté que le stade de lactation n'exerce aucun effet significatif sur le TP.

Le taux protéique augmente significativement de juin à septembre à environ 130 jours ( $\approx 16^{\text{e}}$  semaine) de lactation [72].

Le stade de lactation agit également sur la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. En effet, le rapport caséines /protéines est faible juste après le vêlage (environ 50% à la première traite) en raison de la sécrétion d'immunoglobulines dans le colostrum. Il augmente rapidement d'une traite à la suivante au cours de la première semaine de lactation pour atteindre dès la deuxième semaine un taux de 80%. On note toutefois une tendance à la diminution de ce rapport, en particulier au cours des deux derniers mois de la lactation, cette diminution s'explique par l'accroissement de la teneur en protéines solubles suite à l'enrichissement du lait en immunoglobulines, surtout pendant le dernier mois de gestation [90].

#### 2.4.2.3.7 Age et numéro de lactation

Avec l'avancement de l'âge des vaches, il y a une altération des capacités de synthèse du tissu sécréteur et une augmentation de la perméabilité tissulaire, en particulier sous l'effet des mammites survenues au cours des lactations précédentes. Ceci affecte positivement la teneur du lait en protéines et négativement le rapport caséines/protéines, notamment après la 4<sup>ème</sup> lactation et lorsque la numération cellulaire augmente au delà de 200 000 cellules/ml [90].

Par ailleurs, Mondragon et al. 1983 et Meregalli et al. 1983 cités par Velazquez [72] ont signalé que la parité n'a aucun effet significatif sur la composition du lait de vaches de type à viande.

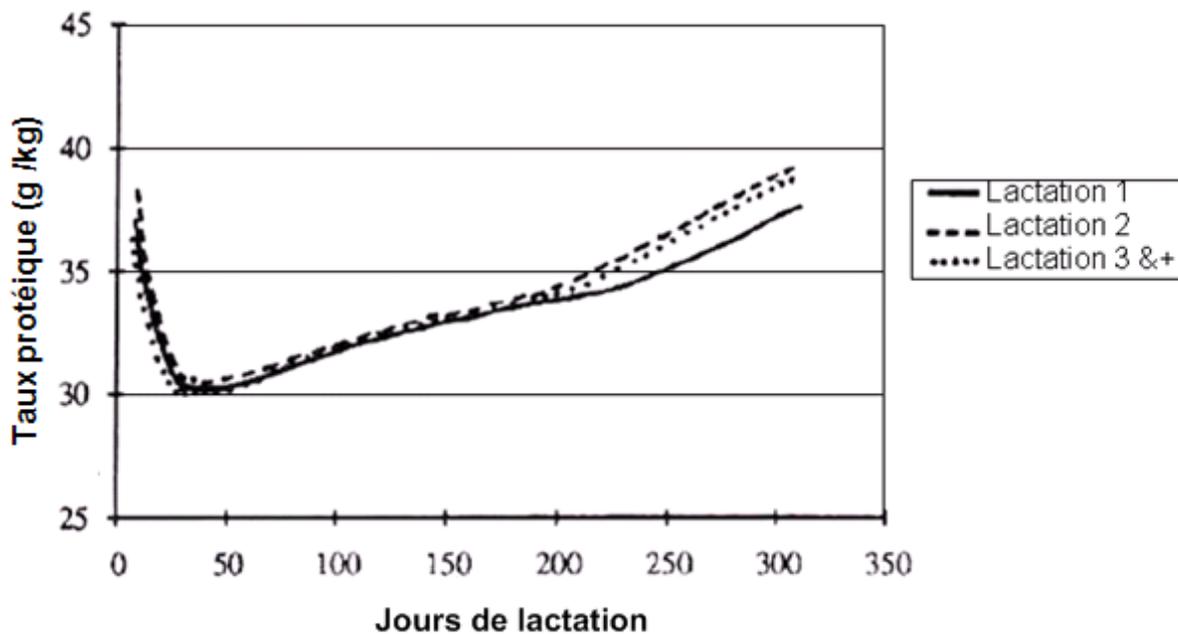


Figure 2.10 : Effet du numéro de lactation sur le taux protéique du lait (Schultz et al. 1990 in Essalhi [41]).

#### 2.4.2.3.8 La période sèche

La réduction de la durée de la période sèche accroît les teneurs du lait en protéines pendant l'ensemble de la lactation. Cette conduite semble donc répondre aux souhaits majoritairement exprimés par les éleveurs, de conduites plus sûres et permettant la sécrétion d'un lait plus riche et donc mieux rémunéré [43].

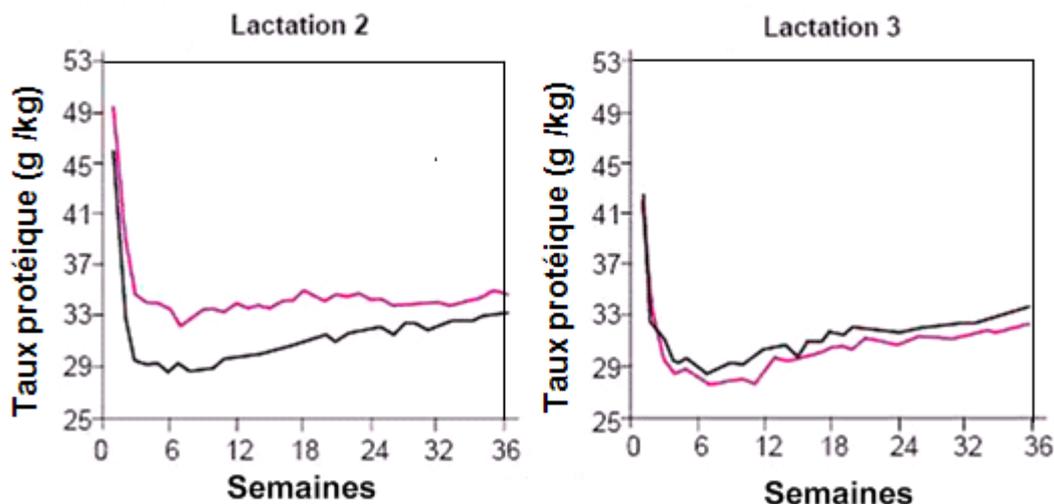


Figure 2.11 : Effet de l'omission de la période sèche en fin de la 1<sup>e</sup> lactation suivie d'une période sèche normale (2 mois) en fin de la 2<sup>e</sup> lactation (courbes rouges) sur le taux protéique du lait en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> lactations par rapport à un tarissement normal (courbes noires) (13 vaches par lot) [43].

#### 2.4.2.4 Méthode de détermination de la teneur en protéines du lait

Le lait de vache contient généralement 33 à 36 g/l de matières azotées. Le dosage de l'azote dans les différentes fractions est effectué selon la méthode de kjeldahl dont le principe consiste en une minéralisation du lait par chauffage, en présence de l'acide sulfurique concentré, et d'un catalyseur approprié, suivi d'une alcalinisation des produits de la réaction, et d'une distillation de l'ammoniac libéré et qui est recueilli dans une solution d'acide borique pour être titré par une solution d'acide sulfurique 0,1 N (AFNOR, 1977 in Essalhi [41]).

##### 2.4.2.4.1 Le mode opératoire pour le dosage de protéines du lait

###### 2.4.2.4.1.1 Prise d'essai

- Peser la prise d'essai à 1 mg près. Choisir la quantité en fonction de la teneur en azote présumée de façon que la prise d'essai contienne entre 0,005 g et 0,2 g d'azote et de préférence plus de 0,02 g.

#### 2.4.2.4.1.2 Minéralisation de la matière organique

- Introduire quantitativement la prise d'essai dans un ballon à minéralisation de Kjeldahl ayant une capacité appropriée (généralement 800 ml).
- Ajouter le sulfate de potassium ; si on utilise le mercure comme catalyseur, une quantité de 10 g est suffisante ; avec CuO ou CuSO<sub>4</sub>, il est nécessaire de prendre 15 g.
- Ajouter une quantité appropriée de catalyseur ; 0,65 de Hg.

#### 2.4.2.4.1.3 Chauffage

- Chauffer avec modération, en agitant de temps en temps, jusqu'à carbonisation de la masse et disparition de la mousse ; chauffer ensuite plus fort jusqu'à ébullition régulière du liquide. Le chauffage est correct si l'acide bouillant se condense au niveau du milieu du col du ballon Kjeldahl.

#### 2.4.2.4.1.4 Distillation de l'ammoniac

- Ajouter, avec précaution, 250 à 350 ml d'eau pour dissoudre complètement les sulfates.
- Laisser refroidir.
- Introduire dans la fiole de récupération de l'appareil à distillation 25 ml, mesurée à la pipette, d'acide sulfurique 0.1 N ou 0.25 N selon la teneur en azote présumée, et ajouter quelques gouttes de l'indicateur de Tashiro (dissoudre 2 g de rouge de méthyle et 1 g de bleu de méthylène dans 1000 ml d'éthanol à 95%).
- Introduire lentement dans le ballon à minéralisation le long de la paroi 125 ml de solution d'hydroxyde de sodium.
- Relier immédiatement le ballon à l'appareil de distillation. Chauffer le ballon de façon à distiller 150 ml environ de liquide en 30 min. après ce laps de temps, vérifier la neutralité du distillat qui s'écoule de l'extrémité du réfrigérant au moyen de papier de tournesol. Si la réaction est alcaline poursuivre la distillation.

#### 2.4.2.4.1.5 Titrage

- Titrer dans le flacon collecteur l'excès d'acide sulfurique par la solution d'hydroxyde de sodium 0.1 N ou 0.25 N, selon la normalité de l'acide sulfurique utilisé, jusqu'à changement de coloration.

#### 2.4.2.4.1.6 Essai à blanc

- Effectuer un essai à blanc en utilisant environ 1 g de saccharose comme prise d'essai.

#### Essai témoin

- Effectuer un essai témoin en déterminant la teneur en azote d'un composé organique connu, par exemple de l'acétanilide ou du tryptophane et en ajoutant 1 g de saccharose.

#### 2.4.2.4.1.7 Mode de calcul de la teneur en azote total

Si les quantités d'acide sulfurique utilisées pour récupérer l'ammoniac dans le cas de l'essai à blanc et dans le cas de la prise d'essai sont égales, la teneur en azote total, exprimée en pourcentage en masse du produit, est alors égale à :

$$(V_0 - V_1) * T * 0.014 * 100 / m$$

où  $V_0$  est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc,  $V_1$  est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la prise d'essai,  $T$  est la normalité de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée lors du titrage,  $m$  est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

Calculer la teneur en protéines brutes du produit en multipliant la teneur en azote total par le facteur 6,25.

## **CHAPITRE 3 REPRODUCTION**

La reproduction est une fonction de luxe, constituant un facteur limitant des performances du troupeau [94] et qui ne sera satisfaite que si tous les besoins sont couverts [95].

Sa maîtrise est un élément important dans la rentabilité et dans la conduite d'un troupeau laitier. L'amélioration de son efficacité passe nécessairement par une meilleure maîtrise des diverses étapes qui la compose [96].

Une mauvaise maîtrise de la reproduction, exercera un effet négatif sur la production.

### 3.1 Notions de fertilité et de fécondité

#### 3.1.1 La fertilité

##### 3.1.1.1 Définitions

L'aptitude à procréer [13]. L'aptitude à concevoir normalement après insémination [98]. Pour Loisel 1977 cité par Tahri [99], la fertilité représente la possibilité pour une vache d'être gestante après une ou plusieurs inséminations. Noakes 1986, également cité par Tahri [99], la définit comme la capacité pour une vache de donner naissance à un veau viable dans un intervalle de 12 mois.

Pour Hanzen [100], La fertilité se définit par le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation. Selon cet auteur, il conviendrait de distinguer la fertilité totale et apparente selon que les inséminations réalisées sur les animaux réformés sont prises ou non en compte dans son évaluation. Selon que les valeurs observées sont inférieures ou supérieures à 2 pour l'index de fertilité apparent et à 2.5 pour l'index de fertilité total, on parlera de fertilité ou d'infertilité.

D'après Hansen et al. 1983b cités par Boichard [101], la fertilité chez la génisse et chez la vache en lactation sont deux caractères différents.

Boichard [101] rapporte qu'il est nécessaire de distinguer la fertilité vraie, c'est-à-dire l'aptitude pour une vache à être fécondée, de la fertilité apparente résultant de la fertilité vraie et des choix de l'éleveur. Le taux de conception à la première insémination est assimilé à une mesure de la fertilité vraie. Alors que les critères : nombre d'inséminations par gestation, intervalles vêlage-fécondation, première IA-fécondation ou intervalle entre vêlages, bien que fortement liés au taux de conception, ne mesurent que la fertilité apparente car, à taux de conception constant, ils diminuent lorsque la politique de réforme est plus sévère et donc quand les mauvaises performances ne peuvent pas être exprimées.

L'amélioration de la fertilité demeure un des objectifs prioritaires pour optimiser le potentiel de reproduction et donc de production de l'élevage bovin [102].

La fertilité peut être mesurée, à l'échelle du troupeau, par ces deux critères :

- Le taux de réussite en première insémination : Rapport entre le nombre de gestations après une première insémination / le nombre de vaches ayant, au moins, une insémination ou saillie (Institut d'élevage 2000 cité par Tahri [99]).
- Le nombre de vaches nécessitant trois inséminations ou plus :

Les critères d'évaluation individuelle de la fertilité sont :

- Intervalle première insémination – insémination fécondante qui traduit le taux de réussite à la 1<sup>er</sup> insémination
- Retour à la cyclicité : Une vache est considérée comme infertile si elle ne revient pas en chaleurs 60 jours post-partum.

Une dégradation de la fertilité est un critère d'alerte tardif. Souvent, on la constate 3 à 4 mois après la mise-bas alors que la plupart des problèmes ont leur origine en début de lactation. Il est donc préférable, dans le cadre d'un suivi, de prendre en compte le taux de réussite en première insémination plutôt que le nombre de vaches à 3 inséminations et plus. On peut alors agir plus précocement pour redresser la situation [95].

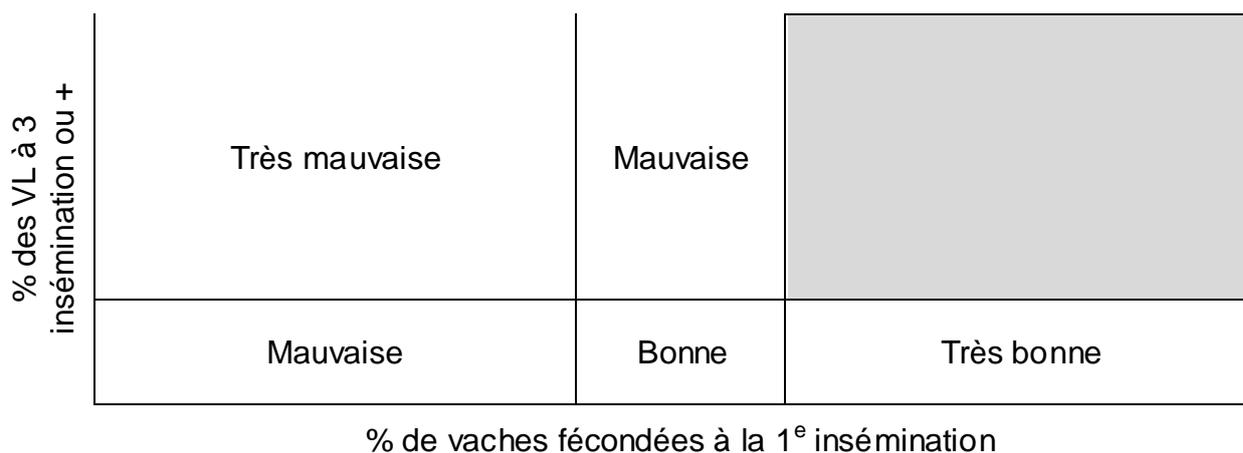


Figure 3.1 : Graphique de la fertilité du troupeau (Loisel 1977 in Tahri [99]).

### 3.1.1.2 Infertilité

C'est l'absence de gestation après deux inséminations. Selon Noakes 1986 cité par Tahri [99], l'infertilité est, en fait, une fertilité réduite. C'est-à-dire que la vache est finalement capable d'être gestante et de donner un veau viable mais dans un intervalle supérieur à 12 mois.

Loisel 1977 cité par Tahri [99] suggère également de classer dans cette catégorie les vaches qui ne sont pas revenues en chaleurs 60 j après vêlage (anœstrus post-partum).

L'infertilité des troupeaux résulte principalement de leur mauvaise surveillance impliquant de faibles fréquences des détections des chaleurs (Dohoo 1985 et Abassi 1999 cités par Bouzebda et al. [103]) et du moment de l'insémination par rapport à la détection des chaleurs (Rankin et al. 1992 cités par Bouzebda et al. [103]). D'autre part, cette infertilité pourrait être liée à d'autres facteurs tels que, la nutrition essentiellement au cours de la période de tarissement et celle allant du vêlage au tarissement. [103].

La période péripartum chez la vache est considérée comme particulièrement importante dans la vie reproductrice d'une vache à cause de son influence sur l'efficacité de la reproduction (involution utérine, reprise précoce de l'activité ovarienne et enfin de la fertilité) et les infections utérines post-partum sont la cause la plus fréquente de l'infertilité en élevage bovin et contribuent de manière importante

aux pertes économiques puisqu'elles retardent l'involution utérine, augmentent l'intervalle vêlage-premier œstrus, vêlage-insémination fécondante et l'intervalle vêlage-vêlage [104].

La chute de fertilité peut être due à diverses causes (décalage entre l'œstrus et l'ovulation, mauvaise qualité du follicule, de l'ovocyte, de l'embryon ou du corps jaune) [105].

Les cas d'infertilité les plus fréquemment rencontrés concernent la femelle (lésions fonctionnelles de l'appareil génital, perturbations de la régulation hormonale ...) mais elle peut aussi venir du mâle (mauvaise qualité de la semence) [99].

Boichard [101] a estimé le coût d'une baisse du taux de conception moyen de 1 point d'un élevage à 10 à 20 francs français pour chaque vache et pour une année et, dans le cas où les taux de conception moyens entre deux élevages diffèrent de 20 points (toutes choses égales par ailleurs), l'écart entre les revenus de l'exploitation laitière peut dépasser 10 %. Cet auteur a suggéré que le coût de l'infertilité réellement supporté par l'éleveur est encore supérieur car le modèle qu'il a utilisé pour l'estimation du coût de l'infertilité considère des conditions d'exploitation très favorables (présence d'une réserve de génisses disponibles à tout instant, très bonne connaissance de la courbe de lactation) et une politique de conduite optimale.

### 3.1.1.3 Stérilité

L'incapacité à concevoir, porter ou donner naissance à un petit [13]. La stérilité est une infertilité définitive (institut d'élevage 1994 et Delamare 1995 cités par Tahri [99]). Elle peut être congénitale ou acquise.

### 3.1.2 La fécondité

#### 3.1.2.1 Définitions

Aptitude à se reproduire [13]. Pour Hanzen [100], la fécondité se définit par le nombre de veaux annuellement produits par un individu ou un troupeau. L'index de fécondité doit être égal à 1. Une valeur inférieure traduit la présence d'infécondité. La fécondité est le plus souvent exprimée par :

- l'intervalle entre vêlages (en jours) : chez la vache multipare ;
- l'intervalle vêlage – insémination fécondante (en jours) : chez la vache primipare et multipare ;
- soit l'intervalle naissance - premier vêlage (en mois) soit par l'intervalle naissance – insémination fécondante : Chez la génisse.

D'une manière générale, les paramètres de fécondité expriment le temps nécessaire à l'obtention d'une gestation et si celle-ci est menée à terme d'un vêlage.

Une vache est considérée comme ayant une fécondité normale si elle est vue en chaleurs avant 60 jours, inséminée avant 90 jours et fécondée avant 120 jours (en jours post-partum) [95].

### 3.1.2.2 L'infécondité

L'infécondité qui s'exprime par l'allongement de l'intervalle entre vêlages, au-dessus d'un objectif classiquement considéré de 365 jours, constitue ce qu'il est convenu d'appeler une " maladie de production " [106].

Pour Loisel 1977 cité par Tahri [99], on peut parler d'infécondité dès que l'intervalle entre vêlage est supérieur à 400 jours (retard de vêlage) ou que l'intervalle vêlage – insémination fécondante est supérieur à 110 jours (retard de fécondation).

Dans un troupeau, il y a infécondité lorsque 15% de l'effectif a un retard de vêlage ( $IVV \geq 400$  j) ou de fécondation ( $IV-IF \geq 110$  j).

Soixante pour cent des éleveurs classent l'infécondité comme pathologie majeure de l'élevage [95].

L'infécondité exprimée par l'allongement de l'intervalle vêlage-saillie fécondante est due à de faibles taux de conception et un nombre élevé de saillies par gestation qui se traduit par un allongement de l'intervalle entre la première saillie et la saillie fécondante [103].

Selon Hanzen et al. [102], on peut raisonnablement estimer que sur 100 vaches ou génisses inséminées, 50 d'entre elles seulement donneront naissance 9 mois plus tard à un veau vivant. C'est dire l'importance des pertes rencontrées qui

schématiquement relèvent de quatre grands syndromes que constituent l'absence de fécondation, la mortalité embryonnaire, l'avortement et l'accouchement prématuré.

Selon Hanzen, 1990 cité par Amadou N'Daye et al. [106], l'infécondité engendre d'importantes pertes économiques. Elle a deux origines : l'une inhérente à l'animal lui-même et l'autre imputable aux facteurs collectifs propres au troupeau, relevant de son environnement ou de l'éleveur et de sa capacité à gérer les divers aspects de la reproduction de son troupeau.

Diverses études ayant eu recours à l'abattage des animaux 2 à 3 jours après l'insémination ont démontré que le taux de fécondation est compris entre 71 et 100 %. Chez les animaux infertiles c'est-à-dire inséminés plus de deux fois, ce pourcentage est par contre compris entre 60 et 72 %. Lors de super-ovulation, cette absence de fécondation est également plus fréquente chez les animaux infertiles que chez les animaux normaux [102].

### 3.2 Les facteurs influençant les paramètres de la reproduction

Selon Hanzen [107], franchir dans un délai normal les principales étapes de sa vie reproductive (puberté, gestation, vêlage, involution utérine, anœstrus post-partum et période d'insémination) est un gage pour optimiser la production d'une vache laitière et /ou viandeuse. Les facteurs susceptibles de modifier l'évolution normale de chaque femelle depuis sa naissance jusqu'au moment de sa réforme sont nombreux et en fait l'objet de nombreux travaux.

NB : l'alimentation est l'un des facteurs importants influençant la reproduction. Il a été traité en profondeur comme titre à part à la fin de ce chapitre.

#### 3.2.1 Age et parité

On observe habituellement une réduction de la fertilité avec l'augmentation de l'âge ou du numéro de lactation de la vache (Hillers et al. 19X4 et Weller et Ron 1992 cités par Hanzen et al. [108]).

Les résultats des travaux rapportés par Hanzen et al. [107] sur la variation des intervalles entre vêlages et vêlage – insémination fécondante avec l'âge sont divergents. Pour certains ils diminuent (Dohoo 1982/1983...), pour d'autres ils

augmentent (Erb et al. 1981/1985...) et pour quelques-uns l'intervalle entre vêlage n'est pas influencé par l'âge (Slama et al. 1976).

L'initiation de l'activité cyclique de l'ovaire est retardée chez les primipares surtout si elles sont maigres (Meike et al. cités par Tahri [99]).

Le taux d'œstrus des primipares est de 10 à 30 % plus élevé que celui des multipares. Par ailleurs, il est montré que la durée de l'œstrus est supérieure d'environ trois semaines, surtout si l'âge au premier vêlage est précoce [97].

Les génisses laitières sont habituellement plus fertiles que les vaches (Ron et al. 1984 cités par Hanzen et al. [107]).

### 3.2.2 Génétique

D'une manière générale, l'héritabilité des performances de reproduction est jugée faible (entre 0,01 et 0,05) et il semble illusoire, dans l'état des connaissances actuelles, de vouloir envisager un programme de sélection basé sur ces paramètres [563, 712].

Dans leur étude ayant pour objectif l'estimation des paramètres génétiques des caractères de reproduction des femelles chez les bovins Holstein du Canada, Jamrozik et al. [109] ont constaté que l'héritabilité des caractères de fertilité était plutôt faible, variant de 3 à 13 %. Les corrélations génétiques associées aux caractères de fertilité des génisses et des vaches plus âgées étaient aussi très faibles.

Selon Boichard [101], la fertilité reste un caractère génétiquement d'importance non négligeable mais secondaire. En effet, l'écart-type génétique du taux de conception est d'environ 5 points et sa valeur économique atteint 50 à 100 F, soit 5 à 10 fois moins que celle d'un écart-type génétique de caractère laitier. Ainsi, la sélection ne constitue donc pas la bonne méthode pour améliorer les performances de reproduction car elle serait coûteuse en terme de progrès laitier et très peu efficace, comparée à la marge de progrès très importante réalisable par une meilleure maîtrise des conditions de milieu.

### 3.2.3 Pathologies

Diverses pathologies (métaboliques et non), qui apparaissent préférentiellement au vêlage et la période périnatale, sont susceptibles d'être, à moyen ou long termes, responsables d'infertilité et d'infécondité : les dystocies, la gémellité, la mortalité périnatale, la rétention placentaire et la fièvre vitulaire [107, 100].

Les vêlages difficiles, plus fréquents chez les primipares, influencent négativement le rétablissement de l'activité ovarienne par un mécanisme inconnu [97].

De nombreux auteurs cités par Hanzen et al. [108] s'accordent sur les effets négatifs des kystes ovariens et des infections du tractus génital sur la fertilité et la fécondité. Ils constituent l'une des principales affections de la reproduction bovine et ses conséquences négatives sur les performances de reproduction et l'économie de l'élevage ont fait l'objet de plusieurs quantifications [110].

Le kyste ovarien peut selon les auteurs s'accompagner dans 4 à 74 % des cas d'un état d'œstrus permanent ce qui justifie son association à la nymphomanie ou au virilisme ou au contraire dans 14 à 96 % des cas d'un état d'anœstrus. Les publications récentes font davantage référence à l'anœstrus qu'à la nymphomanie comme symptôme possible du kyste ovarien [110].

Selon Tennant et Peddicord 1968 cités par Hanzen et al. [107], en l'absence de métrites, il ne semble pas qu'un retard d'involution réduise la fertilité ultérieure de la vache.

De nombreux travaux recueillis par Hanzen et al. [107] ont rapportés que les métrites (infections du tractus génitales) s'accompagnent d'infertilité, d'infécondité, d'augmentation du risque de réforme, d'anœstrus, d'acétonémie ou de kystes ovariens.

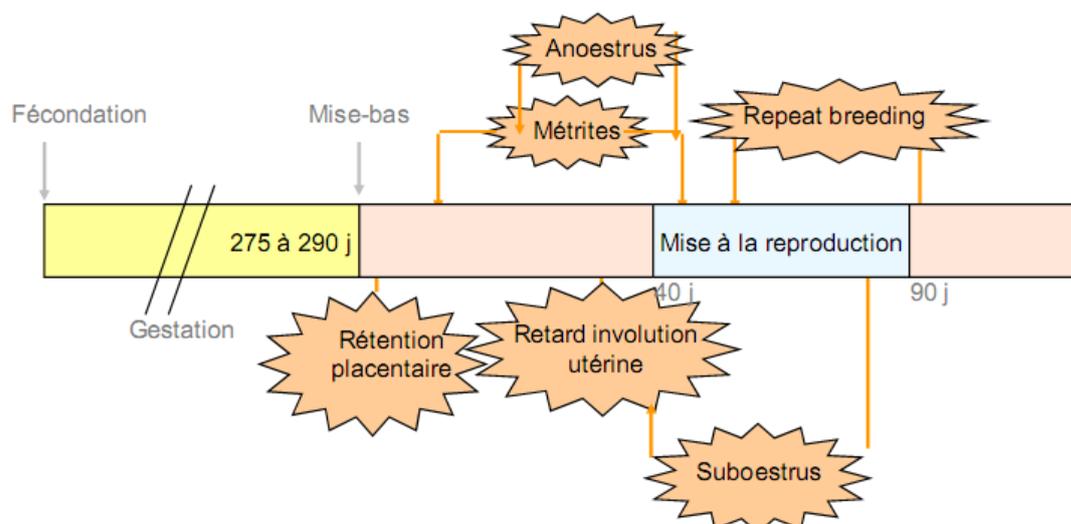


Figure 3.2 : Chronologie des pathologies du post-partum [94].

Diverses maladies infectieuses dues à des bactéries /virus (brucellose, salmonellose, IBR...), à des parasites (douve...) ou à des champignons influencent la reproduction. Selon Humblot et Thibier 1977 cités par Tahri [99], les troubles infectieux interviennent essentiellement en empêchant la rencontre des gamètes mâle et femelle, en gênant l'implantation de l'embryon et le développement du fœtus.

Les vaches atteintes de brucellose peuvent entraîner, sur le plan économique, une baisse de 20% de la fertilité et 16% de la production laitière [61].

Les mycotoxines (Zéaralénone Toxine T-2...) ont une influence négative sur la fertilité des vaches [37, 111].

Les boiteries chez les vaches laitières, surtout en stabulation, peuvent constituer une source de pertes économiques non négligeables. En effet, les vaches qui boitent ont leur intervalle vêlage – insémination fécondante (IV-IAF) augmenté en moyenne de 12 jours par rapport aux vaches non boiteuses, avec de fortes variations de résultats selon les lésions et le stade de survenue [95].

Stevenson et Call 1983 et Etherington et al. 1985 cités par Hanzen et al. [107] ont mentionnés que l'anoestrus constitue un facteur d'infécondité et d'infertilité.

### 3.2.4 Techniques et moments d'insémination

Durocher 2000 cité par Tahri [99] suggère qu'une insémination effectuée à une période inadéquate du cycle œstral, des erreurs lors de l'insémination ou des mauvaises conditions d'entreposage de la semence entraînent une réduction du taux de conception.

La fertilité dépend de l'intervalle entre vêlage et la première insémination. En effet, selon de nombreux travaux cités par Hanzen et al. [107], la fertilité augmente progressivement jusqu'au 60<sup>e</sup> jour du post-partum, se maintient entre le 60<sup>e</sup> et le 120<sup>e</sup> jour puis diminue par la suite. Ainsi, le choix du moment opportun de la première insémination (en tenant compte de cette évolution de la fertilité) est d'une importance capitale si l'éleveur veut optimiser la fertilité de ces vaches d'autant plus qu'il est unanimement reconnu que la réduction d'un jour du délai de la première insémination s'accompagne d'une réduction équivalente de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante [107].

### 3.2.5 Détection des chaleurs

Par ailleurs, l'intervalle vêlage – première insémination, les intervalles entre inséminations et le choix du moment de l'insémination par rapport au début des chaleurs dépendent de la détection des chaleurs ; ce qui fait d'elle un des facteurs les plus importants de fécondité et de fertilité . D'après Coleman et al. 1985 cités par Hanzen et al. [107], elle demeure un problème majeur puisque deux tiers des exploitations ne pratiquent qu'occasionnellement cette activité et, selon Schermerhorn et al. 1986 cités par le même auteur [107], un exploitant sur quatre seulement y consacrant plus de 20 minutes par jour.

La détection des chaleurs est le facteur limitant le plus important et si elle est inefficace, il s'ensuit rapidement un décalage dans les mises à la reproduction [95].

Des chaleurs manquées ou dont les signes n'ont pas été détectés constituent la raison numéro un de l'allongement des intervalles entre vêlages [112].

De nombreux auteurs imputent le fait que 4 à 26 % des animaux ne sont pas réellement en chaleurs lors de leur insémination à une insuffisance de la fréquence de détection des chaleurs ou de l'interprétation de leurs signes [107].

La déficience de la qualité de détection des chaleurs a, selon Durocher 2000 cité par Tahri [99], pour principale conséquence la diminution du taux de gestation.

Des études récentes indiquent que 85 à 90% des variations entre troupeaux au point de vue nombre de jours ouverts sont dues à des différences dans la détection des chaleurs, et que seules 10 à 15% de ces variations sont attribuables à des différences de taux de conception. Dans les élevages à problèmes, il se peut que 50% à 60% des chaleurs passent inaperçues [112].

Tableau 3.1: Efficacité de la détection des chaleurs [94].

Méthode de détection	Taureau « Boute-en-train »		Observation visuelle		
	2 fois /j	3 fois /j	Routine	2 fois /j	3 fois /j
Fréquence des observations					
% de détection	80 – 90 %	85 – 100 %	55 %	65 – 75 %	70 – 80 %

### 3.2.6 Tarrisement

Selon Kérouanton et al. 1995 cités par Michel et al. [113], l'effet négatif de l'absence de tarissement sur l'efficacité de la reproduction avait été mis en avant, mais pas son simple raccourcissement. Rémond et al. [43] ont rapportés que, dans une enquête Bretonne, l'omission du tarissement a dégradé l'aptitude des animaux à se reproduire alors que son raccourcissement n'a pas modifié l'efficacité de la reproduction.

Différents auteurs cités par Rémond et al. [43] ont calculé les corrélations phénotypiques entre la durée de la période sèche précédant une lactation et l'intervalle vêlage-insémination fécondante au cours de la lactation suivante. Elles ont été faibles et comprises entre - 0,02 et 0,07. Ces résultats pourraient suggérer que la réduction de la période sèche (qui va généralement de pair avec un accroissement de la production laitière) « corrige » la diminution de fertilité souvent associée à l'augmentation du niveau de production.

Cependant, des auteurs cités par Rémond et al. [43] n'ont décelé aucun effet de la durée de la période sèche sur l'intervalle vêlage – insémination fécondante (Coppock et al. 1974) et sur l'infertilité (Hoheisel 1988). Dans une enquête effectuée en Bretagne, les vaches non tariées (n = 120) ont été fécondées après le même

nombre moyen d'inséminations (1,9) et dans le même délai après le vêlage (120 jours) que leurs consœurs contemporaines conduites conventionnellement (n = 128) (Kérouanton et al. 1995 cités par Rémond et al. [43]).

### 3.2.7 Saison

La variation de la fertilité et la fécondité en fonction de la saison est controversée. Certains auteurs l'affirment, d'autres soutiennent que la saison n'influe pas sur elles [107]. De plus, l'influence saisonnière sur les paramètres de reproduction varie en fonction des régions climatiques :

Dans les régions tempérées :

- la fertilité est maximale au printemps et minimale pendant l'hiver,
- le pourcentage d'animaux repeat-breeders est plus élevé chez les vaches qui accouchent en automne.
- la durée de l'anœstrus du post-partum est plus courte chez les vaches laitières accouchant en automne.

Au Canada :

- la durée d'anœstrus et le délai d'obtention d'une gestation des vaches accouchant pendant les mois d'été sont plus courts que ceux des vaches accouchant en hiver.

Dans les régions tropicales et subtropicales :

- la fertilité diminue au cours des mois d'été coïncidant habituellement avec des périodes prolongées de température élevée.

Pelot et al. 1977 cités par Tahri [99] rapportent que la fertilité à l'œstrus induit diminue en période hivernale. Cependant, selon ces auteurs, cette diminution de la fertilité est peut être due à la sous-alimentation.

Perrin [97] a rapporté que les effets saisonniers ont une forte influence chez les femelles allaitantes. Selon cet auteur, dans toutes les études effectuées en France, la cyclicité apparaît plus élevée en automne ou en tout début d'hiver qu'à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Grimard et al. 1995 cités par Perrin [97] ont rapporté que, pour tous les génotypes, le taux de cyclicité augmente après la mise à l'herbe.

L'effet de la température sur les performances de reproduction se traduirait par une diminution des signes de chaleurs, par la diminution de la progestéronémie significativement plus basse selon certains auteurs en été qu'en hiver ou par une réduction du taux basal ainsi que de la libération pré-ovulatoire du taux de LH [107].

### 3.2.8 Niveau de production laitière

Comme l'ont bien mentionné, entre autres, Caldwell [114] et Brisson [115], parallèlement à l'augmentation considérable du niveau de production laitière connue depuis quelques décennies, une baisse du taux de conception est aussi observée. Il est donc tentant d'établir un lien de cause à effet.

La diminution de la fertilité est souvent associée à l'augmentation du niveau de production laitière. Plusieurs études ont démontré une association entre « forte production » et « faible fertilité » [114].

Brisson [115] rapporte que le taux de conception a tendance à fléchir au fur et à mesure que le rendement en lait augmente. Ainsi, une étude américaine portant sur des troupeaux de l'État de New York qui a révélé que le taux de conception moyen serait passé de 66 % au début des années 50, à environ 50 % au milieu des années 80 et que le taux de conception aurait eu tendance à être plus bas chez les troupeaux de rendement élevé. Une autre étude américaine couvrant trois décennies (1970 à 2000) a fait état d'une augmentation du nombre de saillies par conception de 2,5 à 3,0 parallèlement à la hausse du niveau de production moyen par vache qui a passé de 6500 kg de lait à près de 9000 kg (Figure 3.3).

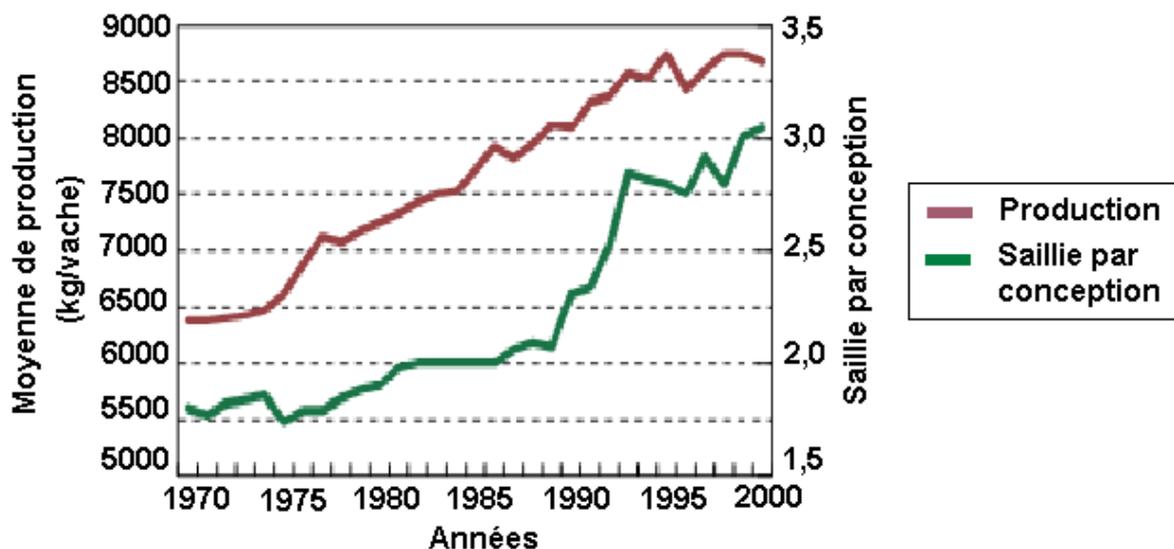


Figure 3.3 : Evolution de la production et des performances de reproduction des troupeaux pour la période de 1970 à 2000 [115].

Par contre, certains travaux ont révélé que le niveau de production n'aurait pas ou peu d'influence sur les performances de reproduction. En effet, une étude australienne a révélé que, pour un nombre de jours en lait équivalent, le pourcentage des vaches gestantes est pratiquement identique, que le rendement en lait soit élevé ou nettement plus bas [115].

Selon l'étude de Filteau et al. 1999 citée par Caldwell [114], à l'échelle du troupeau, la production laitière moyenne et la proportion de vaches « repeat-breeder » ne sont aucunement liées. Par contre, sur une base individuelle, l'étude a révélée que plus une vache produit du lait, plus son risque de devenir « repeat-breeder » augmente.

En fin, d'autres travaux ont même mentionné une association positive entre production et reproduction. En effet, Brisson [115] a rapporté qu'une étude américaine a étonnamment révélée que le nombre de jours ouverts est plus élevé chez les troupeaux à faible rendement en lait, alors que les troupeaux dont la moyenne se situe entre 9545 kg et 10 000 kg détiennent de meilleures performances pour ce critère de reproduction. Cette étude a également montré que l'intervalle vêlage-première saillie varie très peu entre les diverses strates de production (l'écart le plus important étant de cinq jours) et que le pourcentage de chaleurs détectées n'est que de 29 % chez les troupeaux de rendement plus faible, alors qu'il avoisine les 50 % chez les troupeaux au rendement supérieur. Par contre, cette même étude

a mentionné qu'une chute du taux de conception à la première saillie a été observée à mesure que la production laitière augmente. Les écarts sont importants, passant de 52 % pour les troupeaux à faible rendement (de 6364 kg à 6818 kg) à 38 % chez les troupeaux à rendement supérieur (plus de 10 454 kg) (tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Résumé des paramètres de reproduction selon le niveau de production (données américaines sur 4550 troupeaux Holstein) [115].

Production (kg/vache/an)	Troupeaux	Jours ouverts	Vêlage/1 <sup>e</sup> saillie (jours)	% chaleurs détectées	% de conception à la 1 <sup>e</sup> saillie
6364 – 6818	425	148	88	29	52
7727 – 8181	678	137	89	40	44
8636 – 9090	479	133	88	45	43
9545 – 10000	22	129	87	51	40
+ de 10454	53	140	92	47	38

Les conclusions de cette étude affirment que les performances de reproduction sont tout aussi bonnes chez les troupeaux à rendement élevé, en raison d'une régie de qualité supérieure. Celle-ci aurait pour effet de compenser la baisse du taux de conception observée.

Ainsi, une régie de qualité permet non seulement un rendement en lait exceptionnel, mais également des performances reproductives très satisfaisantes [114, 115].

### 3.2.9 Autres facteurs

Selon Derivaux 1971 et Institut d'élevage 2000 cités par Tahri [99], le stress aurait pour effet la diminution de la fertilité de la vache.

La stabulation libre favoriserait la manifestation de l'œstrus et sa détection ainsi que la réapparition plus précoce de l'activité ovarienne après le vêlage [107].

Par ailleurs, la première ovulation semble apparaître plutôt lorsque les femelles sont en stabulation libre qu'en stabulation entravée mais ceci n'est pas constaté dans toutes les études [97]. Humblot et Grimard 1996 cités par Perrin [97] suggèrent que des interactions du facteur étable avec les effets d'autres facteurs, comme l'éclairage et surtout le mode d'allaitement, pourraient entrer en jeu. Dans la plupart des cas, les veaux des femelles en stabulation entravée sont séparés de

leurs mères et ils tètent deux fois par jour, alors qu'en stabulation libre, les veaux restent en permanence avec leurs mères.

Le type de stabulation peut agir indirectement sur la reproduction en modifiant l'incidence des pathologies au cours du post-partum [107].

L'augmentation de la taille du troupeau fait diminuer la fertilité, entraîne une augmentation du % des repeat-breeders et peut influencer la qualité de la détection des chaleurs. Le transport des animaux aurait un effet négatif sur la reproduction. De même pour la mauvaise isolation électrique de la salle de traite ou de la stabulation des animaux [107].

Les caractéristiques socio-psychologiques de l'éleveur, l'impact du vétérinaire sur la perception de l'importance des problèmes de reproduction par l'éleveur ont également leur influence sur la reproduction [107].

Tableau 3.3 : Résumé des facteurs individuels et collectifs responsables de problèmes de reproduction [100].

Facteurs individuels	Facteurs collectifs
Age	Politique d'insémination au cours du postpartum
Génétique	Détection des chaleurs
Production laitière	Moment d'insémination pendant les chaleurs
Type de vêlage	Nutrition
Gémellité	Saison
Mortalité périnatale	Type de stabulation
Rétention placentaire	Taille du troupeau
Fièvre vitulaire	Qualité du sperme
Involutions cervicale et utérine	Technicité de l'inséminateur
Infection du tractus génital	Aspects sociologiques
Activité ovarienne	

Tableau 3.4 : Valeurs optimales des différents paramètres de reproduction (selon plusieurs auteurs).

Paramètres	Otz [95]	Wattiaux 2003 in Tahri [99]	Seeger et Malher 1996 in Tahri [99]
Intervalle vêlage – 1 <sup>e</sup> chaleurs	-	< 40 j	-
Vaches à intervalle de chaleurs entre 18 et 24 j	-	> 85 %	-
% des retours tardifs (cycle >23 j)	< 15 %	-	-
% vaches non vues en chaleurs après 60 j PP	<25 %	< 10 %	-
Taux de diagnostics de gestation négatifs	<10 %	-	-
% vaches non inséminées après 90 j PP	<20 %	-	-
Intervalle vêlage – 1 <sup>e</sup> Insémination	60 à 70 j	45 à 60 j	-
% IV – 1 <sup>e</sup> IA > 70 j			< 15 %
Intervalle Vêlage – IAF	Jusqu'à 95 j (optimum 85 j)	85 – 110 j	-
% de vaches à IV-IAF > 110 j et à moins de 3 IA	< 15 – 20 %	-	< 15 %
% de vaches à IV-IAF > 120 j		< 10 %	-
Taux de réussite en 1 <sup>e</sup> insémination	≥ 75 % (génisses) ≥ 60 % (VL)	65 à 70 % (génisses) 50 à 60 % (VL)	> 60 %
% de vaches à 3 IA ou plus	< 20 %	<10 %	<15 %
Taux de réforme pour infécondité	≤ 15 %	-	< 6 %
taux de métrites	15 – 25 % (examens gynéco 20 – 25%)	-	-
Intervalle entre vêlages	-	12,5 à 13 mois	-
% IVV > 365 j	-	-	< 15 %
Service / conception	-	< 1,7	
Durée de la période de tarissement	-	45 à 60 j	-
Moyenne de l'âge au 1 <sup>e</sup> vêlage	-	24 mois	-

Tableau 3.5 : Objectifs de reproduction dans les troupeaux laitiers [100].

	Objectif	Seuil d'intervention	Moyenne
<b>Fécondité</b>			
HRS	>65	<40	n.c.
Naissance – 1 <sup>e</sup> vêlage	24	26	29
Naissance – Insémination fécondante	15	17	20
Naissance – 1 <sup>e</sup> insémination	14	16	19
Intervalle entre vêlages	365	380	390
Vêlage – Insémination fécondante	85	100	110
Vêlage – 1 <sup>e</sup> insémination (PA)	60	80 (PA + 20)	70
Vêlage – 1 <sup>e</sup> chaleurs	<50	>60	60
Intervalle 1 <sup>e</sup> IA-IF (PR)	23 –30	>30	n.c.
<b>Fertilité</b>			
Index de gestation total en 1 <sup>e</sup> IA des génisses	>60	<50	n.c.
Index de gestation total en 1 <sup>e</sup> IA des vaches	>45	<40	40
IFA des vaches	<2	>2	1.9
IFA des génisses	<1.5	>1.5	n.c.
<b>Chaleurs</b>			
Index de Wood	>70	<70	n.c.
% des vaches en chaleurs <50j PP	>70	<50	40
Vêlages			
Vêlage normal (%)	>95		70
Césarienne	<5	>10	5
<b>Pathologies</b>			
Rétention placentaire (%)	<5	>10	4,4
Métrite chronique (20 –50j PP) (%)	<20	>25	19
Retard d'involution utérine (30 –50j PP) (%)	<1	>20	13
Kyste ovarien (20 –50j PP) (%)	<10	>20	10
Mortalité embryonnaire (25-59j PP) (%)	<10	>20	11
Avortement clinique (%)	<3	>5	n.c.
<b>Réformes</b>			
Taux de réformes totales (%)	25-30	>30	n.c.
Taux de réformes pour infertilité (%)	<10	>10	n.c.

### 3.3 Alimentation et reproduction

La fonction de reproduction est une composante animale clé de la productivité des systèmes d'élevage.

De nombreuses études ont mis en évidence la sensibilité de cette fonction biologique à l'état nutritionnel de la femelle [116]. Ainsi, la réussite de la reproduction est étroitement dépendante d'un programme alimentaire approprié, adapté aux changements physiologiques de la vache au cours de sa vie productive [117]. L'obtention de bonnes performances de reproduction en élevage bovin ne peut se faire sans la maîtrise de l'alimentation [118].

Les effets de la nutrition sur la capacité reproductrice s'observent à différentes phases de la vie productive de la femelle : dès son jeune âge *via* ses effets sur le moment d'apparition de la puberté, puis chez les femelles adultes par leurs impacts sur les taux de fertilité et donc sur les rythmes de reproduction [116].

Grenet et al. 1996 cités par Blanc et al. [116] ont étudié l'élasticité de la réponse reproductive à la sous-nutrition chez des génisses Charolaises. Ils ont constaté que l'âge à la puberté s'accroît quasi-linéairement avec le niveau de contrainte alimentaire (figure 3.4).

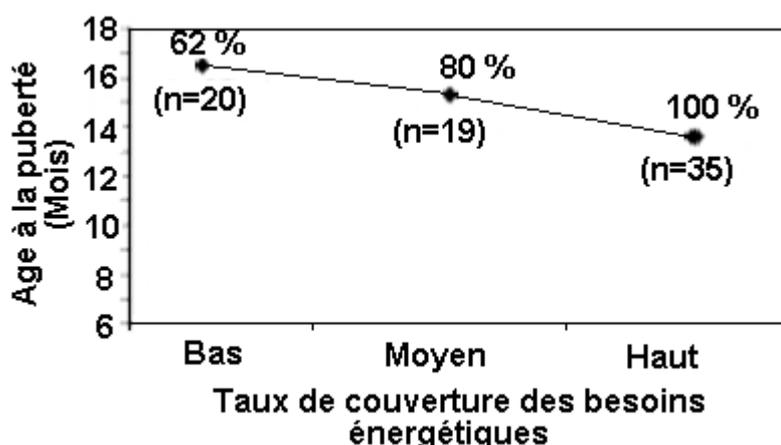


Figure 3.4 : Impact du niveau des apports énergétiques sur l'âge d'apparition de la puberté chez des génisses Charolaises [116].

Parmi les causes d'infertilité, l'alimentation occupe une place importante, si bien que lorsque plus de 15% des vaches d'un troupeau laitier sont encore en anœstrus 40 à 50 jours après vêlage, il faut suspecter une origine alimentaire [118].

Dans la littérature spécialisée, on estime que l'influence de l'alimentation sur la fertilité d'un troupeau de vaches laitières est de 25 à 50 % (Figure 3.5) [119].

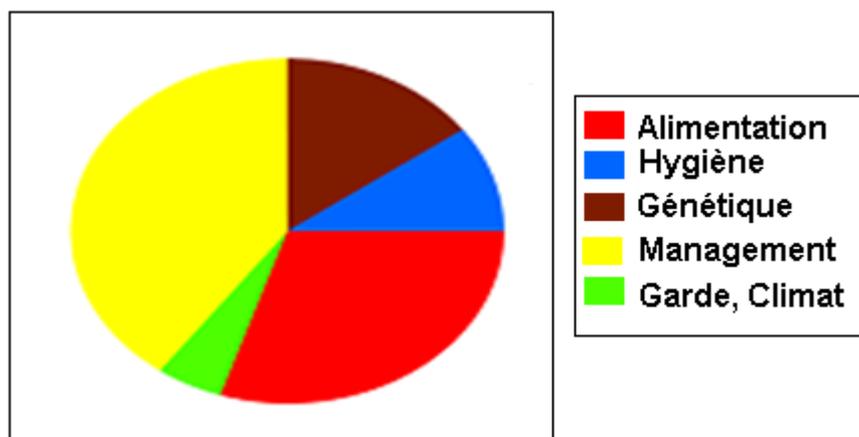


Figure 3.5 : Facteurs influençant la fertilité d'un troupeau de vaches laitières [119].

Selon Roche 2006 cité par El Jaouhari [120], la manifestation des chaleurs (l'ovulation), la réussite de la saillie ou de l'IA (la fécondation), ainsi que la mise bas, peuvent être perturbée par des problèmes alimentaires.

Comme il a été précédemment mentionné, le taux d'ancêtres des primipares est de 10 à 30 % plus élevé que celui des multipares. Ceci pourrait être dû à leur plus grande sensibilité à la sous nutrition dont les effets sur la sécrétion de LH et sur la croissance folliculaire sont particulièrement marqués chez les primipares [97].

Wattiaux 1997 cité par El Jaouhari [120] a rapporté que les vaches qui développent une fièvre de lait ou le syndrome de la vache grasse, qui font partie des complications lors du vêlage causés entre autre par des déséquilibres alimentaires, ont un risque beaucoup plus élevé d'avoir une rétention placentaire, une métrite et une réduction de fertilité.

La fréquence de la mortalité embryonnaire augmente avec la perte de poids de l'animal. Cet effet serait imputable à une séquence hormonale inadéquate avant, pendant et après l'œstrus conduisant à une préparation du milieu utérin non synchronisée de celle de l'embryon. Pareillement, un état de sous-nutrition contribue à réduire le poids du fœtus [100].

Parmi Les anomalies de la ration, le rôle de l'alimentation énergétique est dominant dans le risque d'infertilité bovine, mais les excès azotés et les mauvaises conduites de l'alimentation minérale sont aussi fréquemment en cause (tableau 3.6) [118].

Tableau 3.6 : Principales relations entre alimentation et troubles de la reproduction. [117, 118].

Troubles	Eléments invoqués
Anœstrus 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

### 3.3.1 Apports énergétiques et reproduction

Avec les niveaux génétiques actuels en élevage, chez la vache laitière, le déficit énergétique est, systématique et inévitable. Il tient, physiologiquement, à une capacité d'ingestion qui augmente beaucoup moins vite que les besoins, et à une aptitude des vaches à bon potentiel génétique à donner la priorité à la production laitière par rapport à leurs réserves corporelles (Figure 3.6) [118].

Il existe une relation négative entre déficit énergétique et performances de reproduction chez la vache laitière [118]. Selon Atti *et al.* 1995 et Chilliard 1992 cités par Blanc *et al.* [116], les femelles qui présentent un état corporel faible au moment de la mise bas, sont particulièrement sensibles aux effets d'une sous-alimentation en début de lactation.

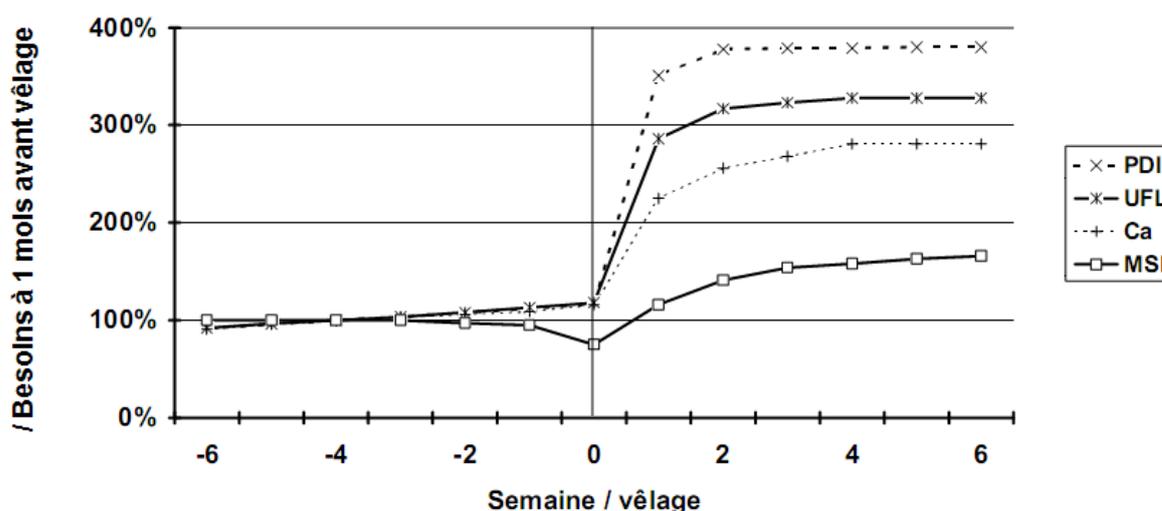


Figure 3.6 : Évolution comparée de l'appétit et des besoins autour du vêlage [118].

Le bilan énergétique négatif et un faible état corporel font partie des facteurs qui sont connus pour induire un accroissement de l'anœstrus post-partum. Ils influent également sur le taux de conception à la première insémination [121].

Chez la vache allaitante, une restriction de 20 à 40 % des apports énergétiques durant le dernier tiers de la gestation entraîne une augmentation de la durée de l'anœstrus post-partum de 8 à 21 jours et une diminution de 40 % du nombre de vaches cyclées 60 jours post-partum. Dans le cas où la restriction est appliquée depuis le sevrage des génisses, l'allongement de la durée de l'anœstrus peut atteindre 70 jours chez les primipares [97].

De nombreuses études ont mis en évidence l'impact négatif sur la reproduction de l'intensité ou de la durée du déficit énergétique post-partum et du niveau de production laitière (Butler et al. 1989 cités par Tillard et al. [122]). Mais il est souvent difficile de séparer les effets propres de chacun de ces facteurs (Staples et Thatcher, 1990 cités par Tillard et al. [122]).

Les relations entre l'état nutritionnel de la femelle et la fonction de reproduction sont très particulières car les besoins énergétiques pour la reproduction *stricto sensu*, c'est-à-dire pour l'ovulation et la fécondation, sont pratiquement négligeables [116]. En revanche, l'enclenchement d'une gestation est lourd de conséquences pour la survie de la femelle si les apports nutritionnels et / ou si ses réserves corporelles sont ou deviennent insuffisantes. En effet, ses besoins vont

s'accroître considérablement au cours de la gestation et surtout avec le démarrage de la lactation (INRA 1988 cité par Blanc et al. [116]).

Tillard et al. [122] rapportent que les animaux présentant les bilans énergétiques les plus déficitaires ont une probabilité de fécondation inférieure.

Selon Enjalbert [118], le bilan énergétique négatif retarde les premières ovulations et affecte aussi l'expression des chaleurs (figure 3.7).

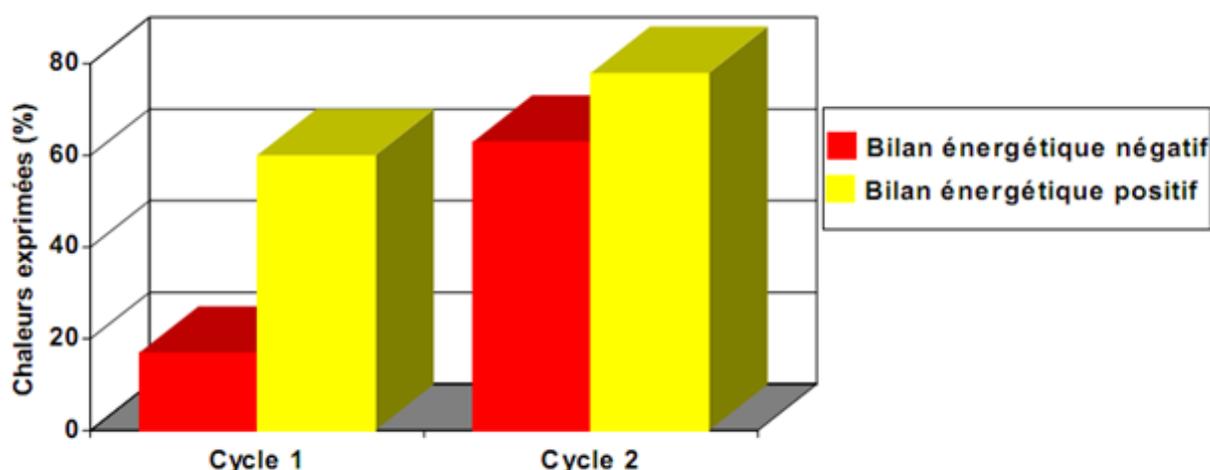


Figure 3.7 : Conséquences d'un bilan énergétique négatif sur l'expression des chaleurs (Spicer et al. 1990 in Enjalbert [118]).

Cependant, selon le même auteur [118], des résultats expérimentaux ont montré que la première ovulation peut survenir alors que le déficit énergétique est encore très négatif.

Il apparaît en outre que le moment auquel intervient (éventuellement) un pic de déficit énergétique a une importance capitale dans la reprise d'une activité ovarienne normale puisque une corrélation très significative a été mise en évidence entre l'intervalle vêlage - première ovulation et l'intervalle vêlage - pic de déficit énergétique, qui intervient en moyenne 10 à 15 jours après le vêlage [118].

Ce qui différencie les vaches à reprise d'activité ovarienne tardive de celles à reprise précoce, est davantage l'existence d'un pic de déficit énergétique que l'importance globale de ce déficit [118].

Un taux d'ingestion énergétique trop bas en début de lactation peut provoquer une mobilisation excessive des graisses corporelles, soit plus de 1,5 à 2,0 kg par jour. Cela accroît les risques d'accumulation de graisse dans le foie de la vache et peut mener à la cétose, à une plus grande sensibilité aux maladies, au retard du retour des chaleurs et à une baisse de la fécondité [123].

Grimard et al.1996 cités par Perrin [97] ont montré qu'un apport énergétique trop libéral en fin de gestation (+ 40 %) entraîne, comme pour la restriction (voir plus haut), une augmentation de la durée de l'anœstrus de 10 jours environ. Ces auteurs ont conclu que la relation variation des apports énergétiques-variation de la durée de l'anœstrus n'est pas linéaire.

Le mode d'action du déficit énergétique n'est actuellement pas complètement connu. Il fait intervenir toutes les sécrétions hormonales déterminant la reprise de cyclicité ovarienne : hypothalamus, hypophyse, ovaies et corps jaune [118]. Il intervient à tous les niveaux de l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovario-utérin (figure 3.8) [117].

Lamming 1966 cité par Amadou-N'Daye et al. [124] rapporte que les bases physiologiques de la relation entre fertilité et niveau alimentaire ne sont pas clairement définies: l'élévation du niveau nutritionnel peut être à l'origine d'un mécanisme physiologique encore mal connu : elle amènerait une réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire gonadotrope, et si la complémentation alimentaire est appliquée durant le post œstrus, elle permet la libération d'hormone lutéinisante, le développement et l'activité du corps jaune, et par conséquent les premières étapes du développement embryonnaire.

Selon Grimard [125], un accroissement du déficit énergétique (consécutif à une diminution des apports ou à une augmentation de production laitière) a des conséquences sur :

- la sécrétion de LH (diminution de la fréquence et de l'amplitude des pulses de LH),
- la croissance folliculaire (diminution du nombre de gros follicules, absence d'ovulation du follicule dominant de la première vague de croissance folliculaire)

- et la production d'embryons en réponse à un traitement de super-ovulation (diminution de la production totale d'embryons et de la production d'embryon viables).

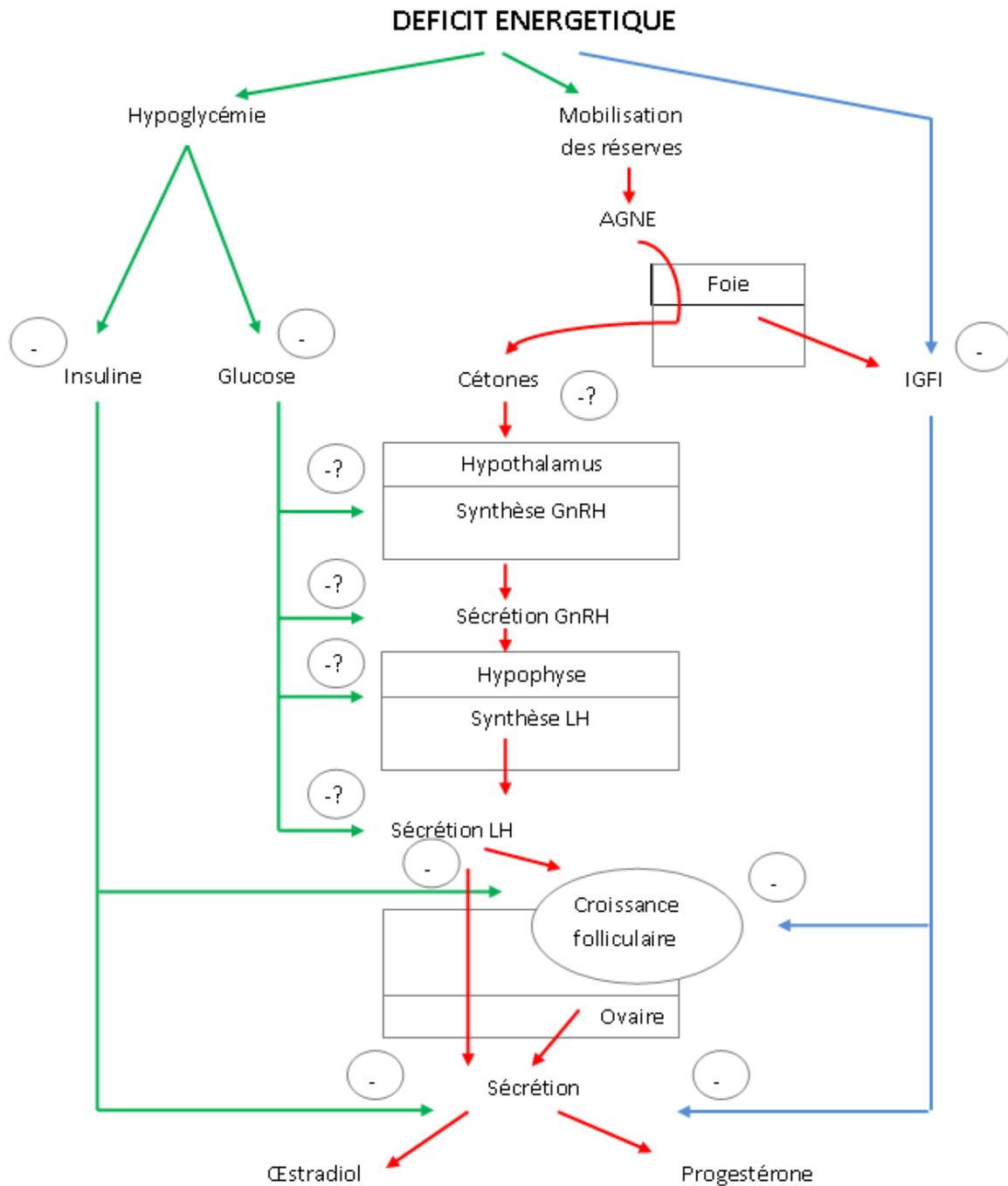


Figure 3.8 : Déficit énergétique et reproduction [117].

### 3.3.2 Etat corporel et performances de reproduction

La NEC et ses variations aux périodes clés du cycle de reproduction (mise bas, tarissement) sont liées aux performances de reproduction [126].

Simpson *et al.* 1998 cités par Ezzano [126] mentionnent que l'état corporel des génisses influe sur leur précocité sexuelle.

Enjalbert [118] rapporte que l'analyse des résultats d'enquêtes montre une tendance générale vers une détérioration des performances de reproduction lorsque la perte d'état corporel après vêlage s'accroît. Ainsi, il apparaît à travers ces enquêtes que l'influence de l'amaigrissement sur la reproduction est modeste tant que la perte d'état corporel est inférieure à 1 point et ne devient importante que lorsque cette perte atteint ou dépasse 1,5 point (figures 3.9 et 3.10).

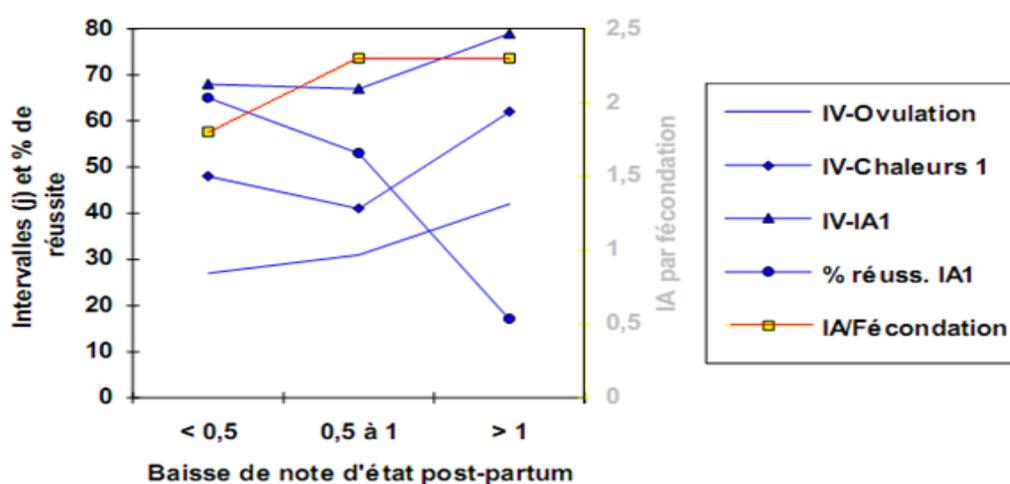


Figure 3.9 : Relations entre perte d'état corporel après vêlage et performances de reproduction (Butler et Smith 1989 in Enjalbert [118]).

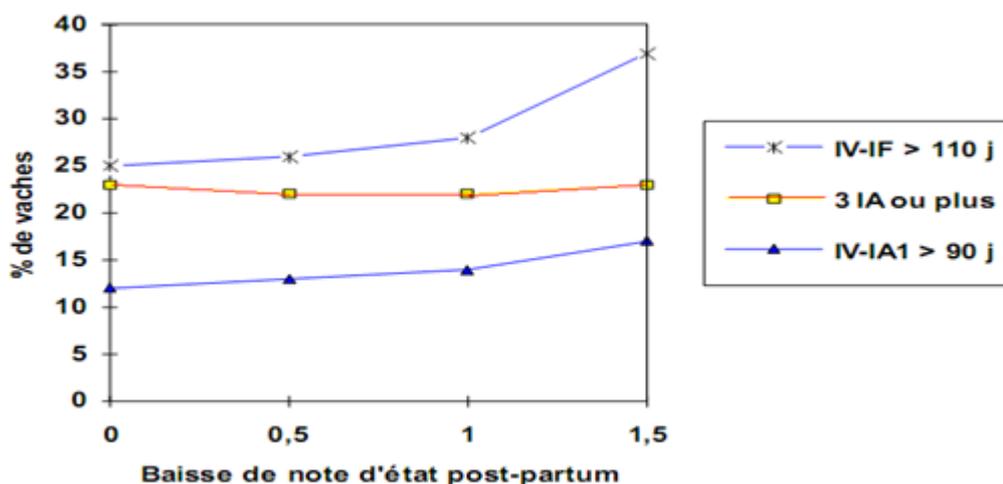


Figure 3.10 : Relations entre perte d'état corporel après vêlage et performances de reproduction (EDE Bretagne - Pays de Loire 1985 in Enjalbert [118]).

Aussi, de nombreux travaux cités par Blanc et al. [116] ont rapporté que lorsque la NEC diminue, une baisse de la fertilité est constatée indépendamment de la saison et des contraintes sanitaires.

De plus, la perte de poids (jusqu'à 1,5 kg de graisse tissulaire par jour) chez les vaches très fortes productrices aux environs du quatrième mois de la lactation peut inhiber l'expression de l'œstrus (chaleurs) et la fertilité, ce qui retarde la conception [123].

De nombreux travaux ont montré que le poids et la note d'état corporel influencent très fortement le rétablissement de la cyclicité. Une influence positive du poids au vêlage ou à 60 jours post-partum est observée dans plusieurs races tandis-que les variations de poids ont moins d'influence ou sont sans effet sur les taux d'anoëstrus [97].

Hanzen [100] mentionne que, de manière unanimement reconnue, les animaux qui perdent du poids avant le vêlage ou dont l'état d'embonpoint est insuffisant au moment du vêlage ont une durée d'anoëstrus plus longue que ceux qui en gagnent et qu'une réduction de l'état corporel peut également être responsable d'un arrêt d'une activité cyclique régulière tant chez la vache viandeuse que laitière.

Agabriel et al. 1992 cités par Perrin [97] ont rapporté que la note d'état corporel mesurée à différents moments du post-partum est en relation avec la durée

de l'ancœstrus et qu'une note légèrement supérieure à la moyenne (3 sur 5) apparaît optimale pour obtenir des taux de cyclicité élevés.

Selon Petit et Agabriel 1993 cités par Blanc et al. [116], chez la vache Charolaise, une diminution d'un point de note d'état corporel en fin de période hivernale s'accompagne d'un accroissement de 8 à 10 jours de l'intervalle entre vêlages chez les multipares et de 30 jours chez les primipares. L'amplitude de réponse peut donc être très différente selon l'âge des animaux.

Houghton *et al.* 1990 cités par Ezzano [126] rapporte que pour des vaches présentant des valeurs de NEC moyennes à fortes, la fertilité n'est plus limitée par l'état corporel à la mise bas mais par son amplitude de variation *postpartum*, en gain ou en perte. Selon plusieurs études rapportées par Ezzano [126], que ce soit en élevage allaitant ou laitier, un bon état corporel des vaches à la mise bas et au cours de la période *postpartum* est le meilleur garant d'un bon déroulement de la reproduction, améliore le taux de gestation des femelles vides et diminue les intervalles entre mises bas successives.

Cependant, selon Schori [119], les vaches laitières qui ont des réserves excessives de graisse au moment du vêlage, ont plus de naissances difficiles, de dégénérescence graisseuse du foie, de troubles du métabolisme et la consommation est réduite au début de la lactation et, pour contrer ces faits qui entravent la fertilité, les vaches doivent être alimentées en fonction de leurs besoins au cours du dernier tiers de la lactation et durant la période de tarissement selon une règle de base : « les vaches taries doivent être affourragées comme des vaches avec une production laitière de 6 kg ». Selon Stoll [127], les problèmes de fertilité rencontrés dans la pratique sont principalement dus à une suralimentation à la fin de la lactation précédente et à une consommation insuffisante après le vêlage.

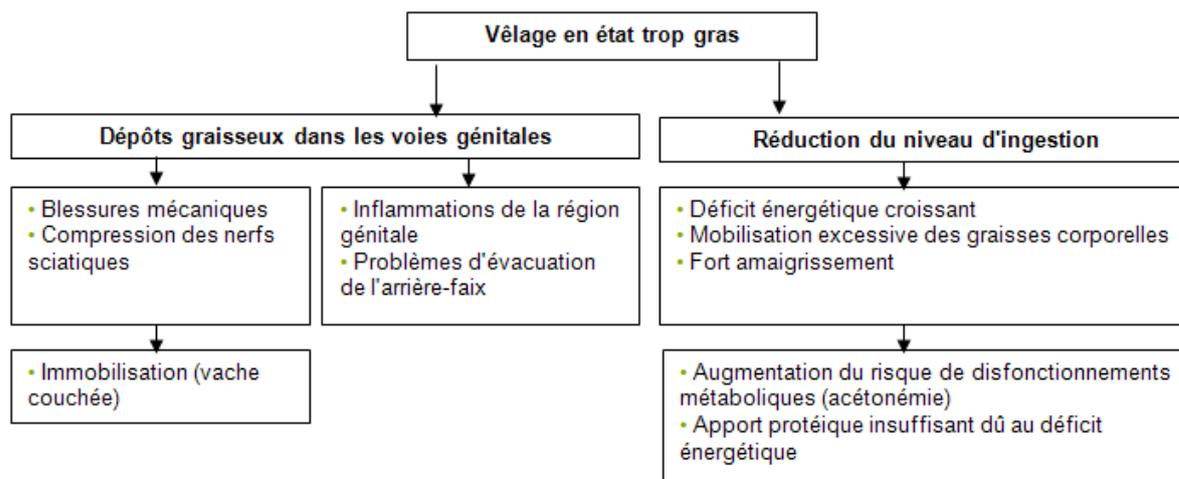


Figure 3.11 : conséquence d'un excès de graisse au moment du vêlage [127]

L'état corporel excessif au moment du vêlage contribue à une infiltration graisseuse du foie et à l'apparition du syndrome de la vache grasse se caractérisant par une augmentation du risque de problèmes métaboliques, infectieux, digestifs et de reproduction [100].

### 3.3.3 Restriction alimentaire et reproduction

Selon Hanzen [100], il semblerait qu'une réduction des apports alimentaires affecte davantage la libération hypothalamique de la GnRH que celle hypophysaire de la LH mais la nature du ou des facteurs responsables est loin d'être déterminée.

Les effets de la restriction alimentaire modérée ou aigüe sur la reproduction ont été étudiés par Diskin et al. 2003 et Mackey et al. 2000 cités par Blanc et al. [116] chez la vache allaitante. Ils ont rapportés qu'une restriction alimentaire modérée mais prolongée s'accompagne d'une réduction progressive de la croissance du follicule dominant et de sa persistance. Si cette sous-alimentation se prolonge de telle sorte que les pertes de poids vif dépassent 20 % du poids initial, les animaux basculent dans un état d'*anœstrus* nutritionnel. Cette réponse présente toutefois une très forte variabilité interindividuelle dont les origines peuvent être multiples (génétique, âge, parité, adiposité).

Une sous-alimentation aigüe (40 % des besoins d'entretien satisfaits) et de courte durée s'accompagne, quant à elle, d'une réduction très rapide du taux de

croissance et du diamètre maximal des follicules dominants et induit un *anoestrus* chez une forte proportion d'individus dans les 15 jours suivant le début de la restriction alimentaire [116].

Selon Staples et al. 1998 cités par Ben Salem et Marouani [128], la supplémentation en MG (2 à 3 % de la MS de la ration) affecte positivement les performances de reproduction des vaches. Dans leur propre étude, Ben Salem et Marouani [128], la supplémentation de la ration par savons de calcium d'acides gras d'huile de palme a eu comme effet des améliorations importantes pour les taux de conception et de gestation et pour l'indice coïtal.

Certaines hypothèses ont été suggérées par Staples et al. 1998 cités par Ben Salem et Marouani [128] pour essayer d'expliquer les mécanismes, mal connus, impliqués dans ces améliorations. Ainsi, puisque les améliorations significatives observées pour la reproduction ont été obtenues conjointement à une augmentation de la production laitière, il serait donc plausible de supposer qu'il s'agit d'une amélioration de l'état énergétique des vaches supplémentées entraînant un retour précoce de l'oestrus post-partum et d'une amélioration de la stéroïdogénèse favorable à une meilleure fertilité du fait d'un apport par les savons de certains acides gras essentiels impliqués dans la fonction de la reproduction. En effet, comme il a été auparavant mentionné, les vaches en déficit énergétique sévère ont généralement des performances reproductives décevantes. De plus, selon Sklan et al. 1991 cités par les mêmes auteurs [128], la supplémentation lipidique entraînerait une augmentation de la progestérone sanguine et du taux de gestation.

Ainsi, il s'avère que l'utilisation des savons de calcium pourrait constituer une approche pour améliorer les performances de reproduction des vaches hautes productrices [128].

#### 3.3.4 Apports protéiques et reproduction

Selon Schori [119], un excès tout comme une carence en protéines a une influence négative sur la fertilité.

Hanzen [100] rapporte que le l'apport en protéines influence davantage le niveau de production laitière mais il est néanmoins susceptible d'influencer

indirectement la reproduction puisqu'il contrôle le niveau d'ingestion alimentaire et est donc ainsi impliqué dans la régulation du métabolisme énergétique de l'animal. L'effet négatif d'un apport excessif en protéines au cours du post-partum pourrait être dû à une augmentation de l'urée dans les sécrétions utérines.

Enjalbert [118] a rapporté que les carences azotées ne peuvent être impliquées dans des troubles de la reproduction que lorsqu'elles sont fortes et prolongées. Rappelons qu'un déficit d'azote dégradable entraîne indirectement un déficit énergétique de par une moins bonne digestion ruminale. Selon cet auteur, ce sont les excès azotés qui sont plus fréquemment invoqués en tant que facteurs de réduction des performances de reproduction chez les vaches laitières.

Les excès d'azote non dégradable agissent par le biais d'un accroissement du déficit énergétique dû à une stimulation de la production laitière. Ce sont les excès d'azote dégradable qui ont des conséquences plus fortes et plus nombreuses. Ils engendrent un déficit énergétique accru, en raison de la consommation d'énergie par le foie pour la détoxification de l'ammoniac absorbé par la muqueuse ruminale. La circulation d'urée et d'ammoniac auront pour effets la diminution du pH utérin qui affecte la survie des spermatozoïdes, elle peut provoquer aussi des effets toxiques potentiels sur les spermatozoïdes et l'ovocyte, voire l'embryon, pouvant entraîner un allongement de l'intervalle entre chaleurs et elle engendre une diminution du taux de progestérone sanguin. Ces divers effets ont davantage de conséquences sur la réussite à l'insémination que sur la durée de l'œstrus post-partum (figure 3.12) [118].

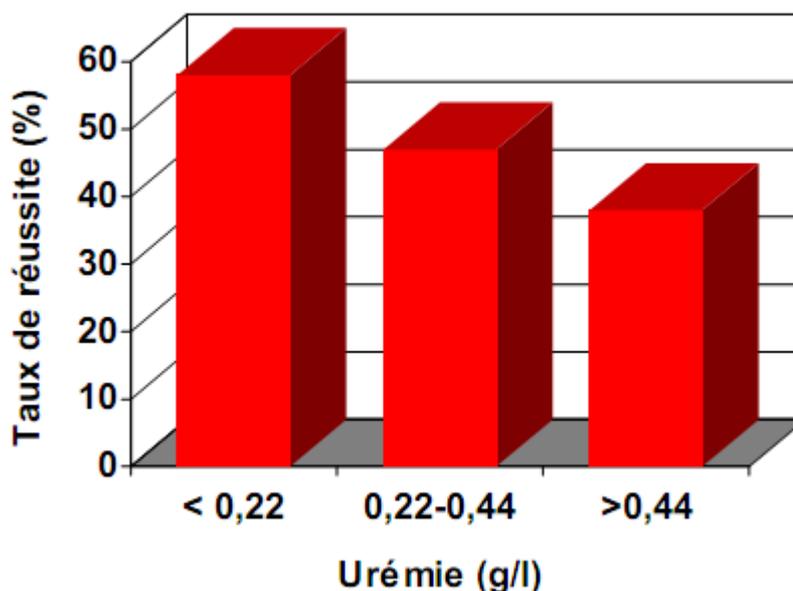


Figure 3.12 : Relation entre urémie et taux de réussite à l'insémination (Ferguson 1991 in Enjalbert et al. [118]).

Selon Schori [119], c'est au cours de la période de l'affouragement en vert que l'approvisionnement en protéines adéquat est plus difficile en raison de la teneur élevée en protéines de la jeune herbe. C'est pourquoi il convient de veiller à ce que les excès de protéines soient limités aux alentours de l'insémination et cela est possible en utilisant les teneurs en urée et en protéines du lait. Ainsi, des teneurs en urée de 15 à 30 mg/dl de lait aux alentours de l'insémination sont considérées comme normales.

## CHAPITRE 4 LA TRAITE

### 4.1 Définition

La traite est l'opération qui consiste à extraire le lait contenu dans la mamelle. Le maintien de la bonne santé mammaire de la vache et la quantité et la qualité du lait obtenu dépendent de son bon déroulement et de son efficacité.

Elle constitue une tâche biquotidienne qui représente à elle seule 50 % des temps d'astreintes en élevage laitier [129]. Elle impose un rythme soutenu de travail pour l'éleveur. Elle est constituée d'une tâche pénible car elle est répétitive et prend du temps.

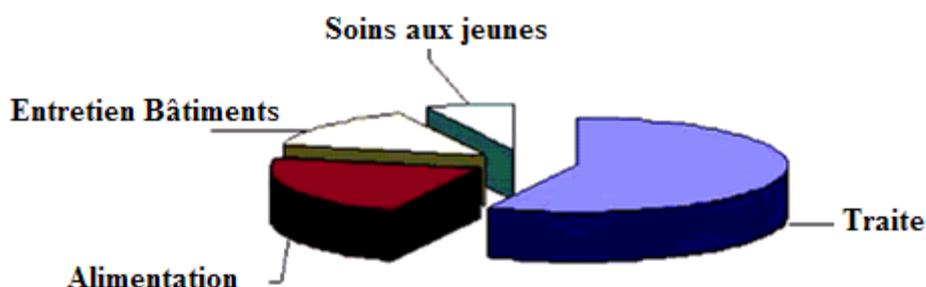


Figure 4.1 : Répartition des tâches d'astreinte en élevage laitier [130].

### 4.2 Réflexe d'éjection du lait

Le réflexe endocrinien d'éjection du lait a été postulé par Elly et Peterson en 1941 cités par Lacasse [131]. Ils ont constaté que l'éjection du lait se produisait même si tous les nerfs afférents de la mamelle étaient sectionnés.

Par la suite, Peterson et Ludwick cités par Lacasse [131] ont démontré le rôle d'un facteur endocrinien en injectant le sang prélevé d'une vache durant la traite à une autre vache provoquant ainsi une éjection du lait.

Ce facteur endocrinien connu sous le nom d'ocytocine est synthétisé par le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus et libéré dans la circulation sanguine par la glande hypophyse.

La stimulation des récepteurs nerveux sensibles à la pression présents dans le derme de trayons provoque un influx nerveux qui agira sur le noyau paraventriculaire. Ce dernier libère l'ocytocine [131]. Cette hormone, transportée par voie sanguine, se rendra jusqu'à la glande mammaire où elle active un récepteur spécifique sur les cellules myoépithéliales. L'activation de ce récepteur engendre la contraction des cellules myoépithéliales des acini mammaires (Figure 4.2) et provoque l'éjection du lait alvéolaire dans les canaux galactophores puis dans la citerne du pis [132]. Ceci fait augmenter la pression mammaire, provoque l'ouverture du canal du trayon et l'éjection du lait hors de la glande mammaire. Il est à noter que des facteurs provenant du cortex cérébral ou de l'environnement (i.e., auditifs, visuels, etc.) vont influencer cette éjection du lait.

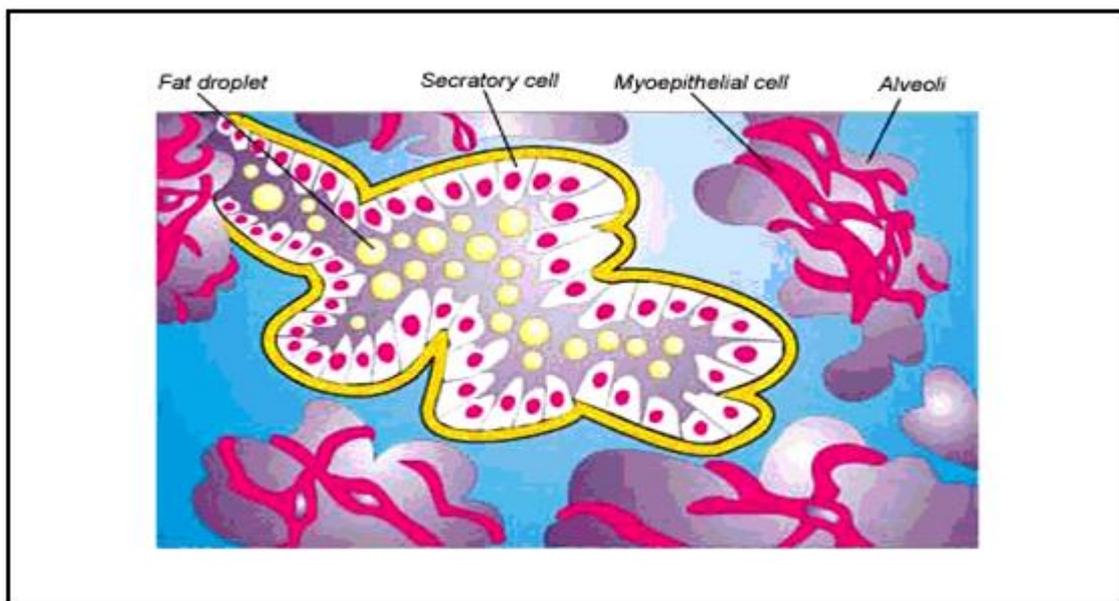


Figure 4.2 : Une alvéole contractée sous l'effet de l'ocytocine [133].

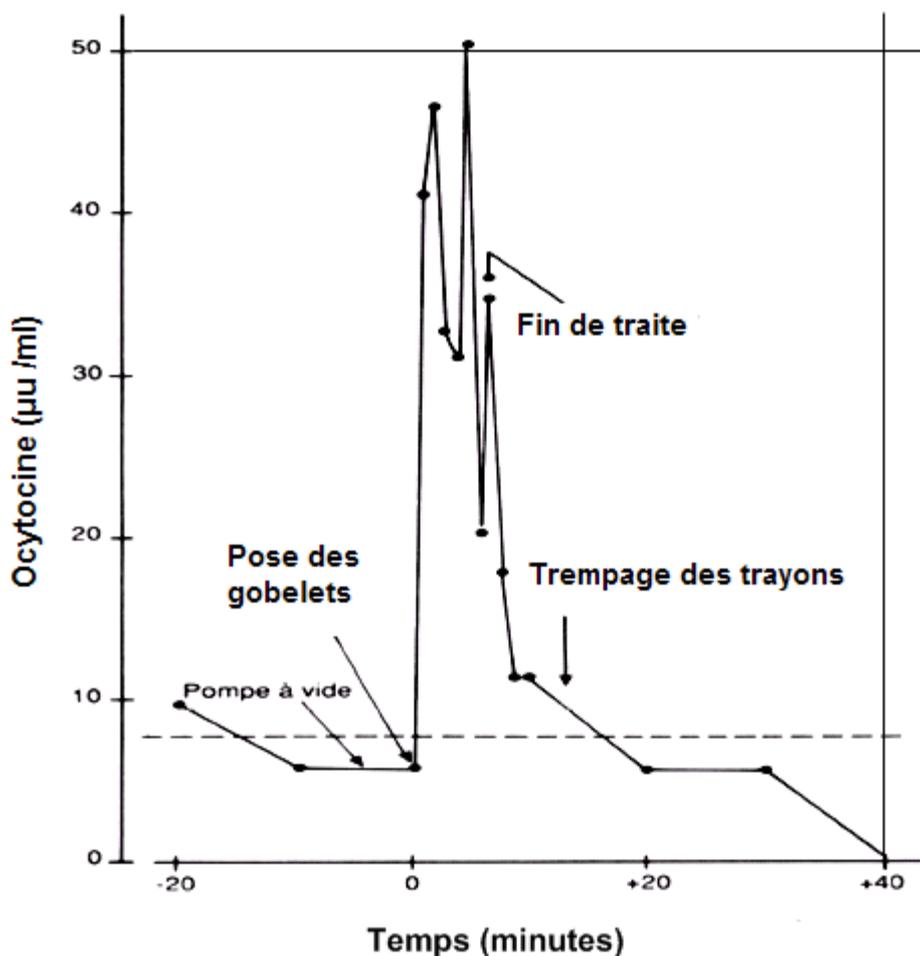


Figure 4.3 : Concentration plasmatique d'ocytocine au cours de la traite d'une vache en milieu de lactation (Labussière 1993 in Lacasse [131])

Le réflexe d'éjection du lait peut être inhibé dans des situations de stress, de peur, de douleur... De plus, il a été observé que si une vache est traitée mécaniquement puis allaite son veau, le relâchement d'ocytocine est réduit pendant la traite afin de conserver du lait pour le veau [131].

Toute perturbation pendant la traite est susceptible de provoquer une décharge d'adrénaline par les glandes surrénales qui vient freiner l'ocytocine empêchant ainsi l'éjection du lait. Le même phénomène de blocage peut être provoqué par des inhibitions (physiques ou corticales) telles que l'attente du concentré [134].

Pour favoriser le réflexe d'éjection de lait, l'éleveur doit bien préparer la traite (cette préparation a l'effet le plus marqué) et tout faire pour que la vache se sente en sécurité au moment de la traite. Eviter tout ce qui peut ébranler cette sécurité que ce soit visuellement, auditivement ou au niveau du ressenti. Tout ce qui fait peur à la vache inhibe le réflexe d'éjection du lait. Au niveau hormonal, l'adrénaline déchargée par l'effet de la peur inhibe l'ocytocine. Par conséquent, la production de lait diminue.

Il est intéressant de remarquer aussi que l'alimentation pendant la traite prolonge et augmente la libération de l'hormone ocytocine, ainsi que l'indique la figure 4.4 ci-après.

D'un point de vue de production, on a constaté que traire et nourrir simultanément augmentait le débit de lait, réduisait le temps de traite et montrait une tendance vers une augmentation de la production [133].

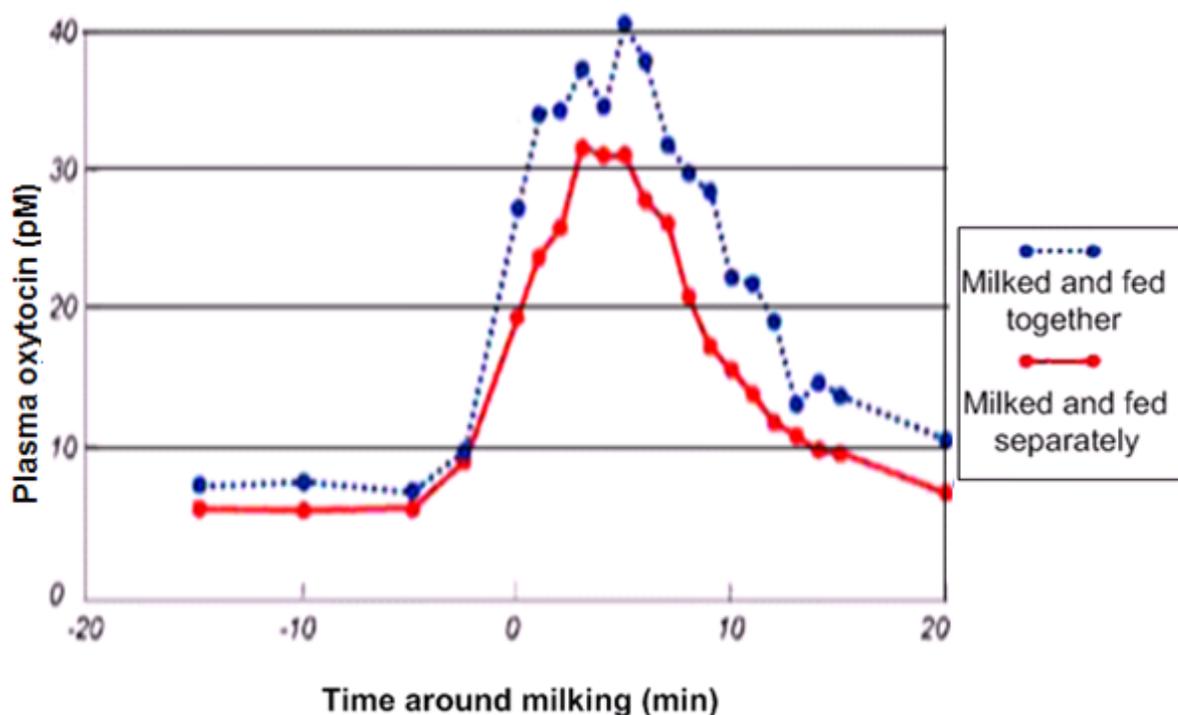


Figure 4.4 : Valeurs quotidiennes du plasma ocytocine (pM) lorsque :

- Les vaches étaient traitées et nourries ensemble pendant 4 jours consécutifs (courbe bleue) ;
- Les vaches étaient traitées et nourries séparément pendant 4 jours consécutifs (courbe rouge) (Svennersten et al 1995 in [133]).

### 4.3 Déroutement de la traite

#### 4.3.1 La préparation de la mamelle

La préstimulation est en général la procédure que l'on effectue avant d'attacher les gobelets trayeurs, incluant les premiers jets, le lavage et le séchage des trayons et le massage des trayons et de la mamelle [132].

Les quantités des hormones ocytocine et prolactine libérées seraient directement proportionnelles à l'intensité de la stimulation [131]. Il a été démontré que la libération de ces hormones, reliées à la traite, est influencée par la stimulation tactile des trayons. Ainsi, Svennersten 1990 in Delaval [133] apporte que la traite manuelle donne plus de lait à un taux de gras plus élevé comparé à la traite mécanique, tel qu'illustré ci-dessous.

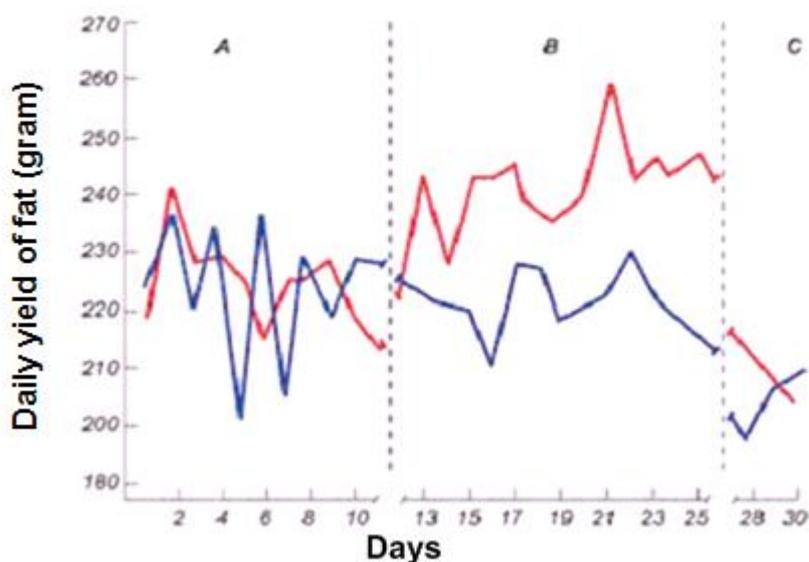


Figure 4.5 : Le rendement quotidien en gras par la traite mécanique (courbe en bleu) et la traite manuelle (courbe rouge) des 'trayons avants' pendant trois périodes :

- A – lorsque les deux 'trayons avants' sont traités à la machine ;
- B – lorsqu'un 'trayon avant' est traité à la main et l'autre à la machine ;
- C – lorsque les deux 'trayons avants' sont traités à la machine à nouveau [135].

Plus la préparation des pis est optimale, plus la dépose pourra être rapide [136].

Lorsqu'une vache est traite sans préparation (ou que la griffe est posée trop rapidement), la traite a tendance à se faire en « deux fois » : juste après le branchement du faisceau trayeur, le lait citernal (1) vient et, ensuite, environ une minute après le branchement du faisceau trayeur, c'est le lait « alvéolaire » (2) qui arrive sous l'effet de l'ocytocine (Figure 4.6).

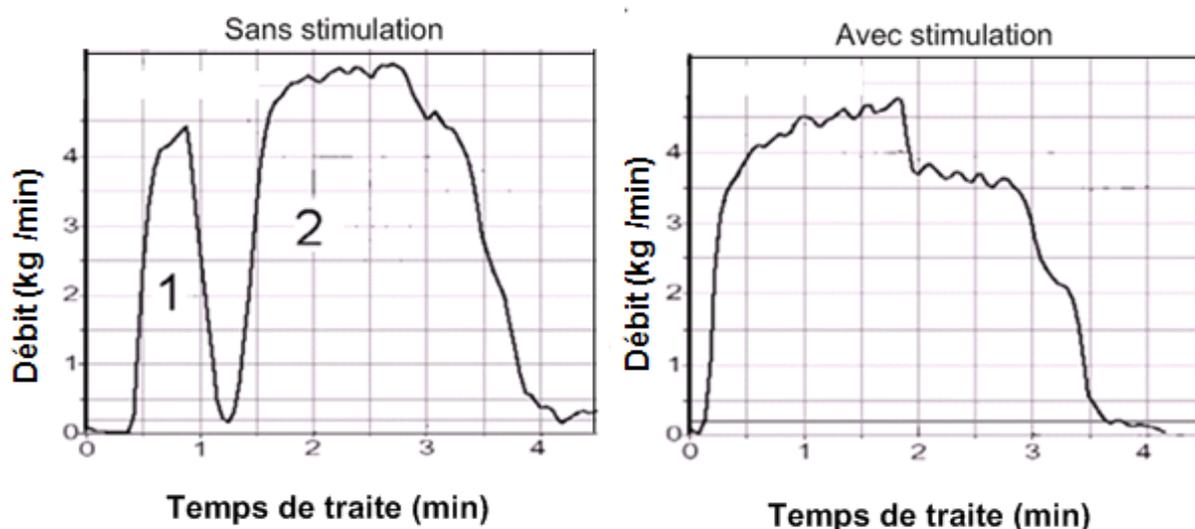


Figure 4.6 : Effet de la stimulation sur le débit d'éjection du lait [136].

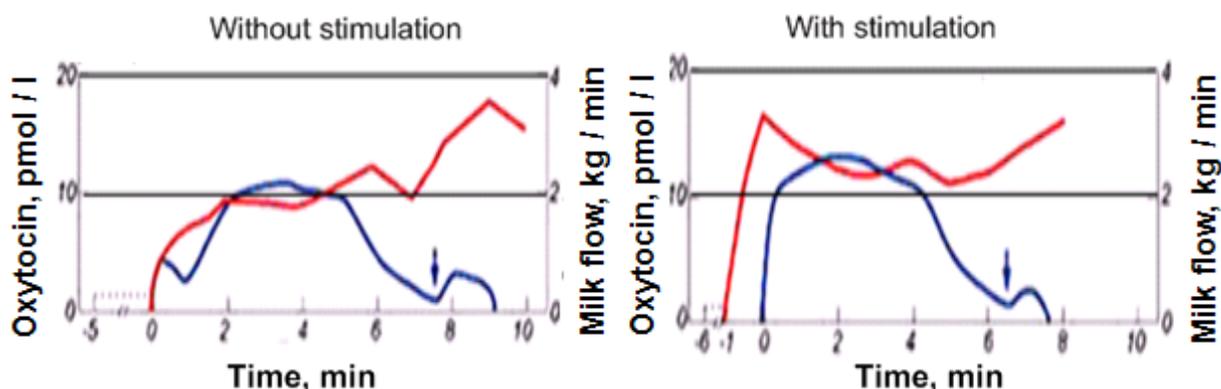


Figure 4.7 : Effet d'une minute de stimulation manuelle avant la traite sur le profil moyen d'ocytocine (c. rouge) et débit du lait (c. bleue) pendant la traite. La traite a débuté immédiatement au temps 0 ; les flèches indiquent le début du délaitage. (Mayer et al 1984 in Delaval [135]).

Philips 1960 cité par Haddadi [137] a estimé que l'absence de stimulation de la mamelle entraîne des pertes de production laitière allant de 16 à 13 %. Martinet et al. [138] ont rapporté que les pertes de production de lait engendrée par l'omission

du massage de la mamelle ont beaucoup régressé grâce au perfectionnement des machines à traire mais elles restent tout de même significatives et varient de 0 à 5 % et peuvent atteindre 9 %. En revanche, la stimulation de la mamelle permet d'augmenter la PL de 20 % et de réduire la durée de l'extraction du lait.

La préparation de la traite avant de poser la griffe constitue donc un préalable indispensable. Un pis bien préparé est un gage de qualité et de quantité [95].

Elle comprend deux opérations : extraire les premiers jets ; nettoyer et stimuler la mamelle.

#### 4.3.1.1 Extraire les premiers jets

Il est important de les tirer ces jets pour la stimulation des pis. En effet, selon Boudry [132], l'éjection des premiers jets de lait représente la meilleure stimulation tactile des trayons avant la traite. Leurs observations dans un pot à fond noir est primordiale pour la détection précoce des mammites et permet de réduire les risques de contamination en ne les tirant pas dans la main ou sur le bâtif [136].

En plus de cela, le lait se trouvant directement au-dessus du canal du trayon dans la citerne du trayon est particulièrement riche en germes. Il devrait donc être traité avec les premiers jets et jeté [139].

#### 4.3.1.2 Nettoyer et stimuler la mamelle

Nettoyer pour éliminer les souillures, se débarrasser des spores butyriques et éliminer les résidus de produits utilisés à la fin de la traite précédente. Stimuler pour assouplir la peau du trayon et favoriser le réflexe d'éjection du lait (voir plus haut).

L'éleveur a le choix entre différentes techniques pour nettoyer et stimuler la mamelle:

- La technique des lavettes individuelles :(à usage unique : papier, laine de bois, ... ou répété : en textile ...).
- La technique de douchettes (avec des jets bien ciblés d'eau tiède sur les trayons) associées à des serviettes en papier à usage unique pour l'essuyage.

- La technique de pré-trempage des trayons dans une solution antiseptique (serviettes en papier à usage unique pour l'essuyage).
- La technique de pré-moussage (appliquer une mousse contenant un acide bactéricide pour faciliter l'essuyage).

L'éleveur peut choisir la technique qui lui convient en fonction : de son budget (la technique des lavettes individuelles est la moins coûteuse) ; de l'état de propreté des vaches (la technique des lavettes avec celle des douchettes sont plus efficaces pour des vaches sales) ; des problèmes de germes dans l'élevage (le pré trempage et le pré moussage pour les streptocoques, les lavettes individuelles ou les douchettes dans le cas des butyriques) ; de l'état des trayons (la technique des douchettes est déconseillée si les trayons présentent des gerçures si non ajouter un adoucissant à l'eau) ; du confort (les techniques de pré trempage et pré moussage sont favorites; elles permettent un travail au sec et rapide).

La règle d'or pour le trempage « Il doit toucher : tout le trayon, tous les trayons, toutes les traites, toutes les vaches, toute la lactation » si elle est correctement appliquée permet d'éviter au moins 50% des nouvelles infections de la glande mammaire au sein du troupeau !

Selon Charron [134], la durée de la stimulation de la mamelle qui favorise l'action de l'ocytocine devrait se situer entre 25 et 30 secondes par vache.

Pour que la vache soit le mieux préparée possible pour la traite, il faut non seulement une stimulation suffisante, mais aussi une atmosphère calme et une absence de stress pendant la traite.

Dans les situations de stress, l'adrénaline empêche l'ocytocine d'entrer en action. En effet, elle bloque les récepteurs de l'ocytocine sur les cellules myoépithéliales empêchant ainsi leur action de contraction. De plus, elle provoque la vasoconstriction des artérioles mammaires et ralentit le transit de l'ocytocine vers les cellules myoépithéliales [131].

Pour cette raison, une traite qui s'effectue dans le calme est décisive pour obtenir une performance de lactation élevée [139].

#### 4.3.2 Pose et dépose des gobelets

Pour profiter de la décharge d'ocytocine, le trayeur doit intervenir rapidement après la préparation de la mamelle. L'intervalle de temps entre la cette stimulation et le début de la traite a une grande importance sur la traite, la production laitière et la santé mammaire [132]. Cet intervalle varie entre 60 et 90 secondes.

Comme l'ocytocine libérée atteint les cellules myoépithéliales après 20 à 60 secondes après la stimulation du pis et qu'elle exerce une action de courte durée (de 2 à 5 minutes selon Charron [134] et de 6 à 8 minutes selon Wattiaux [140]), un temps d'attente long après stimulation est à l'origine des pertes de production. En effet, Martinet et al. [138] ont estimé qu'un temps d'attente de deux minutes s'accompagne d'une perte de 5,3 % de la production et un temps d'attente de 12 minutes déprime d'environ 30 % la PL.

Il est donc important d'attacher l'unité de traite pas plus tard qu'une minute après avoir commencé la préparation du pis. Un retard peut réduire la quantité de lait récolté [140].

La réduction du temps de traite préserve l'intégrité des trayons et donc les défenses spécifiques de la mamelle. Ainsi, la traite idéale doit donc être rapide, ininterrompue et complète.

Il arrive que le trayeur actionne le pulsateur, branche les gobelets et que l'un des gobelets ne soit pas bien branché et laisse un vide entre le trayon et le manchon du gobelet. L'air chargé de bactéries peut entrer dans ce cas, il fera baisser le niveau du vide, il entrera dans les manchons voisins, il projettera des gouttelettes de lait contre les sphincters des trayons et contaminera ainsi toute la mamelle : c'est le phénomène d'impact. Pour éviter ce problème, le trayeur doit tenir la griffe par le dessous les gobelets pendant autour, actionner le pulsateur et brancher un à un les gobelets aux trayons [95].

Lorsque le manchon grimpe en haut et serre la zone d'attache du trayon à la mamelle ceci est le signal de la fin de traite. Il suffit de regarder la chambre inférieure de la griffe ou les tuyaux courts à lait pour vérifier la diminution du débit du lait et de

remarquer l'aspect plissé et détendu des tissus mammaires. L'éleveur a le choix entre débrancher les gobelets ou pratiquer l'égouttage.

L'égouttage (ou délaitage), qui est la technique qui consiste à masser la mamelle de haut en bas en tirant légèrement sur le faisceau – trayeur vers le bas afin de faciliter l'expulsion des dernières fractions de lait alvéolaire, est à proscrire.

En pratiquant l'égouttage, le trayeur coure le risque d'entrée d'air et, entrée d'air signifie entrée de bactéries. Il risque aussi d'abîmer le canal du trayon. D'un autre côté, sous traire la vache l'expose à des mammites.

Pour pallier à ce problème (ni sous traire ni sur traire), l'éleveur peut équiper son installation d'indicateurs de fin de traite.

Arracher instantanément la griffe peut léser les sphincters des trayons. Pour éviter ça, le trayeur doit arrêter le pulsateur, attendre quelques instants pour que la griffe se détache toute seule sous l'effet de son poids.

Lors d'expériences sur les vaches laitières, on a constaté que le délaitage à la machine ou la post-stimulation supplémentaire (la dernière minute de traite est passée du mode mécanique au mode manuel) donnait 4 à 5 % de plus de lait.

#### 4.3.3 Le post trempage

Il sert surtout à protéger les trayons des agressions microbiennes diverses. En effet, entre les traites, une contamination par capillarité est possible via le canal du trayon qui reste ouvert environ 20 à 30 minutes après la traite. C'est surtout lors de contact avec la litière que la contamination s'effectue [95]. Le post-trempage peut servir, en plus, à adoucir et hydrater la peau des trayons.

Il consiste à tremper l'ensemble des trayons dans des solutions contenant des produits désinfectants généralement à base d'iode ou de chlorexidine. L'éleveur peut utiliser des substances qui, en plus d'être désinfectantes, permettent de boucher l'extrémité du trayon en formant une pellicule pour optimiser la sécurité contre les butyriques et les germes d'environnement. D'autres produits désinfectent et protègent les trayons des effets du froid grâce aux substances adoucissantes et

hydratantes qu'ils contiennent. En effet, le froid crée des gerçures qui deviennent des nids aux microbes, ce qui expose la vache aux mammites.

#### 4.3.4 Lavage de la machine à traire et du matériel de traite

La machine à traire peut augmenter la fréquence de nouvelles infections mammaires soit par un rôle de vecteur de germes pathogènes depuis les quartiers infectés vers les quartiers sains, soit par contamination active du trayon, soit par son rôle traumatisant sur le canal du trayon, amoindrissant alors son effet « barrière » [132].

Pour les installations de traites dépourvues d'un système de nettoyage programmable, l'éleveur doit réaliser le nettoyage de sa machine en veillant à : éviter le dessèchement du lait sur les parois et réduire la concentration des microbes en les diluant (rincer à l'eau froide ou tiède), détruire les microbes (laver avec de l'eau chaude additionnée de produits désinfectants et laisser circuler en circuit fermé pendant 10 à 20 minutes), éviter de souiller le lait de la prochaine traite (rincer avec de l'eau froide pour évacuer les résidus des produits de lavage), éviter le mouillage du lait de la traite qui suit (Sécher) .

Le matériel de traite constitue la source principale de contamination du lait et des mamelles s'il n'est pas nettoyé en profondeur. En fait, l'éleveur doit le désinfecter pour détruire les bactéries à l'aide de produits à base d'iode ou de chlore, doit utiliser des détergents après un rinçage préalable du désinfectant pour éliminer les matières organiques incrustées et il doit détartrer à l'aide de détergents acides pour éliminer les souillures minérales qui s'accumulent.

Ces trois actions (désinfecter, éliminer les matières organiques incrustées et détartrer) se réalisent en combinant divers produits de natures chimiques différentes en veillant à ne pas mélanger deux produits de natures opposées (acide et basique) car l'effet du mélange sera nul. Il faut les alterner.

Le tank aussi doit être rincé avec de l'eau froide, laver avec une solution détergente chaude et rincer après chaque collecte.

#### 4.4 Fréquences et intervalles de traite

La multiplication du nombre de traites journalière augmente la quantité de lait produite. En effet, augmenter la fréquence de la traite de 2 à 3 fois par jour, augmenterait la production de lait de 6 à 25 % et diminuerait le volume de lait résiduel [131].

Selon Wattiaux [140], la PL peut augmenter de 10 à 15 % avec 3 trois traites par jour. En revanche, accroître la fréquence des traites de 1 à 2 par jour (Carruthers et al. 1993 cités par Rémond et al. [141]) ou de 2 à 3 jours (Erdman et Varner, 1995 cités par Hogeveen et al. [142]) abaisse les taux butyreux et protéiques du lait de vache.

Wattiaux [140] rapportent que les troupeaux à trois traites par jour peuvent produire 10 à 20% de lait supplémentaire en comparaison de deux traites par jour sans modification de la composition du lait.

Parce que la traite représente une tâche pénible, beaucoup d'éleveur aspirent à restreindre leur temps de travail en recourant à la suppression d'une traite pendant le week-end [129] ou même à la monotraite pendant quelques jours [141, 143] ou pendant toute l'année [130].

Omettre une traite par semaine causerait, selon Labussière et Coindet 1968 et Radcliffe et al. 1973 cités par Meffe et al. [129], 3 à 10 % de pertes de rendement laitier et n'affecte ni la composition du lait ni la persistance de la lactation. L'effet de la suppression d'une traite par semaine (durant le week-end) a été également étudié par Meffe et al. [129] et ils ont conclu que son impact sur la production laitière a été faible : entre -1 % et -3,5 % et n'engendre aucune dégradation des qualités technologiques du lait. La qualité et la composition du lait lors suppression hebdomadaire d'une traite sont conformes aux valeurs habituelles et normales (Jouzier et al. 1995 cités par Meffe et al. [129]). Cependant, selon Meffe et al. [129], cette pratique peut générer une élévation du taux cellulaire car elle entraîne une inflammation transitoire et de faible intensité de la mamelle.

Les causes des pertes en rendement lors du passage à la mono-traite semblent être dues au niveau de production, la race et la morphologie de la mamelle.

En effet, des études récentes suggèrent que l'anatomie de la mamelle (taille des citernes) peut être un facteur important causant les pertes de rendement à côté des intervalles de traite longs (Stelwagen et al. 1996 cités par Rémond et al. [141]). Selon Knight et Dewhurst 1994 cités par Rémond et al. [141], les vaches ayant des citernes de pis larges produisent plus de lait et supportent mieux les intervalles longs.

Remond et al. [143] ont conclu dans leur étude sur l'effet de la mono-traite pendant quelques jours que cette pratique ne compromet pas le déroulement du reste de la lactation malgré la diminution de 25 % de la production qu'elle entraîne.

Tableau 4.1 : Effet du passage à la mono-traite pendant 8 semaines sur la production et la qualité du lait [130].

Période	Paramètres	Lot Témoin	Lot d'essai
Période Expérimentale	Lait (kg/j.)	30,0	24,3
	Matières grasses (g/kg)	39,9	40,3
	Protéines (g/kg)	32,0	33,8
	Cellules (x1 000/ml)	162	204
Période post-expérimentale	Lait (kg/j.)	26,1	25,2
	Matières grasses (g/kg)	38,3	38,7
	Protéines (g/kg)	32,4	33,5
	Cellules (x1 000/ml)	170	208

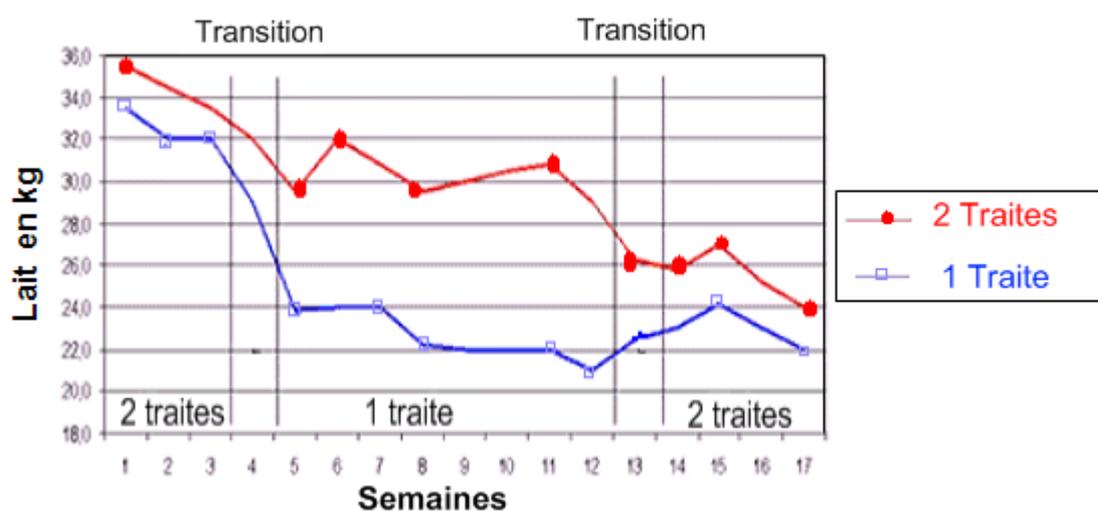


Figure 4.8 : Effet de la monotraite sur la production laitière [130].

La mono-traite pendant toute l'année occasionne une perte de production de l'ordre de 30 % et une légère hausse du TB et TP [130]. En revanche, elle améliore les performances de reproduction. De plus, le lot avec deux traites a nécessité davantage d'interventions liées à la reproduction que le lot mono-traite. Sans oublier le grand avantage que représente le passage à la mono-traite qui est la réduction de la part de cette tâche de 65 à 55% du temps de travail d'astreinte quotidien.

Delamaire et al. [144] ont conclu, dans leurs expériences où ils ont étudié l'effet de la mono-traite associée à une restriction en concentré, qu'il n'y a pas d'interaction entre ces deux facteurs et que leurs impacts négatifs sur la production laitière peuvent s'additionner.

Tableau 4.2 : Production laitière et de lactose, métabolisme mammaire du glucose par ½ mamelle au 7<sup>e</sup> jour de traitement [144].

% des besoins laitiers	98%		70%		ETR	Effets	
	2	1	2	1		traite	alimentation
Nombre de traites /j	2	1	2	1	0,67	***	***
Production laitière kg/j	13,4	10,6	11,4	9,3	0,67	***	***
Production de lactose g/j	653	508	556	429	29,8	***	**
Qté glucose prélevée µmol/l	3,73	2,92	3,00	2,25	0,24	***	***

\*\* P≤0,01, \*\*\* P≤0,001

Certains essais ont montré que la suppression d'une traite par jour a tendance à augmenter le taux butyreux de +2,5 g/kg [130]. L'effet de la suppression d'une traite sur le TP est modéré et reste statistiquement non significatif [129]. D'autres études ont montré par contre que le passage à une traite par jour sur toute la lactation fait augmenter significativement le TP de + 1,8 g/kg [130].

Durant les trente dernières années, l'intervalle entre les traites de 12 heures qui est fortement recommandé ne constitue pas une pratique commune. En effet, le recours aux intervalles inégaux (8-16 h, 9-15h, 10-14 h au lieu de 12-12 h) est imposé par les conditions socio-économiques [145].

Un intervalle entre les traites de 16 heures ou plus peut occasionner des pertes en PL de 10 % environ en 24 heures (Dahmani, 1991 rapporté par Agouni et Gaci [44]).

Selon Coulon et al. [62], la réduction de l'intervalle entre les traites augmente la teneur en MG du lait.

#### 4.5 Optimiser la traite

##### 4.5.1 Assurer une bonne traite

Pour réaliser une bonne traite, l'éleveur doit veiller à:

- Fixer un intervalle optimal entre les traites: 12 heures c'est l'idéal;
- Traire immédiatement après préparation de la mamelle pour profiter de la décharge d'ocytocine;
- Maximiser les stimuli positifs du réflexe d'éjection du lait: bonne préparation, bien-être de la vache;
- Réaliser la traite avec soin pour éviter de causer des lésions qui réduisent la sensation de plaisir que la vache associe à la traite et ceci sanctionne la production;
- Réaliser la traite dans de bonnes conditions d'hygiène : ça sera bénéfique pour le consommateur du lait, la vache et surtout pour l'éleveur.

##### 4.5.2 Faciliter le déroulement de la traite en salle

Il est possible de faciliter le déroulement de la traite en salle et de réduire le temps qui lui est consacré : en automatisant les portillons de sortie pour limiter les déplacements du trayeur ; en utilisant des programmes de lavage ; en s'équipant de l'appareillage de décrochage automatique des gobelets pour éviter les entrées d'air, la sur-traite et pour s'affranchir de la dépose manuelle des faisceaux ; en s'équipant de compteurs de lait électroniques ou infrarouge pour avoir les données sur la quantité du lait, débit du lait, temps de traite... pour chaque vache.

## **CHAPITRE 5 MATERIEL ET METHODES**

### 5.1 Enquêtes du terrain et collecte des informations

Le présent travail est effectué dans quatre wilayas appartenant à deux zones géographiques du nord algérien : Rélizane pour la zone Ouest, Blida, Médéa et Tizi-Ouzou pour la zone Centre (Figure 5.1).

#### 5.1.1 Au niveau de Rélizane

L'enquête au niveau de Rélizane a été effectuée de fin janvier à fin février 2008 au niveau des centres de collecte (23 éleveurs au centre de Rélizane et 11 à celui de Mazouna), du quai de réception de l'usine (39 éleveurs) ce qui donne un échantillon de 73 éleveurs questionnés au total (ce qui représente 27% des fermes de la population mère qui est de 270 exploitations).

Le but fixé était de questionner le plus grand nombre d'éleveurs qui acceptent volontiers de répondre aux questions quelque soit la taille de son cheptel, son âge, le foncier qu'il possède... Certains collecteurs ont accepté de fournir des réponses complémentaires sur les éleveurs qu'ils suivent.

En raison des spécificités culturelles et sociales de la région concernant l'élevage (la plupart des exploitations sont situés à proximité des habitats familiaux des éleveurs et ceci constitue la raison évoquée pour ne pas nous laisser entrer) les visites effectuées concernaient quelques fermes éloignées des lieux de résidence et suite à l'accord de l'éleveur.

En plus des données collectées du questionnaire, on a intégré les informations disponibles dans la base de données de la structure agro-élevage de la laiterie de Sidi-Sâada concernant plus amples informations sur les éleveurs (âge, adresse et effectif de vaches laitières exacts,...), sur les quantités quotidiennes livrées avec l'historique depuis fin 1993, sur la qualité physique, chimique et

bactériologiques du lait (acidité, densité, cryoscopie, température, EST, TB, TP, GT) de mélange des éleveurs et des collecteurs.

#### 5.1.2 Au niveau de Blida

Les données rassemblées au niveau de Blida concernent les quantités collectées de chaque élevage (249 exploitations) pour la période 2007- mai 2008 et par chaque collecteur (21) pour la période 2005-2008, la quantité d'aliment livrée par la laiterie aux éleveurs, et quelques données sur la qualité du lait (acidité, densité, température, TB) livré par les collecteurs. Toutes ses données ont été fournies par la structure agro-élevage de la laiterie.

#### 5.1.3 Au niveau de Médéa

L'enquête a été effectuée au niveau d'une ferme pilote à Ouamri (Ouest de Médéa). Un questionnaire a été rempli et des données diverses concernant les vaches, l'alimentation et la production laitière ont été récupérées au niveau de la direction de la ferme.

#### 5.1.4 Au niveau de Tizi-Ouzou

Une enquête avec remplissage d'un questionnaire et un suivi des pratiques d'élevage, de l'alimentation, de la traite et de la qualité physico-chimique du lait <sup>(\*)</sup> (acidité, densité, température, EST, TB) a été effectué au niveau de quatre fermes durant la période d'avril à juin 2006 (une des fermes a été éliminée à cause des difficultés rencontrées avec le gérant lors des quelques visites effectuées).

En plus des données de l'enquête et du suivi, des données sur la production laitière (ferme de DBK) et la reproduction (ferme de DBK et ferme de Boukhalfa) avec leurs historiques ont été fournies par les directions des deux fermes.

---

<sup>(\*)</sup> La description des principales caractéristiques du lait des fermes de Tizi-Ouzou sont exposé en annexe (appendice G) sans étude poussée vu que cet aspect qualitatif a été traité en profondeur pour les exploitations de Rélizane pour lesquelles on dispose de données plus nombreuses et plus complètes.

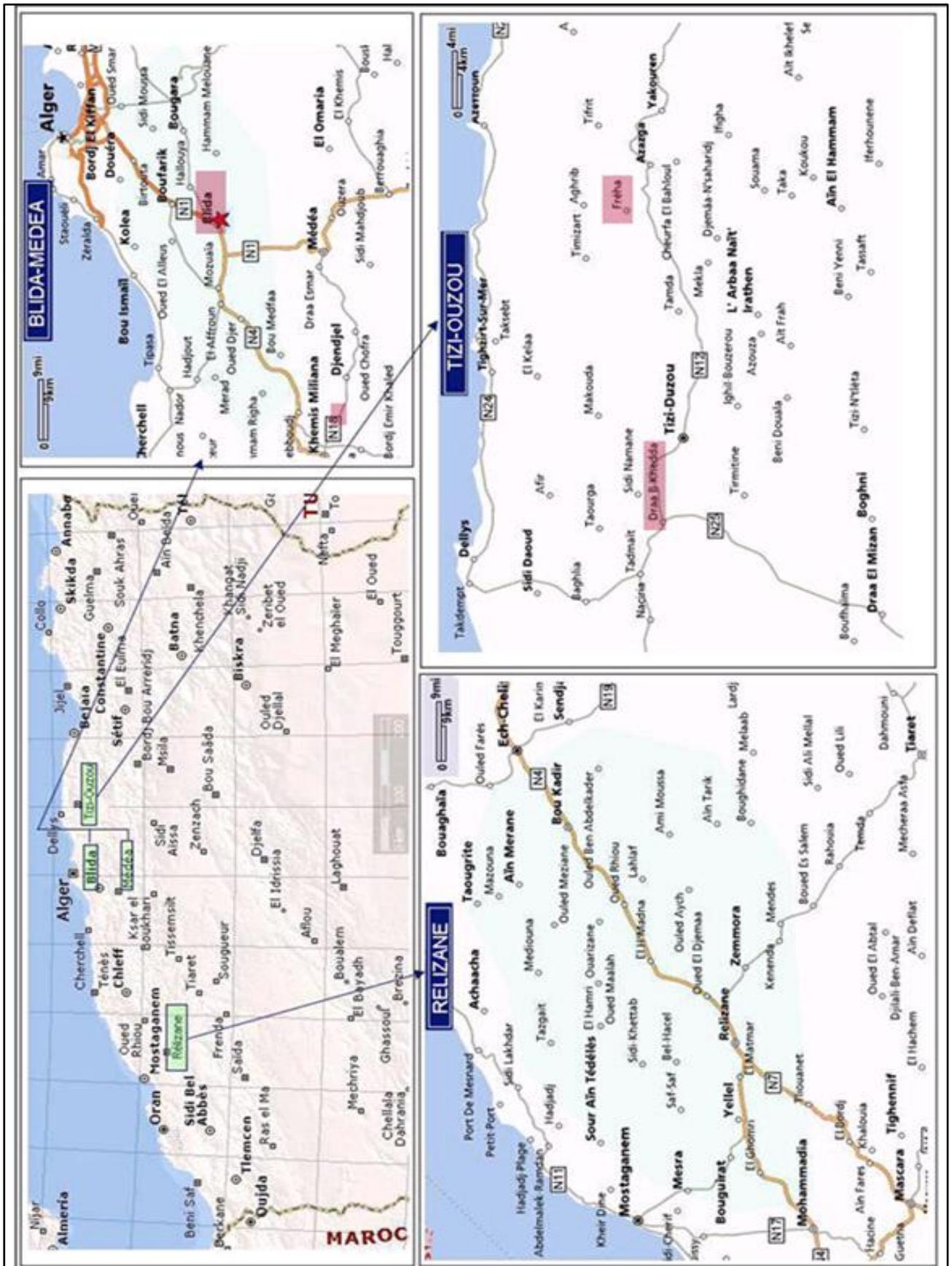


Figure 5.1: Localisation géographique des zones d'étude

## 5.2 Le questionnaire

Le questionnaire (appendice F) qui été élaboré à partir de nombreux ouvrages notamment [95, 41] a été utilisé pour réunir le maximum d'informations dans les fermes visitées (suivies). Vu sa taille, une version compacte de ce questionnaire a été utilisé à Rélizane pour optimiser le temps court que les éleveurs consacre pour répondre aux questions.

Ce questionnaire a permis de recueillir différents types de données. D'une manière générale, elles étaient relatives :

- Aux éleveurs (âge, niveau scolaire, formation agricole, objectifs,...) ;
- A la structure de l'exploitation (SAU, bâtiments...);
- A l'utilisation des surfaces (fourrages récoltées, pâturage...);
- A la conduite des élevages (alimentation, reproduction, traite, santé) ;
- A l'observation des animaux (comportements, propreté...);
- Aux résultats des élevages (production laitière, reproduction,...).

## 5.3 Analyses du lait

Les analyses de la qualité du lait Au niveau de Rélizane et de Blida ont été effectuées par les techniciens des laboratoires soit au niveau des élevages (éleveurs de Rélizane) et/ou au niveau du laboratoire des laiteries (collecteurs de Rélizane et de Blida). Celles de Tizi-Ouzou ont été effectuées au niveau du laboratoire de la laiterie de GIPLAIT de DBK.

## 5.4 Présentation des lieux de travail

### 5.4.1 Présentation de la laiterie de Sidi-sâada

La laiterie de Sidi-sâada est située à environ 4 km de la daïra de Yellel et à plus d'une vingtaine de km ( $\approx 24$  km) au sud-ouest de la ville de Rélizane. Elle a été créée en 1993 et elle constituait une filiale du groupe industriel des productions laitières (GIPLAIT –SPA) jusqu'à la fin de 2006 [146 ; 147]. Elle avait pour activité la production et la commercialisation de laits et produits laitiers [148], elle est connue sur tout pour son camembert qui porte son nom « Sidi-sâada ». Depuis sa privatisation et son affiliation à un groupe privé (fin de 2006), elle s'est consacrée

prioritairement à la fabrication de ce fromage à pâte molle (camembert) qui garde toujours le même nom [146].

Elle occupe une surface totale de 9,08 ha dont 2,46 ha couvert renfermant équipements Industriels et utilitaires, moyens de distribution et de stockage sous froid. La laiterie disposait de 171 salariés en juin 2005 [148]. En avril 2007, ils sont au nombre de 150 [146].

L'usine de Sidi-sâada à un potentiel de transformation de 80 000 litres de lait cru par jour. L'ambition de ses dirigeants est d'arriver à atteindre ce potentiel [146].

La collecte de lait est réalisée par des collecteurs privés et par l'intermédiaire de 2 centres de collecte, l'un à Rélizane (20 kms), l'autre à Mazouna (60 kms) [146].

#### 5.4.2 Présentation de la laiterie de Blida

Créée en 1983, sa capacité est de 300 000 litres /jour. Elle fabrique une gamme très variée de produits laitiers (laits, yaourts, flans, pâtes fraîches, ...) [146]. Elle travaille essentiellement à partir de la poudre du lait. Elle intègre à, environ, 13% le lait cru dans son activité industrielle.

#### 5.4.3 Présentation de la ferme pilote de Ouamri (Médéa)

Située dans la commune d'Ouamri à environ une trentaine de Km au Nord-Ouest du chef lieu de la Wilaya de Médéa.

Sa forme juridique est passée à partir de 1999 du statut EPIC (Entreprise Publique Industrielle et Economique) sous la tutelle du ministère de l'agriculture au statut EURL sous mandat de gestion de la SGP/SGDA (Société de Gestion des Participations / Société de Gestion des Participations de Développement Agricole). Elle est affiliée au GDSP (Groupement de Développement Semences et Plants) [149].

Le plan de la production végétal est constitué de vergers (pommiers, poiriers, cerisiers, pêchers, amandiers, oliviers...), de cultures annuelles (maraîchères, céréales, fourrages), de parc à bois (production de greffons), de semenciers, de marcottières et de portes boutures.

La ferme renferme en plus l'élevage bovin : l'élevage ovin (851 têtes moyenne 2006) et l'apiculture (140 essaims en 2006).

#### 5.4.4 Présentation de la ferme pilote de DBK

Sise à la sortie vers Alger du chef lieu de la daïra de Drâa-ben-khedda à l'ouest et à une douzaine de Km de la ville de Tizi-ouzou. Elle a été créée en 1969 dans le cadre du développement des productions animales et devenue fonctionnelle une année après(1970). Comme pour la ferme de Ouamri, la ferme de DBK a changé de statut juridique plusieurs fois depuis sa création (EPIC en 1987, EPE en 1998, EURL SEA depuis 1999 à nos jours) et de tutelle (Ministère de l'agriculture et de la pêche en 1987, holdings Agroman et Agrodiv en 1998, SGP/SGDA à partir de 1999 à nos jours). Elle est rattachée l'ONCV (Office National des Cultures Viticoles) [149].

Le plan des cultures végétales des fermes rattachées à l'ONCV est composé de vergers (clémentines, orangers, citronnier, vignes de cuve) et de cultures annuelles (maraîchages, céréales, fourrages) [149].

Actuellement, Les bovins constituent l'unique espèce élevée et ils sont répartis dans deux ateliers (bovins laitiers et bovins viande). Dans le passé, l'élevage de caprins était aussi pratiqué dans cette ferme.

#### 5.5 Traitement des données et analyses statistiques

Une étape préalable pour traiter le volume important de données recueillies était de saisir et de rassembler ces données dans des bases de données grâce au logiciel Access (Microsoft® Office Access 2007). Ce même logiciel et Excel 2007 ont été utilisés pour réaliser des études statistiques descriptives simples ainsi que des graphiques et ont permis de préparer les fichiers qui ont servi à des études statistiques avancées avec des logiciels spécialisés.

Concernant les résultats de l'enquête effectuée à Rélizane, la démarche suivie pour mettre en relation les caractéristiques des laits et les pratiques des éleveurs est de constituer des classes de laits présentant des caractéristiques homogènes. Les classes de lait ont été élaborées à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique (CAH, logiciel de Statpoint : Statgraphics Centurion XV version 15.2.06 2007)

construites à partir des résultats d'une analyse en composantes principales (ACP, Statgraphics Centurion XV) en retenant les trois premiers axes (85,4% de la variabilité totale). L'ACP a été réalisée à partir de la composition de 354 laits par 5 variables actives : Taux butyreux, extraits secs total et dégraissé, acidité et densité et 3 variables illustratives : température du lait, quantité de lait livrée par jour et germes totales. Une répartition en cinq classes a été retenue.

Les différences de caractéristiques du lait et de caractéristiques des fermes et de conduites d'élevage entre ces cinq classes ont été traitées par analyse de variance à un facteur (la classe de laits) pour les variables quantitatives (Statgraphics Centurion XV 2007) et par le test de khi deux pour les variables qualitatives (logiciel SPSS version 13.0 2004).

Par ailleurs, dans les études rétrospectives, pour mettre en évidence l'effet de divers facteurs sur la production laitière et les paramètres de reproduction au niveau des fermes suivies, des analyses de variances ont été effectuées pour chacun des facteurs étudiés (Statgraphics Centurion XV 2007).

### 5.5.1 Bref description de l'ACP

Conçue pour la première fois par Karl Pearson en 1901, intégrée à la statistique mathématique par Harold Hotelling en 1933, l'analyse en composantes principales n'est vraiment utilisée que depuis l'avènement et la diffusion des moyens de calculs actuels [150].

L'utilisateur éventuel de l'analyse en composantes principales (ACP) se trouve dans la situation suivante : il possède un tableau rectangulaire de mesures, dont les colonnes figurent des variables à valeurs numériques continues (des mensurations, des taux, etc.) et dont les lignes représentent les individus sur lesquels ces variables sont mesurées [150].

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode d'analyse de données multidimensionnelles et plus particulièrement une analyse factorielle. Elle est née d'un besoin qui s'impose comme une évidence dans le domaine scientifique où, aujourd'hui on est appelé à manipuler de grands ensembles de données [151].

L'ACP, appelée aussi « analyse géométrique des données » ou « analyse des corrélations » (Wolff, 2003 ; Wolff et Visser, 2005 cités par Buisine et Martin [152]), permet d'analyser des données multi-variées et de les visualiser sous forme de nuages de points dans des espaces géométriques. Par opposition aux analyses confirmatoires (par exemple l'Analyse de Variance), qui visent à tester des hypothèses fondées sur un raisonnement théorique, l'ACP est dite exploratoire, et permet de découvrir des relations entre variables sans avoir d'hypothèses préalables.

L'ACP est une technique qui est utile pour la compression et la classification des données. Le problème consiste à réduire la dimensionnalité d'un ensemble des données (échantillon) en trouvant un nouvel ensemble de variables plus petit que l'ensemble original des variables, qui néanmoins contient la plupart de l'information de l'échantillon. Par information on veut parler de la variation présente dans l'échantillon et donnée par les corrélations entre les variables originelles. Les nouvelles variables, appelées composantes principales (CP), sont non corrélées, et sont ordonnées par fraction de l'information totale que chacune contient [153].

L'interprétation des axes est fondée sur l'analyse des contributions de chaque variable à chaque axe. Enfin, une fois l'espace des variables interprété, l'ACP permet de positionner les individus, ou les groupes d'individus, dans le nouvel espace et de visualiser leurs relations avec les axes d'une part, et leurs relations avec les autres groupes ou les autres individus d'autre part. [152].

Elle est utilisée pour répondre à des questions comme : Existe-il des individus « atypiques » dans le tableau de données ? Et/ou comment se répartissent les individus ? Quels sont ceux qui se ressemblent ? Quels sont ceux qui sont dissemblables ? Comment peut-on regrouper des individus qui ont des comportements homogènes ? Comment se structurent les variables ? Quelles sont celles qui sont associées ? Quelles sont celles qui ne le sont pas ? Quelles sont celles qui vont dans le même sens ? Quelles sont celles qui s'opposent ?... [151].

#### 5.5.2 Bref description de la CAH

La CAH (Classification ascendante Hiérarchique) est une méthode de classification (de fouille, de clustering) qui permet de mettre en évidence un

regroupement « naturel » d'un ensemble d'individus décrits par des caractéristiques (les variables) [154]. Elle propose une série de partitions emboîtées représentées sous forme d'arbres appelés dendrogrammes. La CAH consiste à obtenir une typologie des individus sous forme de dendrogramme. Cette représentation de la typologie des individus complète généralement les résultats d'une ACP, elle est plus précise et plus fiable pour la construction des familles d'individus [151]. L'algorithme procède par agrégations successives, partant de la partition la plus fragmentaire, un individu est égal à une classe, jusqu'à la partition triviale, le regroupement de tous les individus dans une et une seule classe [154].

Un des objectifs de l'analyse est de décrire les proximités entre les individus c'est-à-dire de rechercher s'il existe des individus semblables et des individus qui se différencient d'autres groupes d'individus semblables en calculant les distances euclidiennes entre les individus [151].

## CHAPITRE 6 RESULTATS

### 6.1 Description des réseaux de collecte

#### 6.1.1 Au niveau de Rélizane

##### 6.1.1.1 Nombre d'éleveurs livreurs et quantités collectées

Le réseau de collecte de la laiterie de Sidi-Sâada a connu une extension remarquable depuis sa création. En effet, le nombre d'éleveur livreur a connu une évolution de 91% de 1994 à 2007 en passant de 196 à 375 éleveurs. En parallèle, les quantités collectées ont connu une progression de 143% en passant de 4 136 730 à 10 052 295 litres /an.

Le nombre d'éleveurs et les quantités annuelles livrées ont connu un pic en 2005 avant la privatisation de l'entreprise où 14 476 132 L de lait ont été livrées par 565 éleveurs (Figure 6.1).

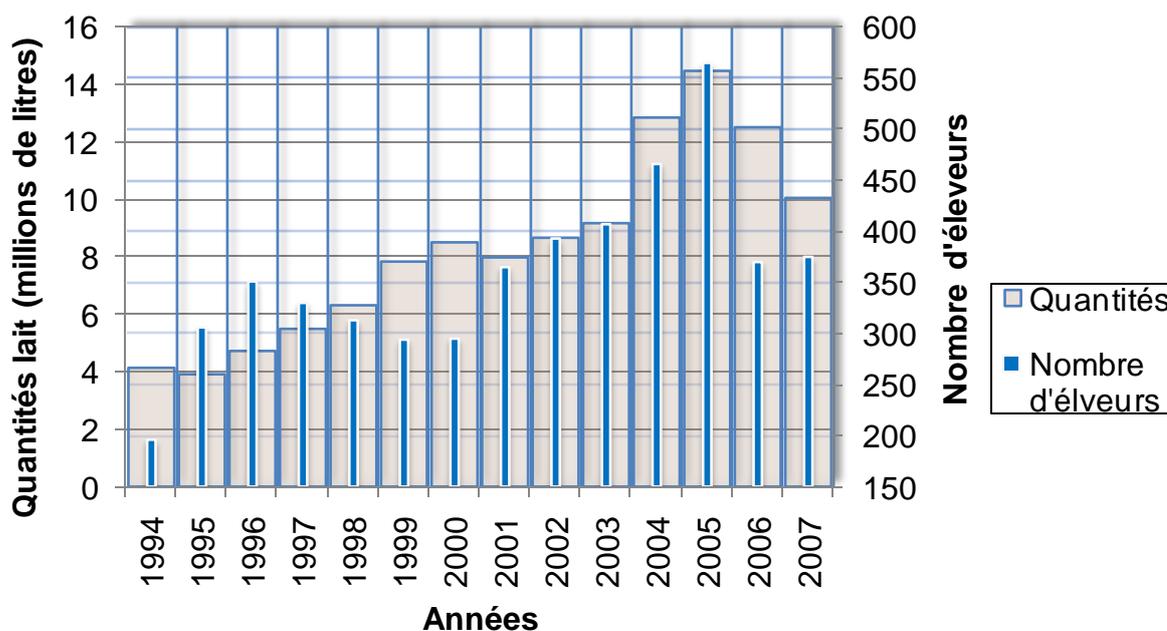


Figure 6.1 : Nombre d'éleveurs livreurs et quantités annuelles collectées par la laiterie Sidi-Sâada de 1994 à 2007.

Au cours de l'année 2007, la quantité mensuelle maximale a été enregistrée au mois de mars soit 1 145 628 litres. De plus, 22% de la quantité de lait cumulée durant cette année (2007) est collectée en mars et avril. Cette part correspond approximativement à celle des quatre derniers mois de la même année (septembre à décembre) qui est de 25%.

Les quantités quotidiennes réceptionnées au quai quotidiennement ont, évidemment, connu une évolution, comme pour les quantités annuelles, de 152% en passant d'une moyenne de  $10\,917 \pm 6\,690$  l/j en 1994 à  $27\,546 \pm 6\,501$  l/j en 2007. La quantité quotidienne moyenne la plus élevée est enregistrée en 2005 et qui est de  $39\,685 \pm 8\,153$  l/j. Également, La quantité quotidienne maximale enregistrée par la laiterie depuis sa création qui est de 54 826 litres a été collectée un certain 9 janvier de l'année 2005 suite à la collecte du lait de 369 éleveurs.

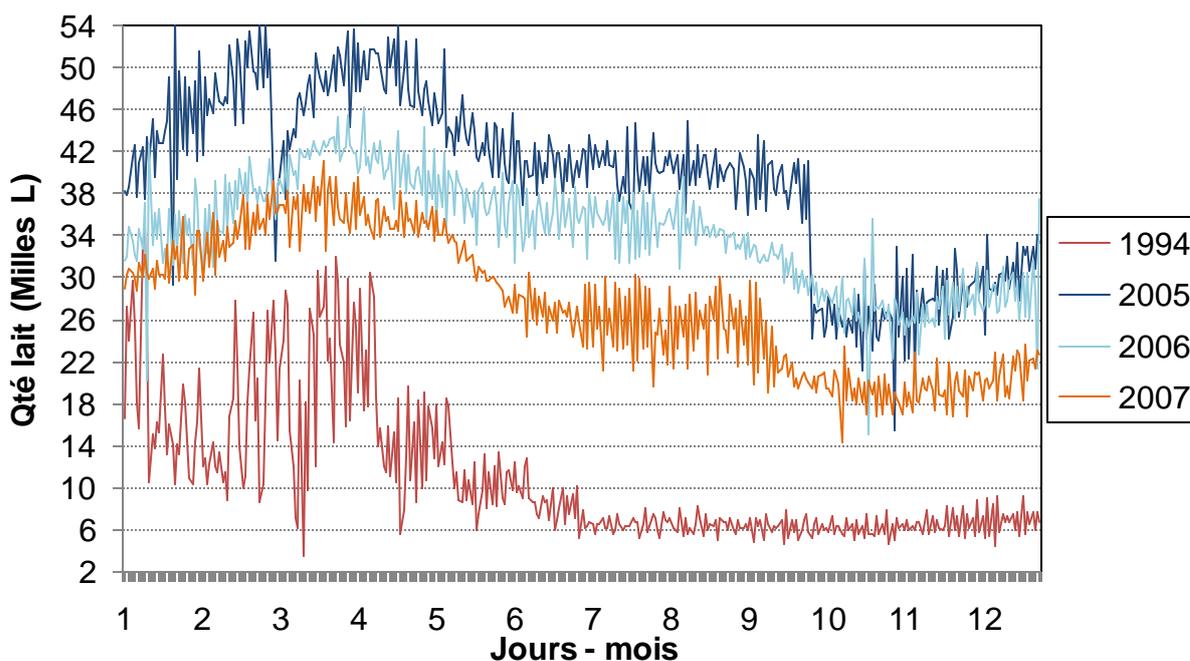


Figure 6.2 : Evolution des quantités quotidiennes collectées durant les années 1994, 2005, 2006 et 2007 au niveau de la laiterie de Sidi-Sâada.

Au cours de l'année 2007, la quantité maximale (41 219 litres fournie par 250 éleveurs) a été enregistrée au jour 21 du mois de mars c'est-à-dire au printemps. Quant à la quantité minimale (14 293 litres fournie par 126 éleveurs), a été collectée le 13 octobre qui correspond à l'automne (figure 6.2). En janvier et début février

2008, les quantités quotidiennes ont varié entre 14 265 l/j à 35 623 l/j avec une moyenne de  $21\,723 \pm 3\,974$  l/j fournie par 281 éleveurs.

La forme en dents de scie des graphes de la figure 6.2 illustre les variations des quantités d'un jour à l'autre et la forme générale montre clairement la différence des volumes de lait collectés en fonction des saisons.

#### 6.1.1.2 Collecte du lait : lieux et acteurs

Les éleveurs livrent leur lait soit aux centres de collecte par eux même soit à la laiterie par l'intermédiaire de collecteurs privés (peu d'entre eux le livre directement au quai de réception de la laiterie).

Les zones couvertes par les centres de collectes sont en nombre de deux dans la wilaya de Rélizane (Figure 6.3).

Ces deux centres ont, ainsi, collecté 133 371 litres au cours du mois de janvier 2008 soit 18% de la quantité totale qui est 721 969 litres, le reste (82%) étant réuni par les collecteurs privés. Le rapport de Gilles Laudren [146], représentant Bretagne Internationale, lors de la mission en avril 2007, avait mentionné que la collecte de lait est réalisée à 70 % par des collecteurs privés et à 30 % par l'intermédiaire des 2 centres de collecte. L'acheminement du lait des centres de collecte vers la laiterie est assuré par deux camions-citernes, l'un appartenant à l'usine (centre de Rélizane) et l'autre à un privé (centre de Mazouna), qui parcourent 20 et 70 km de distance respectivement.

Les 31 collecteurs privés affiliés à la laiterie sillonnent plusieurs zones de la Wilaya de Rélizane et des Wilayas limitrophes comme Mostaganem. La figure 6.4 représente, en gros, les régions couvertes et le nombre de collecteurs et d'éleveurs de chacune d'elles en janvier 2008. La plupart de ces collecteurs sont équipés de camionnettes pick-up portant des citernes isothermes de 500 litres. Leur prestation est payée par l'état à raison de 4 Da le litre. Leur contrat avec la laiterie est moral [146].

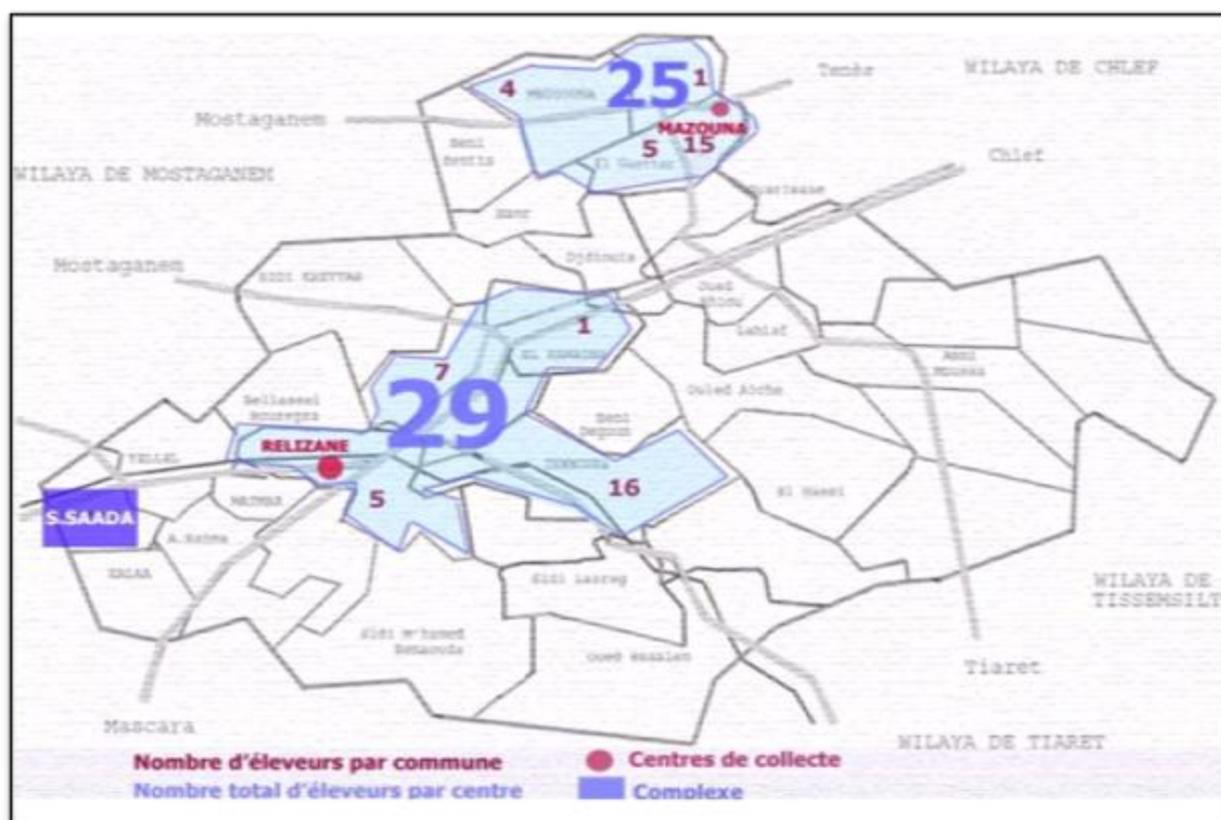


Figure 6.3 : Zones couvertes par les centres de collecte dans la Wilaya de Relizane :

- Le centre de Relizane où livrent 29 éleveurs qui viennent des localités : Relizane, Oued el Djemâa, H'madna et Zemmoura a ramassé 46 267 litres au mois de janvier 2008.
- Le centre de Mazouza où livrent 25 éleveurs qui viennent des localités : Mazouza, Mediouna, El Guettar et Sidi-Mhamed a collecté 87 104 litres au cours du même mois.



### 6.1.1.3 Fréquences de livraison des éleveurs

La répartition des éleveurs en fonction de la fréquence de livraison au cours du mois de janvier 2008 montre que seulement 76 éleveurs sur 270 (28%) livrent quotidiennement et que 153 éleveurs (57%) ont livrés au plus un jour sur deux. Les 41 éleveurs restants (15%) ont livré de 16 à 30 fois durant ce mois. Ces fréquences de livraison sont à relier à l'évolution en dents de scie des quantités quotidiennes collectées de la figure 6.2.

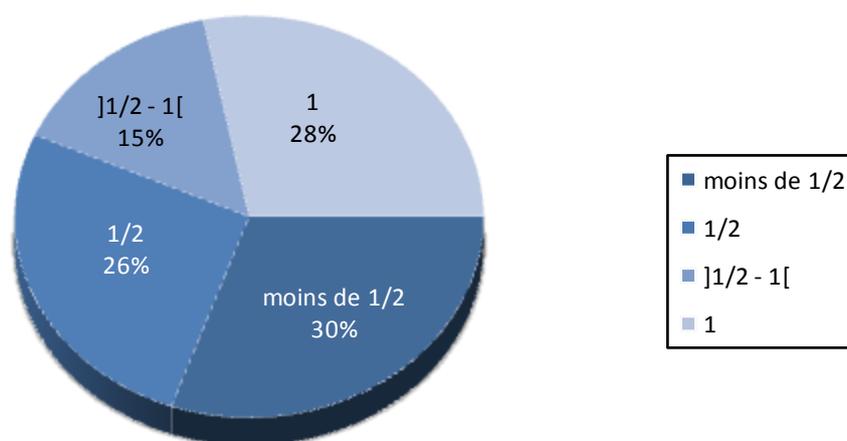


Figure 6.5 : Répartition des éleveurs en fonction de la fréquence de livraison à la laiterie de Sidi-Sâada en Janvier 2008.

L'évolution des fréquences de livraison au cours d'une année est illustrée par la figure 6.6 suivante et à travers laquelle on remarque l'évolution de celles-ci en fonction des saisons comme pour les quantités quotidiennes de la figure 6.2. Ainsi, la fréquence des éleveurs qui livrent quotidiennement dépasse 35% en fin d'hiver et au printemps et descend jusqu'à 28% à l'automne et au début d'hiver. Inversement, la fréquence des éleveurs qui livrent moins d'un jour sur deux va de 17% à 21% au printemps et de 26% à 34% en automne.

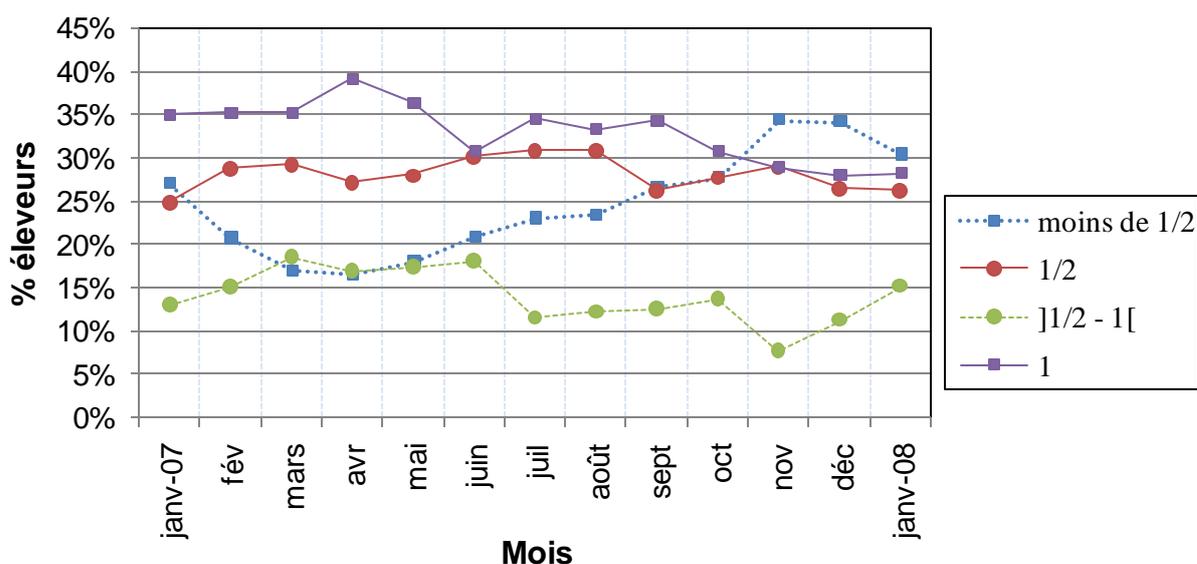


Figure 6.6 : Evolution des fréquences de livraisons des éleveurs à la laiterie de Sidi-Sâada de janvier 2007 à janvier 2008.

#### 6.1.1.4 Paiement du lait

La laiterie fixe le prix du litre de lait pour chaque éleveur en fonction de la teneur en matières grasses. Ainsi, l'éleveur reçoit un rappel (une bonification) dans le cas où le TB dépasse la barrière de 34 g/l égal à 0,5 Da le g/l supplémentaire. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si son TB est inférieur à 34 g/l, l'éleveur subit une retenue (une réfaction) de 0,5 Da pour chaque g/l manquant. De plus, une retenue est appliquée pour le montant total.

En janvier 2008, le prix de base d'un litre de lait est de 27 Da, la retenue pour le montant total est de 230 Da.

A titre d'exemple, un éleveur qui livre 1000 litres de lait de 34 g/l recevra  $[(1000 \times 27) - 230] = 26\,770$  Da. Si le TB=35, ce même éleveur recevra  $[(1000 \times (27 + (1 \times 0,5)) - 230] = 28\,770$  Da. Enfin, si TB=33 il recevra  $[(1000 \times (27 - (1 \times 0,5)) - 230] = 26\,270$  Da seulement.

Au cours de l'année 2007, la laiterie a fait un total de 1 334 rappels d'une valeur 4 071 596 Da et 165 retenues d'une valeur de 435 116,50 Da pour les 375 éleveurs qui ont livré un total de 10 052 295 litres.

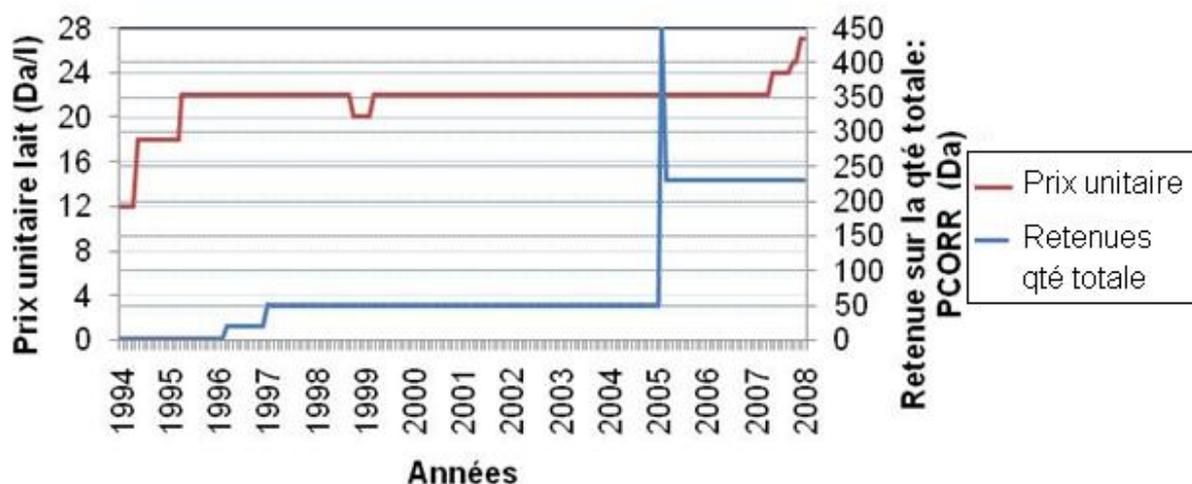


Figure 6.7 : Evolution des prix unitaires de lait cru et des retenues sur le montant total appliqués aux éleveurs par la laiterie de Sidi-Sâada de 1994 à 2008.

### 6.1.2 Au niveau de Blida

#### 6.1.2.1 Nombre d'éleveurs livreurs et quantités collectées

Les quantités annuelles collectées par la laiterie de Blida a connu une évolution remarquable en 2007 par rapport aux années 2005 (+628%) et 2006 (502%) comme l'illustre la figure 6.8. Cette progression a été amorcée à partir du mois de novembre 2006 (figure 6.8).

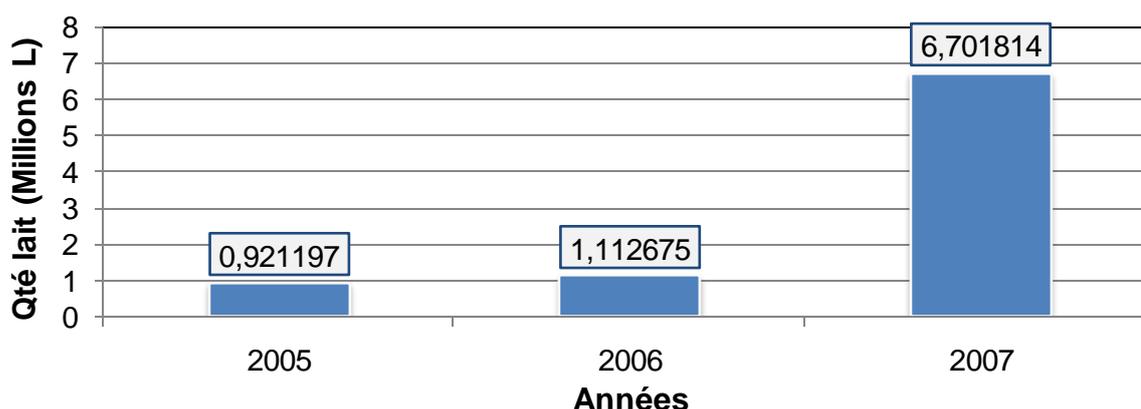


Figure 6.8 : Quantités annuelles de lait collectées par la laiterie de Blida de 2005 à 2007.

Au cours de l'année 2007, la quantité collectée au mois de mars qui représente, en fait la quantité mensuelle maximale de cette année, représente 12% de la quantité annuelle qui équivaut au volume de lait collectée au cours des deux

mois d'automne octobre (7%) et novembre (6%). En 2008, jusqu'à mai, la quantité mensuelle maximale est enregistrée en avril et qui approche les 1,4 millions de litres collectée par 11 collecteurs de 178 éleveurs.

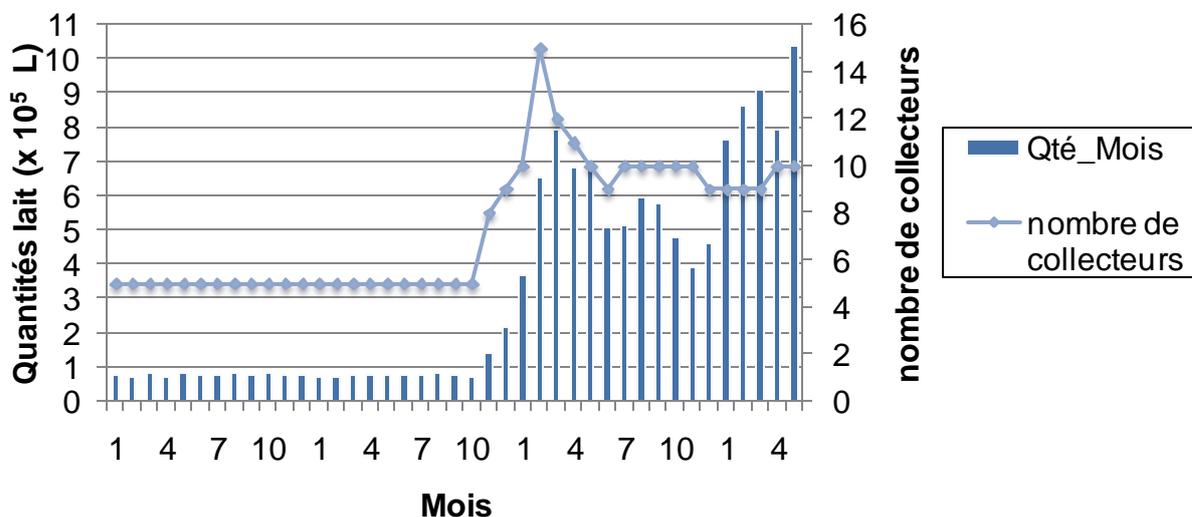


Figure 6.9 : Evolution des quantités mensuelles collectées au niveau de la laiterie de Blida de janvier 2005 à mai 2008.

En moyenne,  $18\,361 \pm 6\,492$  litres sont réceptionnées quotidiennement au quai de réception de la laiterie au cours de l'année 2007 et  $28\,981 \pm 6\,559$  l/j de janvier à mai 2008. Comparée à la moyenne de la même période en 2007 ( $20\,879 \pm 7172$ ), la progression est de 39%. Ces moyennes quotidiennes correspondent à des taux d'intégration du lait cru dans l'industrie laitière de la laiterie de Blida ne dépassant pas les 10% d'où l'importante dépendance de la poudre du lait importée.

#### 6.1.2.2 Collecte du lait : lieux et acteurs

La collecte de lait cru au niveau de la laiterie de Blida est réalisée exclusivement par des collecteurs privés qui font des tournées sur les éleveurs de la wilaya de Blida et ceux des wilayas environnantes (Tipaza, Alger) et ramènent le lait collecté directement à la laiterie. Notez la différence par rapport à la laiterie de Rélizane où il y a, en plus des collecteurs privés, les centres de collecte qui reçoivent le lait des éleveurs qui est, par la suite, acheminé vers la laiterie.

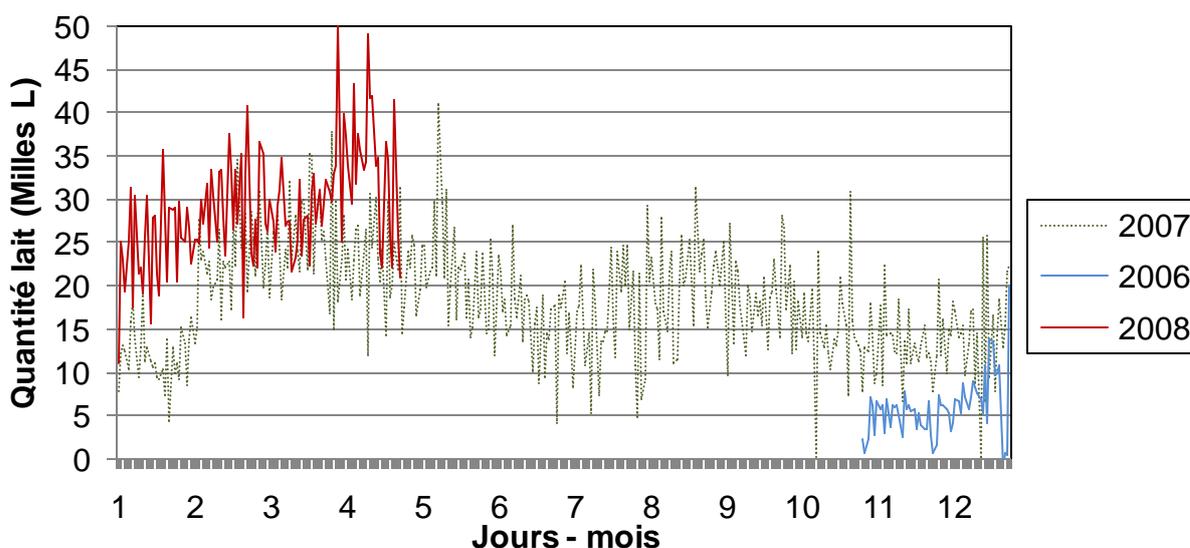


Figure 6.10 : Evolution des quantités quotidiennes collectées durant les années 2006 (novembre et décembre), 2007 et 2008 (janvier à avril) au niveau de la laiterie de Blida.

En 2008, 10 collecteurs au total dont un appartenant à la laiterie collectent le lait de 200 élevages. Le nombre moyen d'éleveurs par collecteur est de 22 et varie de 1 à 75. Trois collecteurs livrent à l'usine et à la fromagerie et les 7 restants livrent à l'usine. Quelquefois, les quantités excédentaires à Blida sont envoyées à la laiterie de Rélizane et inversement.

En mars 2008, 9 % de la quantité totale collectée est livrée à l'unité de production de fromages et les 91% restants sont livrés à l'usine pour la fabrication des autres produits. Le résultat des transactions avec la laiterie de Sidi-Sâada pour ce mois est de 33 934 litres reçues suite à la réception de 240 243 litres et l'envoi de 206 309 litres.

Pour l'année 2006/2007, les éleveurs de la Wilaya de Blida ont fourni 95% de la quantité totale collectée, 4% pour ceux d'Alger et 1% pour ceux de Tipaza.

Tableau 6.1 : Quantités collectées et nombre de collecteurs par Wilaya pour l'année 2006/2007 à la laiterie de Blida (selon un document de la laiterie).

	Blida	Alger	Tipaza
Quantité (litres)	6 158 226	259 011	88 127
Nb de collecteurs	10	2	1

Les principales zones sillonnées par les 10 collecteurs travaillant avec la laiterie de Blida en 2008 sont représentées sur la figure 6.11 avec la précision du nombre de collecteur par zone.

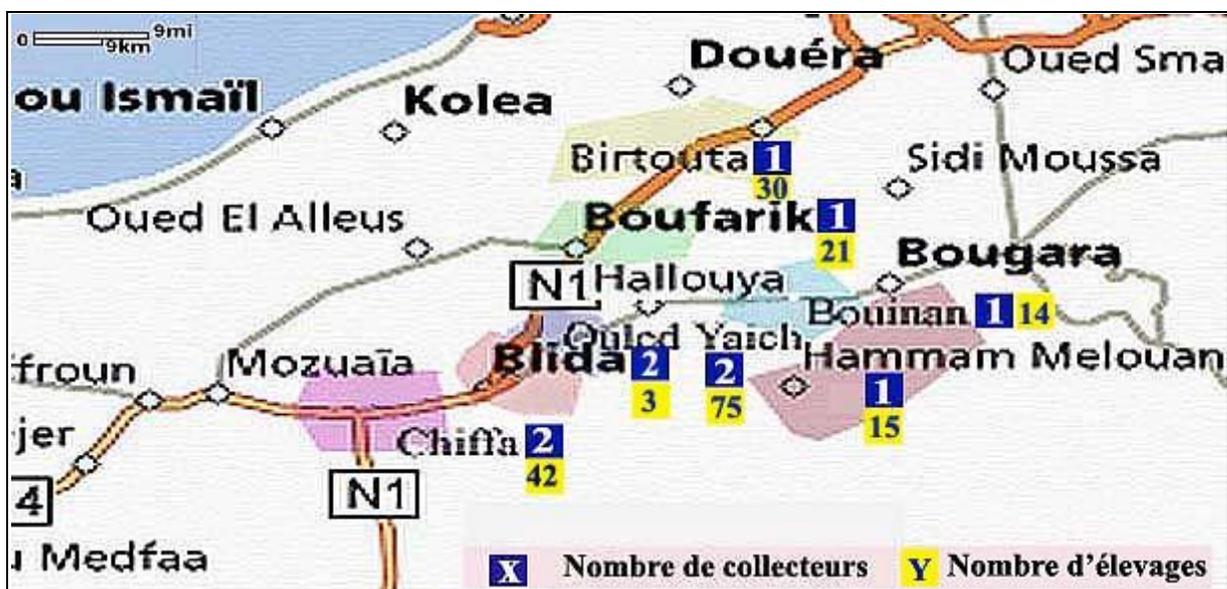


Figure 6.11 : Zones couvertes par les 10 collecteurs de la laiterie de Blida en 2008.

#### 6.1.2.3 Quantités livrés : contribution des daïras

Tableau 6.2 : Quantités collectées des différentes daïras durant la période de janvier à avril 2008 au niveau de la laiterie de Blida.

Daïra	Qte	%	Daïra	Qte	%
Béni Merad	47 668	1%	Chiffa	1 843 446	52%
Birtouta	133 160	4%	Bougara	170 417	5%
Blida	126 401	4%	Ouled Yaïch	1 033 715	29%
Bouinan	45 883	1%	Boufarik	141 466	4%

Il ressort du tableau 6.2 que 81% du volume de lait collecté de janvier à avril 2008 provient des quatre collecteurs couvrant les daïras de Chiffa et Ouled Yaïch. Les daïras de Boufarik, Blida et Birtouta ont fourni 12% de la quantité totale de ladite période avec 4% pour chacune.

#### 6.1.2.4 Paiement du lait

Au niveau de Blida, la laiterie paye les collecteurs et ce sont ces derniers qui s'en chargent de payer, à leur tour, les éleveurs qui leur livrent le lait. De ce fait, la

laiterie n'a pas de contact direct avec les éleveurs et ne possède pas, hormis les noms et les quantités mensuelles, d'autres informations sur eux tel est le cas à Rélizane.

Le paiement se fait en fonction de la quantité collectée par collecteur et des bonifications sont accordées au-delà de certaines fourchettes. Ainsi, à titre d'exemple, en janvier 2007, le prix de base du litre de lait est 25 Da. Un collecteur qui a cumulé de 3 000 à 6 000 litres recevait une bonification de 0,5 Da/l (soit 25,5 Da/l) et celui qui a dépassé les 6 000 litres bénéficiait de 1 Da/l (soit 26 Da/l) supplémentaires.

Le prix du litre de lait a varié à maintes reprises depuis 2006 à 2008. En 2006, le litre de lait cru était cédé de 24 à 26 Da le litre, en 2007 le prix de base était de 25 au début de l'année et a atteint 30 en novembre et décembre. En 2008, le prix de base du litre est de 30 Da/l et, en général, il a oscillé de 30 à 32 Da/l.

Les éleveurs qui fournissent le lait à Blida reçoivent l'avantage d'achat d'aliment à moindre coût et qu'ils payent par des retenues sur le montant du lait qu'ils livrent.

## 6.2 Description des élevages fournisseurs de lait

### 6.2.1 Au niveau de Rélizane

#### 6.2.1.1 Taille des élevages

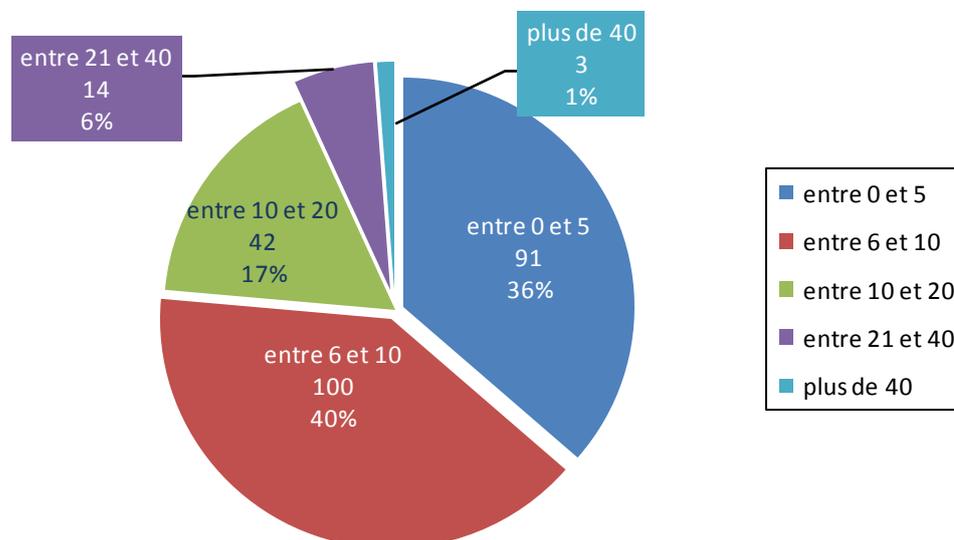


Figure 6.12 : Répartition des d'élevages en fonction de l'effectif des vaches présentes (Janvier 2008 ; Nombre d'élevages : 250 ; nombre de vaches : 2337).

L'analyse de la taille des élevages qui ont livré à la laiterie de Sidi-Sâada en janvier 2008 caractérisée par le nombre de vaches présentes a révélé que 76% parmi 250<sup>(\*)</sup> élevages ont 1 à 10 vaches et seulement 1% en ont plus de 40 vaches (Figure 6.12).

#### 6.2.1.2 Age des éleveurs

La répartition des éleveurs selon les classes d'âge illustrée par la figure 6.13 indique que les jeunes de 35 ans et moins gèrent 30% des élevages en janvier 2008. Neuf ans avant (janvier 1999), les éleveurs de cet âge gérés 21% seulement des exploitations. Tandis que les parts des éleveurs ayant entre 45 et 65 ans ont connu une baisse par rapport à 1999. Ainsi, ces deux catégories détenaient 50% des exploitations en 1999 et ils sont à la tête de 36% des élevages seulement en 2008.

\* 20 éleveurs parmi les 270 éleveurs, au total, qui ont livré à la laiterie en janvier 2008 ont été éliminé vu la non disponibilité du nombre de vaches (d'où le chiffre avancé i.e. 250).

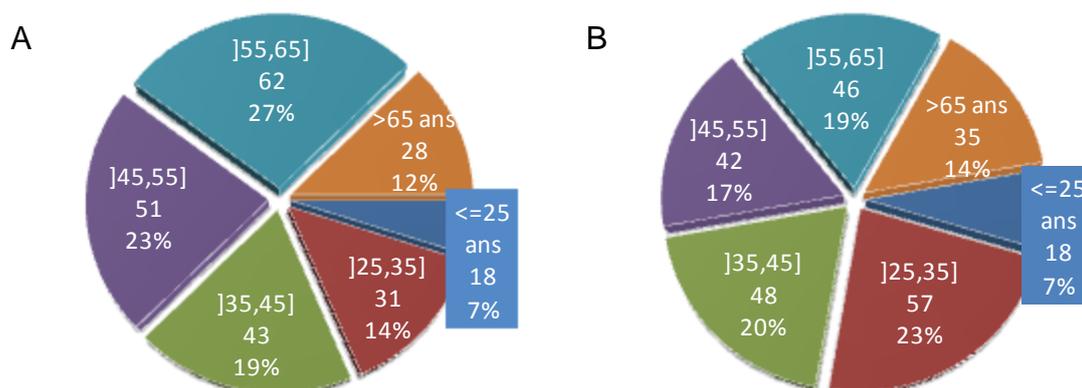


Figure 6.13 : Répartition des éleveurs (nombre et %) de la laiterie de Sidi-Sâada selon les classes d'âges en janvier 1999 (A) et en janvier 2008 (B).

La répartition des vaches selon les catégories d'âges des chefs d'exploitations montre que les éleveurs âgés de 26 à 35 ans, de 36 à 45 ans et de 56 à 65 ans partagent presque équitablement 62% des vaches en janvier 2008. Alors que c'est ceux âgés de 46 à 55 et 56 à 65 ans qui partageaient 56% des vaches en 1999 (figure 6.14).

En janvier 2008, 79% des exploitations de plus de 11 vaches sont détenues par les éleveurs de 36 ans et plus contre 21% pour ceux ayant 35 ans et moins (tableau 6.3).

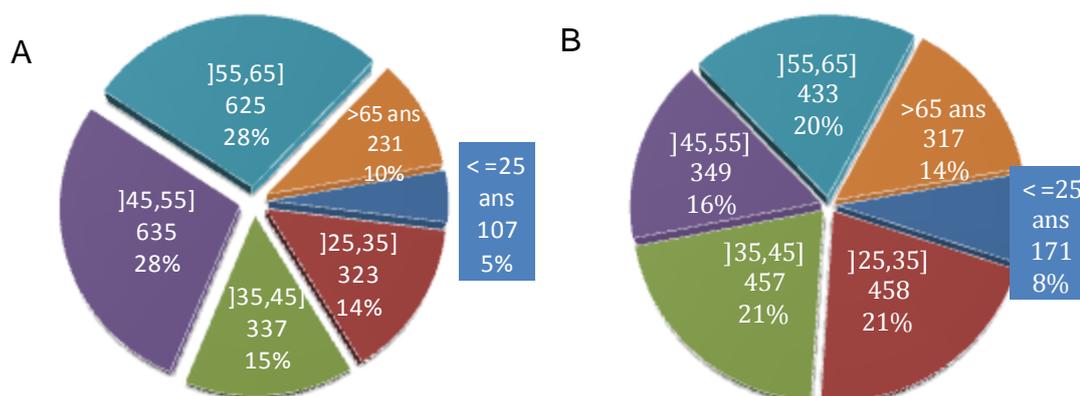


Figure 6.14 : Répartition des vaches (nombre et %) selon les classes d'âges des éleveurs en janvier 1999 (A) et en janvier 2008 (B).

Tableau 6.3 : Classes de taille des exploitations (caractérisée par le nombre de vaches présentes) en fonction des catégories d'âges.

Age \ Nb VL	10 VL et moins	Plus de 10 VL	TOTAUX
Moins de 35 ans	33%	21%	30%
Entre 36 et 55 ans	35%	40%	37%
Plus de 56 ans	31%	39%	33%
TOTAUX	100%	100%	100%

#### 6.2.1.3 Ancienneté de livraison des éleveurs

La plupart des éleveurs (65%) qui travaillent avec la laiterie de Sidi-Sâada en janvier 2008 ont, au plus, 5 ans d'ancienneté de livraison contre seulement 13% pour ceux ayant plus de 10 ans.

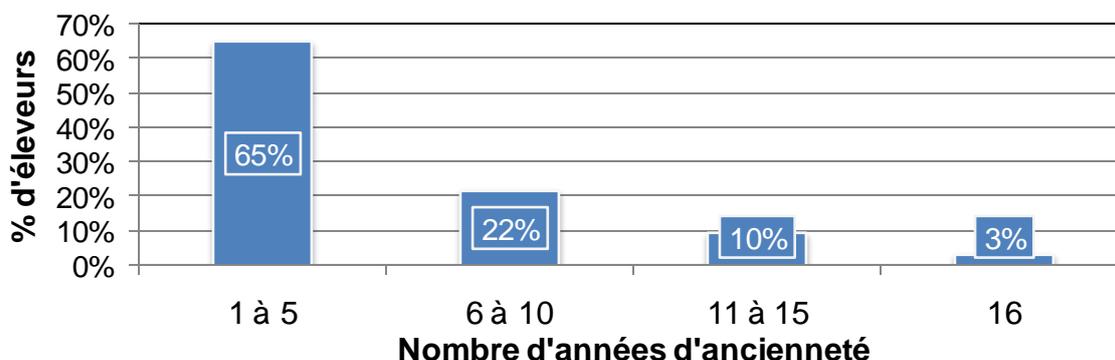


Figure 6.15 : Répartition des 270 éleveurs de janvier 2008 selon le nombre d'années de travail avec la laiterie de Sidi-sâada.

#### 6.2.1.4 Quantités et nombre de vaches : contribution des daïras

Environ 67% de la quantité totale livrée en janvier 2008 provient de quatre daïras de Rélizane à savoir : Mazouna, H'madna, Zemmoura et Yellel et elles ont dépassé toutes la barre de 40 000 litres et de 200 vaches (Figure 6.16). De plus, ces quatre daïras renferment 64% du nombre total de vaches. La daïra de Mazouna, à elle seule, a participé avec 27% de la quantité totale et 22% du nombre de vaches suivie par H'madna avec 21% pour les quantités et 19% pour le nombre de vaches.

Comme il a été auparavant mentionné, 20 éleveurs ne sont pas pris en considération à cause du manque d'informations sur eux. Ces éleveurs ont livré, au total, 60 639 litres non prises en compte dans l'analyse de ce paragraphe.

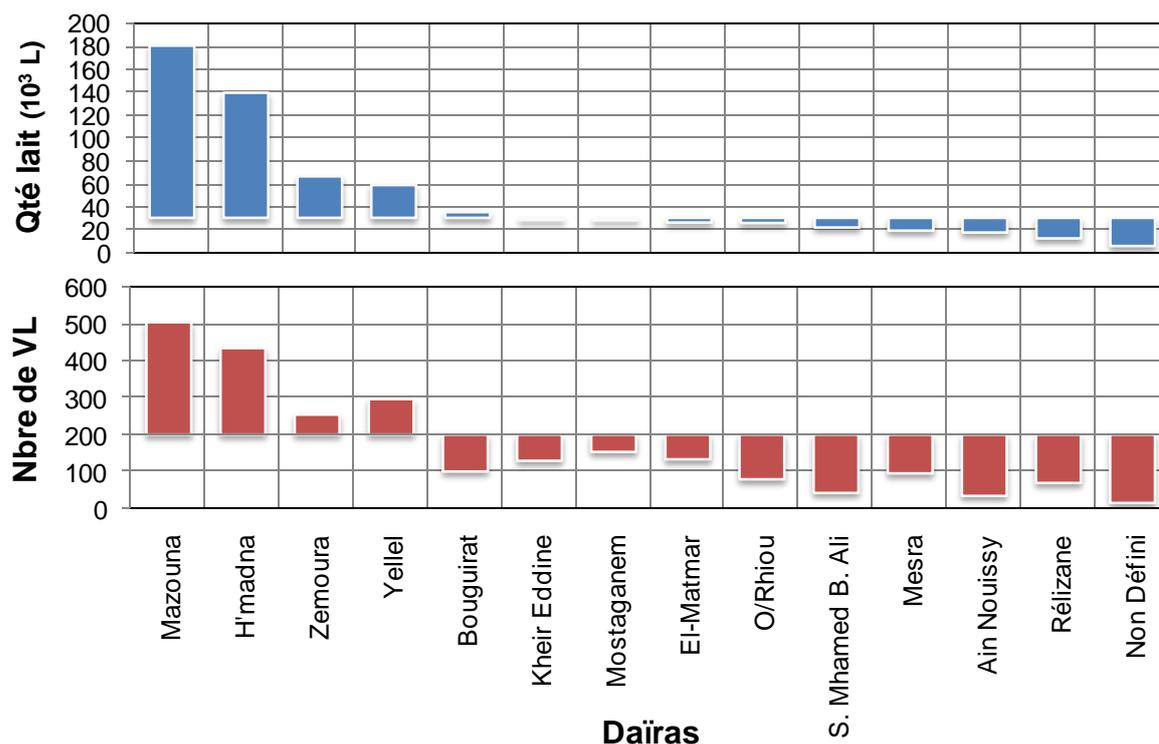


Figure 6.16 : Quantités de lait livrées et nombre de vaches des éleveurs par daïra en janvier 2008 (total : 2337 vaches ; 250 élevages).

#### 6.2.1.5 Quantités par éleveur et par vache

La plupart (78%) des éleveurs concernés par la collecte pendant l'année 2007 n'ont pas livré plus de 30 000 litres c'est-à-dire une moyenne journalière de 82 l/j au plus (tableau 6.4). Et, parmi les 84 éleveurs restants (i.e. les 22%), seulement 15 ont dépassé les 100 000 litres (soit une moyenne de 274 l/j). La quantité livrée annuelle moyenne par éleveur est de  $26\,806 \pm 48\,696$  l/an soit environ 73 l/j.

Tableau 6.4 : Quantités annuelles collectées par élevage des 375 éleveurs qui ont livré à la laiterie de Sidi-Sâada au cours l'année 2007.

Quantités annuelles (litres)	Nombre d'éleveurs	Part (%)
5 000 et moins	79	21%
]5 000 ; 10 000]	86	23%
]10 000 ; 20 000]	77	21%
]20 000 ; 30 000]	49	13%
Plus de 30 000	84	22%
Totaux	375	100%

Un total de 3 436 vaches appartenant à 363 éleveurs\* ont produit 9 865 431 litres au cours de l'année 2007 soit une moyenne annuelle par vache présente de 2 871 l/an ce qui donne une performance moyenne d'environ 8 l/j.

La quantité moyenne par vache et par jour varie d'un mois à l'autre et en fonction des saisons comme l'illustre la figure 6.17.

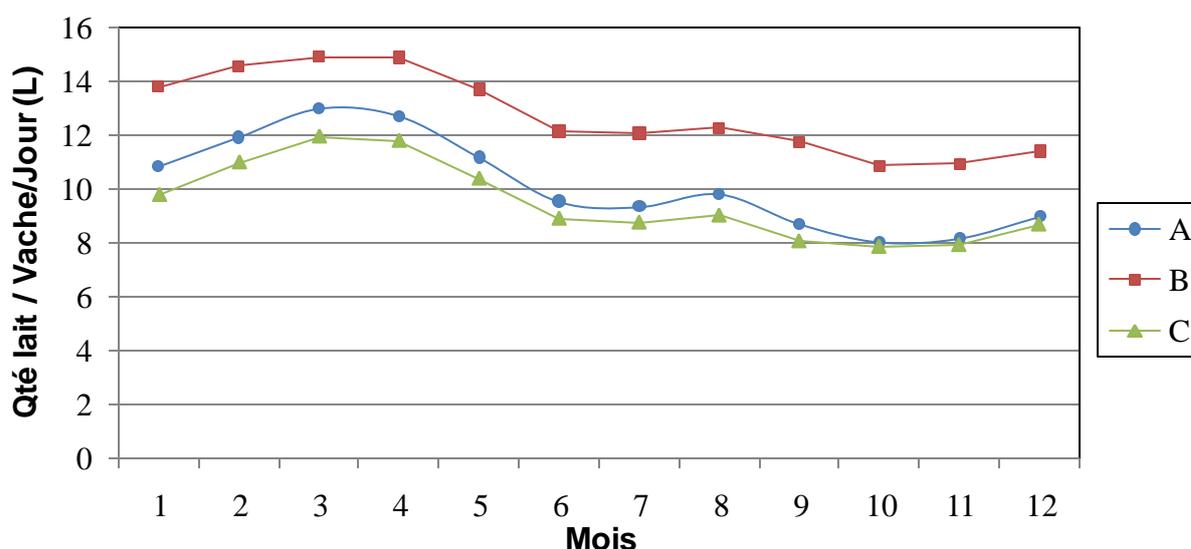


Figure 6.17 : Evolution de la quantité de lait produite par vache et par jour durant l'année 2007 :

- A : moyennes de 550 vaches appartenant à 36 éleveurs ayant livré 12 mois sur 12 et 300 à 365 jours ;
- B : moyennes de 2055 vaches à 191 éleveurs qui ont livré 12 mois sur 12 et 30 à 365 jours;
- C : moyennes de 3436 vaches de 363 éleveurs\* (tous les éleveurs).

### 6.2.2 Au niveau de Blida

L'expérience de la collecte de lait cru au niveau de la laiterie de Blida est récente. Comme il a été déjà mentionné ci-dessus, la structure agro-élevage de la laiterie n'a pas de contact direct avec les éleveurs et n'a que les quantités mensuelles que les collecteurs leur fournissent pour le paiement.

\* 12 éleveurs ne sont pas pris en considération à cause du manque de la donnée « nombre de vaches ».

### 6.2.2.1 Quantités par éleveur

La quantité mensuelle collectée moyenne par éleveur varie en fonction du mois comme le montre le tableau 6.5.

Tableau 6.5 : Quantité moyenne collectée par mois et par éleveur à laiterie de Blida (janvier à avril 2008).

Mois	Nb d'éleveurs	Quantités	Qté Moyenne/Eleveur
Janvier	140	782161	5587
Février	143	900362	6296
Mars	126	818368	6495
Avril	178	1041265	5850

Pour ce qui est de la taille des élevages, caractérisée par la quantité moyenne livrée par jour, seulement 6% des 587 livraisons moyennes quotidiennes par éleveur durant la période janvier à avril 2008 dépassent les 500 l/j. A l'inverse, 52% sont inférieures à 100 l/j ce qui correspond, en supposant 10 L/VL/J comme performance moyenne des vaches, à un cheptel de moins de 10 vaches.

Tableau 6.6 : Nombre de livraisons en fonction de la quantité quotidienne livrée par éleveur durant la période janvier à avril 2008 au niveau de laiterie de Blida.

Quantités quotidiennes (l/j)	Nombre de livraisons	Part (%)
Moins de 50 l/j	123	21%
[50 ; 100[	180	31%
[100 ; 300[	221	38%
[300 ; 500[	29	5%
[500 ; 1000[	16	3%
Plus de 1000 l/j	18	3%
Totaux	587	100%

## 6.3 Description des élevages enquêtés à Rélizane

### 6.3.1 Age des éleveurs

55% des éleveurs enquêtés ont entre 26 et 45 ans et, ce sont ces éleveurs qui détiennent 60% des vaches (figure 6.18). Pour rappel, en prenant en compte tous les éleveurs qui ont livré en janvier 2008, les éleveurs entre 26 et 45 ans détiennent 43% des exploitations et 42% des vaches (figures 6.13 et 6.14).

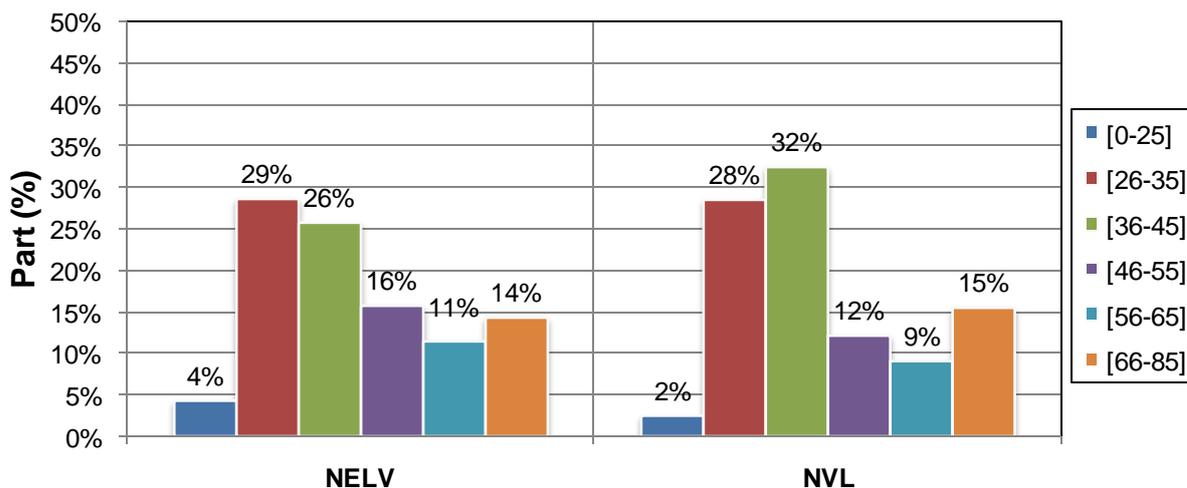


Figure 6.18 : Répartition des élevages enquêtés et des vaches en fonction des catégories d'âges des éleveurs (73 éleveurs ; 711 vaches).

### 6.3.2 Répartition géographique des élevages

Mis-à-part un éleveur qui appartient à une daïra de Mostaganem (Bouguirat), tous les éleveurs questionnés sont tous de la Wilaya de Rélizane.

Les éleveurs enquêtés appartiennent à 6 daïras de Rélizane (figure 6.19). Ils représentent de 25 à 80% des éleveurs livreurs à la laiterie en janvier. 22% des exploitations enquêtées sont situées dans la daïra de Mazouna. Les éleveurs questionnés appartiennent à 19 communes avec un maximum de 12 éleveurs (16%) pour chacune des communes de Zemmoura et Mazouna.

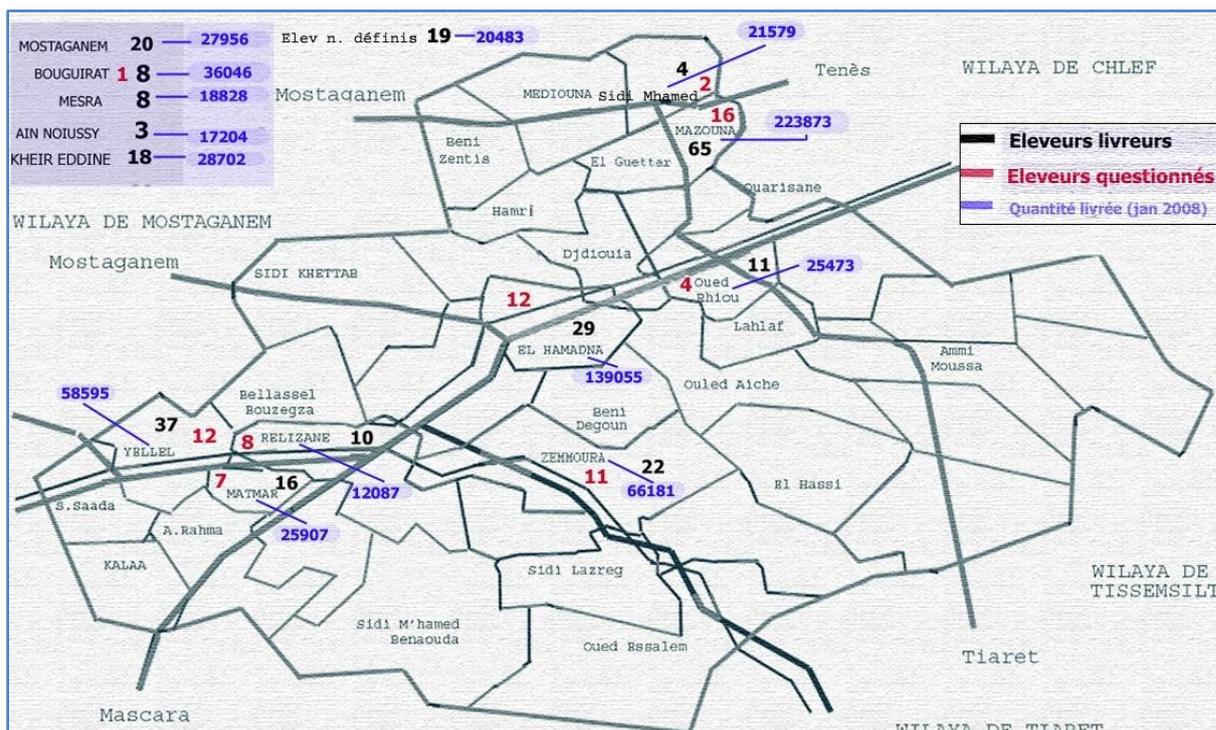


Figure 6.19 : Répartition géographique des 270 éleveurs livreurs (en noir) et, parmi eux, les 73 éleveurs enquêtés (en rouge) avec les quantités de lait livrées de chaque daïra (en bleu) en janvier 2008.

### 6.3.3 Ancienneté des éleveurs

44% des éleveurs questionnés ont déclaré qu'ils ont commencé l'élevage il y a 1 à 5 années de cela. 29% déclarent qu'ils ont 6 à 10 ans d'ancienneté. Les autres (les 27% restants) affirment avoir commencé il y a, au minimum, 11 ans.

Plus de la moitié des éleveurs (51%) ont 5 ans et moins d'ancienneté de travail avec la laiterie de Sidi-Sâada. Trois éleveurs (4%) ont commencé la livraison avec la naissance de la laiterie en 1993 et ils n'ont pas cessé de le faire 15 ans après.

Tableau 6.7 : Répartition des éleveurs questionnés selon le nombre d'années de travail avec la laiterie de Sidi-Sâada.

Nombre d'années	Nombre d'éleveurs	Part (%)
1 à 5	37	51%
6 à 10	25	34%
11 à 14	8	11%
15	3	4%
Totaux	73	100%

#### 6.3.4 Niveau scolaire et formation agricole

68% des éleveurs interrogés n'ont aucun niveau d'étude ou ont un niveau primaire, 10% sont universitaires (tableau 6.8) et 97% sont sans formation agricole (tableau 6.9).

Tableau 6.8 : Répartition des éleveurs enquêtés en fonction du niveau scolaire.

Niveau Scolaire	Nombre d'éleveurs	Part (%)
Universitaire	7	10 %
Lycée	7	10 %
Moyen	9	12 %
Primaire Ou Nul	50	68 %

Tableau 6.9 : Répartition des éleveurs enquêtés en fonction de la formation agricole.

Formation Agricole	Nombre d'éleveurs	Part (%)
Sans	71	97,3 %
TS En Agriculture	1	1,4 %
Vétérinaire	1	1,4 %

#### 6.3.5 Main-d'œuvre

Parmi les 41 éleveurs qui ont répondu à la question relative au nombre d'ouvriers qui travaillent dans leurs exploitations, 80% ont répondu 2 ouvriers et seulement 7% ont répondu qu'ils font travailler plus de 3 ouvriers.

Tableau 6.10 : Répartition des éleveurs enquêtés en fonction du nombre d'UTH.

Nombre d'UTH	Nombre d'éleveurs	Part (%)
1	14	34%
2	19	46%
3	5	12%
Plus de 3	2	7%

### 6.3.6 Lieux de livraison du lait

47% des éleveurs questionnés livrent leur lait eux même au niveau des deux centres de collectes Mazouna (15% des éleveurs) et Relizane (32%). 1 éleveur, celui de Mostaganem, livre lui-même au niveau du quai de réception de la laiterie à Sidi-Sâada. Les autres fournissent leur lait à 10 collecteurs qui s'en chargent de l'acheminer vers la laiterie.

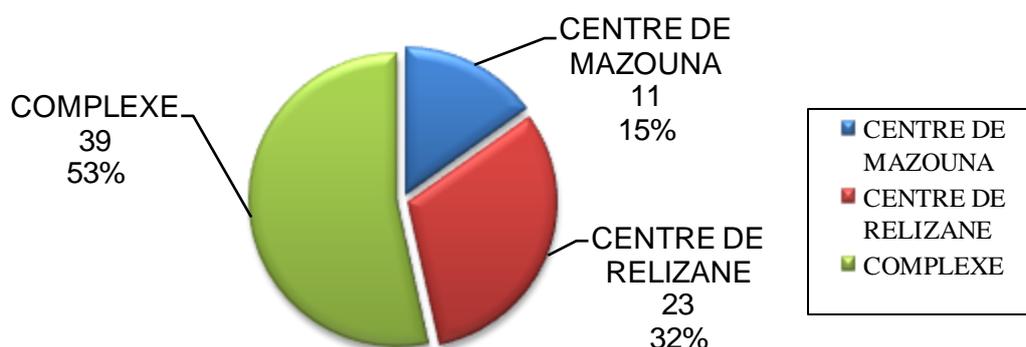


Figure 6.20 : Répartition des éleveurs en fonction du lieu de livraison.

### 6.3.7 Foncier

21% des éleveurs questionnés affirment qu'ils ne possèdent pas de terres et qu'ils conduisent leurs cheptels en hors-sol. 38% ont déclarés qu'ils ont entre 0,5 et 5 ha. Les 41% restants en ont plus de 5 ha.

En analysant les données par localisation géographique, on constate que les éleveurs ayant de 0 à 10 ha de terres sont particulièrement concentrés dans les zones qui correspondent respectivement aux alentours de Mazouna (50%) au nord-est et la région allant du centre (Relizane) au sud-ouest (les alentours de Yellel)

(32%). Les exploitations de plus de 10 ha sont plus concentrées dans la zone sud-est correspondant à la région de Zemmoura (54%).

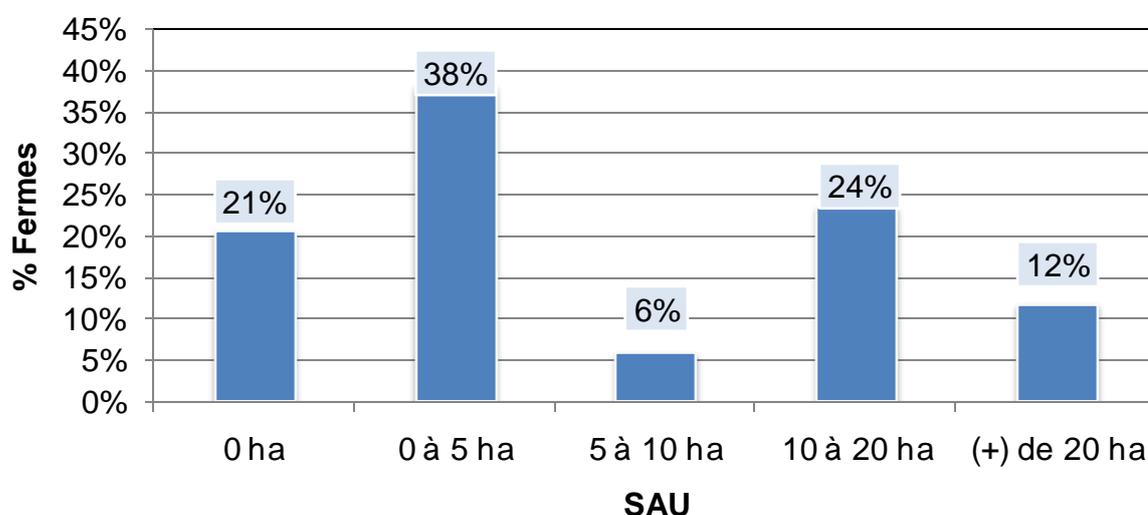


Figure 6.21 : Répartition des élevages selon la surface agricole.

### 6.3.8 Taille du cheptel

29% des éleveurs qui ont répondu à cette question ont un effectif bovin total de moins de 10 têtes et 48% ont en entre 10 et 20 têtes. La part des vaches laitières de l'effectif total est, en moyenne de  $41 \pm 15\%$  et varie de 22 à 62%.

Le nombre de vaches total des 73 éleveurs questionnés est de 711 soit environ 10 vaches par éleveur moyen (de 2 à 43 vaches). 76% des exploitations renferment 10 vaches et moins et seulement 7% ont plus de 20 vaches. Ces vaches sont principalement des deux races classiques pie noires et pie rouges selon les dires des éleveurs.

Tableau 6.11 : Répartition des exploitations selon leurs effectifs de vaches laitières.

Nombre De Vaches	Nombre d'exploitations	Part (%)
5 Ou Moins	20	27%
Entre 6 Et 10	36	49%
Entre 11 Et 20	12	16%
Plus de 20	5	7%
Totaux	73	100%

### 6.3.9 Bâtiments et matériels d'élevage

Les exploitations de 90% des éleveurs enquêtés se trouvent à proximité de leurs habitations. La superficie des bâtiments d'élevage des exploitations enquêtées varient de 32 à 420 m<sup>2</sup> selon la taille du cheptel. La stabulation entravée est la plus fréquente. Une aire d'exercices pour les vaches est présente dans 94% des élevages.

15% des éleveurs pratiquent la traite manuelle. 78% de ceux qui pratiquent la traite mécanique utilisent des chariots trayeurs à une griffe. Aucun des éleveurs enquêtés ne possède une salle de traite. Même ceux qui possèdent un effectif important ont recours à l'utilisation de jusqu'à six chariots trayeurs à deux griffes pour réduire le temps consacré à la traite. 70% des éleveurs parmi les 46 qui ont répondu à la question relative au stockage et la conservation du lait au frais ont déclaré avoir une cuve réfrigérante.

### 6.3.10 Type d'insémination

88% des éleveurs questionnés inséminent leurs vaches naturellement. 2% ont affirmé qu'ils pratiquent les deux types d'insémination. Les 10% restants préfèrent l'insémination artificielle.

### 6.3.11 Production laitière

Le nombre de vaches total des 73 éleveurs questionnés est de 711 soit environ 10 vaches par éleveur moyen (de 2 à 43 vaches). Du 1<sup>e</sup> janvier au 12 février 2008 (43 jours), ces éleveurs ont livré une quantité totale de 286 009 litres soit une moyenne journalière de 6 651 litres. Ainsi, une vache présente produit 9,3 litres par jour en moyenne.

La quantité moyenne par vache et par jour issue des valeurs journalières par éleveur est de  $7 \pm 10,3$  l/j pour cette période de 43 jours.

Pour 63% des éleveurs, la quantité de lait moyenne par vache présente et par jour ne dépasse pas 5 l/j. 20% seulement ont une moyenne supérieure à 10 l/j.

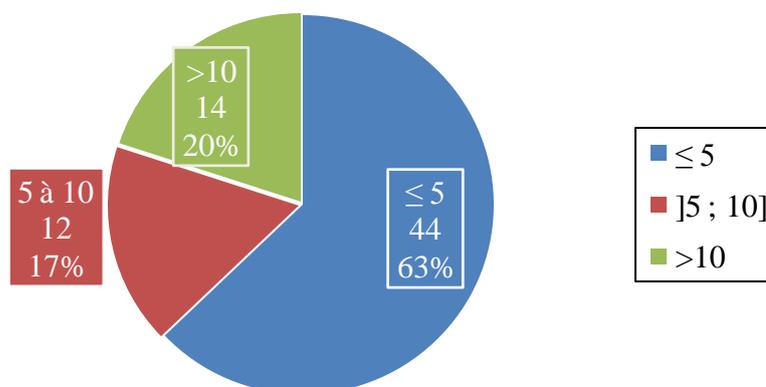


Figure 6.22 : Répartition des élevages enquêtés (nombre et %) en fonction de la production laitière quotidienne (en litres) par vache présente.

#### 6.4 Caractéristiques des laits

##### 6.4.1 Lait des collecteurs et éleveurs de laiterie

Les laits de mélange analysés par collecteur et centre de collecte en différentes périodes (juillet, octobre, décembre 2007 et janvier 2008) contenaient, en moyenne, 32 g/l de matières grasses, 30,6 g/l de protéines, 1 508 619 de germes/ml et -0,52 comme point de congélation.

Le taux butyreux, le taux protéique et le point de congélation ont présenté une faible variation d'un collecteur à un autre (CV égal à 4%, 3% et 8% respectivement) tandis que le nombre de germes a été très variable (CV= 26%).

Les analyses des laits de 178 éleveurs de la laiterie ont donné les résultats moyens suivants par kg de lait (moyennes d'une année) : 33,6 g de MG, 31,4 g de protéines, 88,8 g d'ESD, 122,4 g d'EST, une densité de 1028,8 g/l et une acidité de 17,1°D. La variabilité des différents paramètres dépend, en partie, de la saison (figure 6.23).

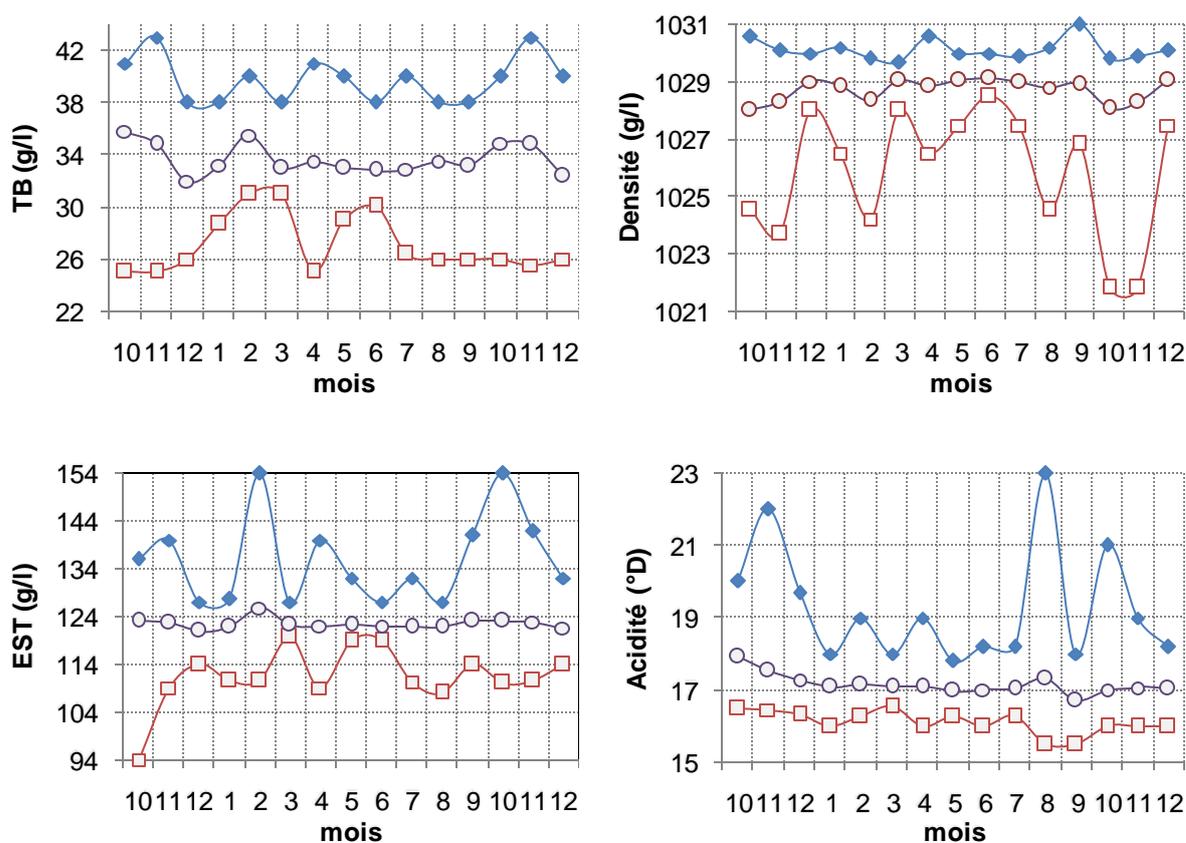


Figure 6.23 : Variations annuelles du TB, de la densité, de l'EST et de l'acidité du lait de 178 éleveurs (les trois courbes représentent, du haut vers le bas, les valeurs maximales (-♦-), moyennes (-○-) et minimales (-□-) des quatre paramètres).

L'analyse de 20 129 valeurs de la MG utilisées pour le payement du lait depuis 1999 à janvier 2008 a donné pour résultat une teneur moyenne de  $34,3 \pm 3,6$  g de matières grasses (quelques TB moyen par année : 32g/l en 1999, 33 g/l en 2001, 33,8 g/l en 2006, 34 en 2007...). La variation mensuelle et saisonnière du TB et sa mise en relation avec celles des quantités de lait livrées sont illustrées par la figure 6.24. Ainsi, la période « fin janvier - juillet » caractérisée par la présence du vert s'accompagne d'une hausse des quantités collectées et la baisse du TB. C'est l'inverse qui se passe durant la période « fin juillet – janvier ».

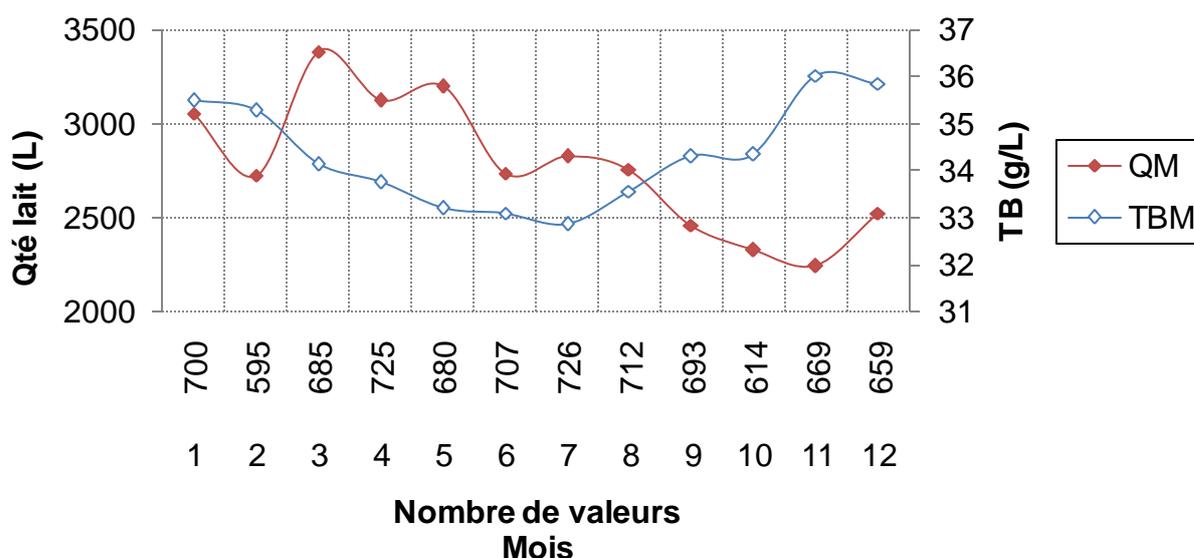


Figure 6.24 : Evolution mensuelle des quantités (QM) par éleveur et TB moyens (TBM) (période de 1999 à 2008).

#### 6.4.2 Lait des élevages enquêtés

En moyenne, un kilogramme de lait contient 32,8 de matières grasses (33,9 en tenant compte des données historiques), 89,5 g/l d'ESD, 122,8 g/l d'EST. Sa densité moyenne est de 1028,6 à 20°C et son acidité de 17,2 °D. Ces valeurs correspondent, plus ou moins, à celles des 178 éleveurs, légèrement supérieurs à celles des collecteurs citées ci-dessus.

#### 6.5 Typologie des laits selon leurs caractéristiques

Le pourcentage de variance absorbée par les axes principaux est indiqué par la figure 6.25. Les données sont ensuite représentées dans l'espace réduit des deux premières composantes principales sur la Figure 6.26. Ce plan principal représente 70,1 % de la variance. La prise en compte du troisième axe permet d'augmenter ce pourcentage à 85,4% et il atteint 97,1% en prenant 4 axes.

L'axe F1 explique à lui seul 43,88% de la variabilité totale. Il dépend des variables liées à la qualité chimique du lait. Il sépare les laits selon leur richesse en TB, EST et ESD. Le second axe qui explique 26,22% de la variabilité totale est associé à la qualité physique des laits. Il oppose des laits à acidité élevées aux laits

à forte densité. Les cinq variables étudiées sont toutes bien représentées dans ce plan principal (F1 X F2) ( $\sum c.corr^2 > 70\%$ ).

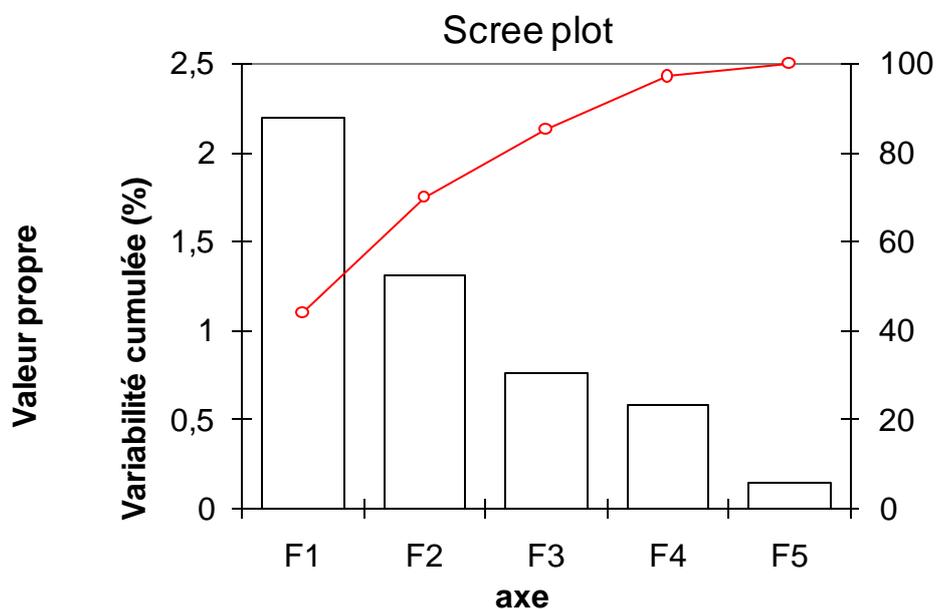


Figure 6.25 : Pourcentages de variance absorbée, pour les 5 axes principaux de l'ACP.

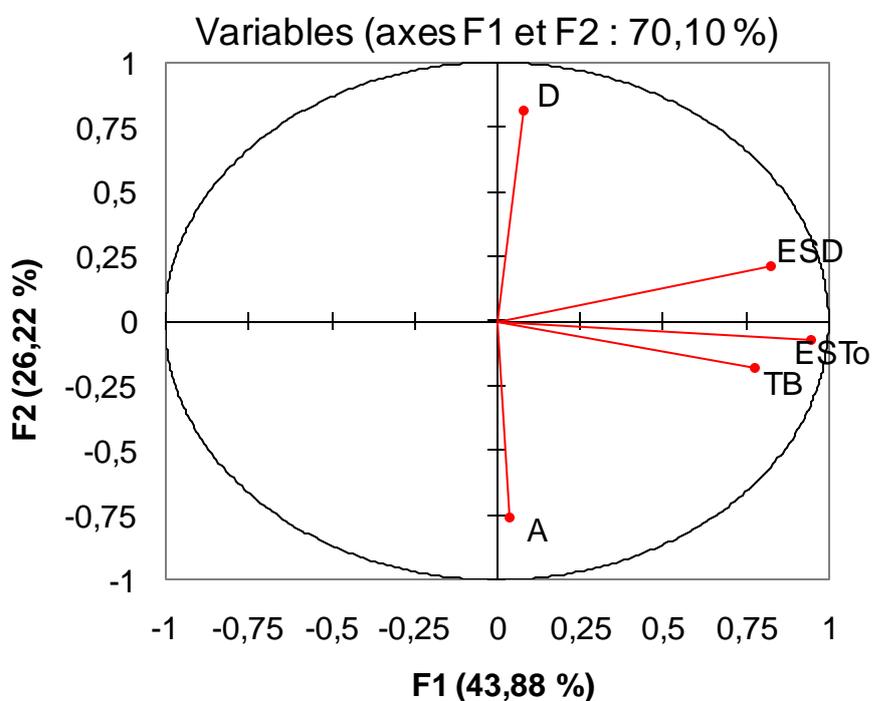


Figure 6.26 : Représentation des 6 variables actives dans le premier plan de l'ACP.

Les trois premiers axes expliquant 85,4% de la variabilité totale ont été retenus pour réaliser la classification ascendante (CAH) des laits issus de cette ACP qui a fait ressortir 5 classes dont les caractéristiques sont résumées par le tableau 6.12. (Le dendrogramme de la CAH est représenté dans l'appendice H).

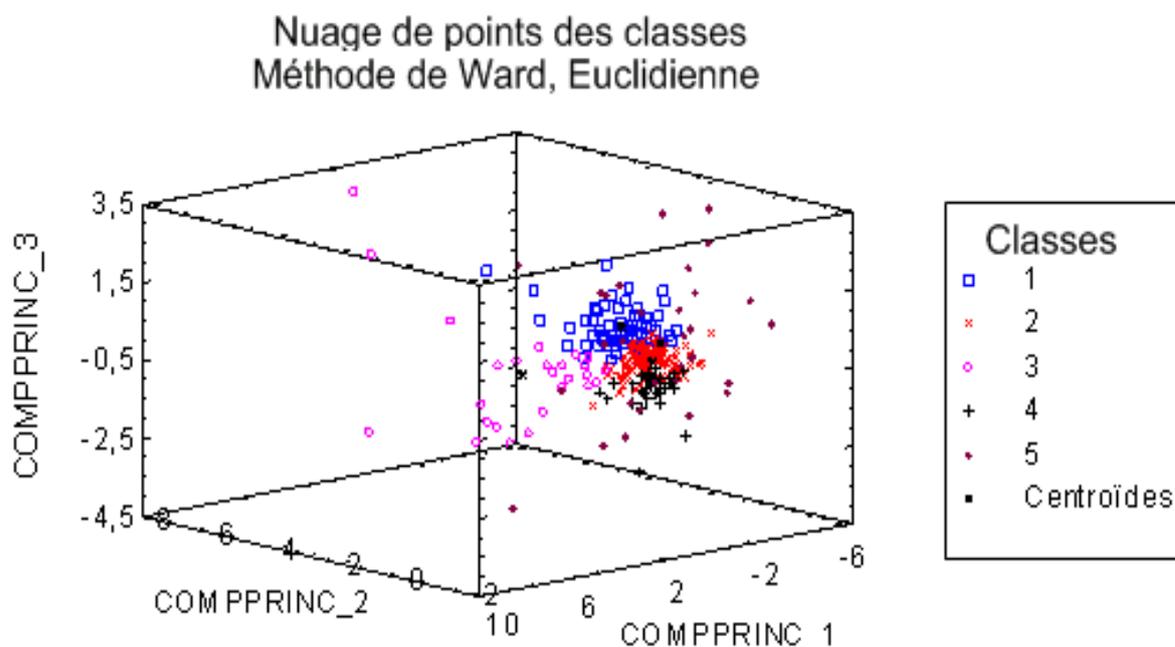


Figure 6.27 : Répartition 3D des laits et de leurs classes sur le plan F1 X F2 X F3 (les 3 premières composantes principales) de l'ACP.

Ont distingué deux classes « extrêmes » qui représentent ensemble 17% du total :

- Les laits de la classe 5 (9%) sont les laits les plus riches en matières grasses (37,3 g/l), en EST (136,1 g/l) et en ESD (95,3 g/l). Ils sont caractérisés par leur charge bactérienne trop élevée (plus de 3 millions de germes par ml avec un CV=120%). Ces laits sont produits essentiellement en automne – hiver (82%). 67% de ces laits sont produits dans les plaines (moins de 100 m d'altitude) par des exploitations possédant une assise foncière de  $15,7 \pm 8,9$  ha en moyenne (CV=56%). Tous les éleveurs enquêtés appartenant à cette classe achètent l'aliment concentré « vache laitière » du marché et distribuent, en moyenne  $5,8 \pm 0,7$  kg/VL/jour (CV=8,5%). Les éleveurs appartenant à cette classe font recours à l'insémination naturelle. 83% de ces éleveurs font employer 2 ouvriers. 70% d'entre eux livrent quasi-quotidiennement à la

laiterie (fréquence de livraison journalière =  $0,7 \pm 0,3$ ) une quantité moyenne de 38,4 l/j. 43% de ces éleveurs ne possèdent pas des cuves réfrigérantes pour la conservation du lait. Le rendement laitier moyen par vache présente pour cette classe est de 2742,9 l/VLP/an. L'effectif moyen est de 7 vaches présentes par ferme.

- Inversement, les laits de la classe 3 (7%) sont les plus pauvres en matières grasses (31,6 g/l), EST (114,7 g/l) et ESD (83,1 g/l), les moins denses (1026 g/l), les plus acides (18,3 °D) et dont les températures sont les plus élevées (24,5°C). La charge microbienne de ces laits est, par contre, la plus faible (665333 germes/ml CV=148%). Ces laits appartiennent aux éleveurs qui livrent en moyenne 26,8 l/j avec une fréquence moyenne de 1 jour sur 2 (75% des éleveurs de cette classe livrent, au plus, 1 jour sur 2). Aucun de ces laits n'est produit en hiver et ils représentent seulement 2% des laits produits au printemps. Le rendement laitier moyen par VLP est le plus bas (1317,9 l/VLP/j). Le nombre de VLP est également le plus faible (6 VLP/ferme en moyenne). La SAU moyenne des fermes de cette classe est de 3 ha en moyenne (CV=47%). La majorité des éleveurs de cette classe distribuent, en moyenne, 6 kg (CV=30%) par vache et par jour de concentré de type « croissance » (67%) ou « vache laitière » (33%) achetés du marché.

Une classe qui concilie qualité chimique, physique et quantité moyenne livrée par jour:

- Les laits de la classe 4 (22%) qui regroupe des laits relativement riches en matières grasses (33,2 g/l), en EST (122,9 g/l), en ESD (89,3 g/l), à densité et à acidité 'correctes' (1028,6 g/l et 16,1 °D) et appartiennent à des éleveurs qui livrent 60 l/j en moyenne. La charge moyenne en germes par ml des laits de cette classe est la plus élevée et dépasse les quatre millions (4220000 germes/ml avec un CV de 127%). Ces laits sont produits toute l'année notamment au printemps et dans toutes les zones surtout au Sud-est de la Wilaya de Rélizane. Ils sont collectés notamment dans les exploitations situées dans les plaines (moins de 200 m d'altitude). L'assise foncière des fermes de cette classe est, en moyenne, faible (2,9 ha/ferme) mais varie

beaucoup d'une ferme à l'autre (CV=176%). 90% des élevages sont équipées de machines à traire et 62% de cuves réfrigérantes. 54% des éleveurs de cette classe livrent un jour sur deux et 31% livrent quasi-quotidiennement (fréquence > à 0,8/j). l'aliment concentré distribué est de type « vache laitière » pour 90% des éleveurs de cette classe. Les autres (10%) achètent les composants séparément (maïs, soja, son, CMV) et les mélangent eux même. La quantité moyenne de concentré par vache est de 6,5 kg/VL (CV=14,4%). Le rendement par vache présente est de 2968,4 l/VLP/j et le nombre moyen de VLP par ferme est de 10 (CV=61%).

Deux classes à qualités chimiques comparables et qualités physiques opposées :

- Les laits de la classe 2 (39%) ont, en moyenne, 32,1 g/l de MG, 121,8 g/l d'EST et 89,4 g/l d'ESD. Les moyennes de la densité, de l'acidité et la température sont respectivement 1029,2 g/l, 16,7 °D et 18,1 °C. La charge bactérienne moyenne est de 1,8 millions de germes/ml (CV=211%). Ces laits appartiennent aux éleveurs dont la quantité quotidienne moyenne livrée est la plus élevée (66,4 l/j). Ils sont produits toute l'année principalement durant la période hiver – printemps (58%) dans les exploitations situées dans toutes les zones de différentes altitudes. Les fermes de cette classe ont une SAU moyenne de 7,2 ha (CV=120%). Le nombre moyen de VLP par ferme est 11 (CV=74,7%). Une VLP produit, en moyenne, 3138 l/an (CV=48%). 26% des éleveurs mélangent eux même les composants de l'aliment concentré. 70% achètent le concentré « vache laitière » du marché et les 4% restant distribuent l'aliment de type « croissance » pour leurs vaches. La quantité de concentré par vache et par jour est de 10,2 kg en moyenne (CV=25%). 95% des éleveurs de cette classe pratiquent la traite mécanique et 85% préfèrent l'insémination artificielle. La fréquence de livraison des éleveurs de la classe 2 est de 0,8 à 1 livraisons/j pour 38% des éleveurs et 0,5 livraisons/j pour 38% autres.
- Les laits de la classe 1 (23%) sont caractérisés particulièrement par leur acidité plus élevée (18,1 > 16,7 °D) et leur moindre densité (1028,8 < 1029,2 g/l) par rapport à la classe précédente (2). Autrement, les qualités chimiques

des deux classes sont très comparables. La charge bactérienne moyenne est de 1,1 millions de germes/ml (CV=81%). Relativement, la quantité quotidienne livrée des élevages de cette classe est parmi les plus élevées (56,4 g/l). Ces laits sont produits principalement durant la période « automne- hiver- printemps » (95%) dans les plaines (66%). La SAU des fermes de cette classe est très variable (CV=94%) et elle est, en moyenne, de 14,2 ha. Le nombre moyen de VLP est de 11 par ferme (CV=75%) et une VLP produit annuellement 3175,4 L (CV=61%). Les éleveurs livrent 56,4 l/j en moyenne. 64% de ces éleveurs fréquentent presque quotidiennement les quais de réception de la laiterie et 24% livrent un jour sur deux. 38% des éleveurs mélangent eux même les composants de l'aliment concentré et les 63% restant achètent le concentré « vache laitière » du marché. La quantité de concentré par vache et par jour est de 9,9 kg en moyenne (CV=13%). 71% des fermes sont équipées de machines à traire et 53% de cuves réfrigérantes. 79% des éleveurs de la classe 1 font recours à l'insémination naturelle. Deux ouvriers et plus travaillent dans 80% des fermes de cette classe.

Tableau 6.12 : Résumé des principales caractéristiques des classes de laits et des exploitations.

Classes de laits	1	2	3	4	5	Signif.	Moy. Gle	normes
Effectifs	80 (23%)	139 (39%)	26 (07%)	76 (22%)	33 (09%)			
Nb de Fermes	17 (24%)	25 (34%)	08 (11%)	14 (19%)	09 (12%)			
TB	32,3 a	32,1 a	31,6 ab	33,2 b	37,3 c	***	32,8	39-40
D	1028,8 a	1029,2 b	1026,0 c	1028,6 a	1027,0 c	***	1028,6	1032
A	18,1 a	16,7 b	18,3 a	16,1 c	18,1 a	***	17,2	16
ESTo	121,9 ab	121,8 a	114,7 d	122,9 b	136,1 c	***	122,8	130
ESD	89,4 a	89,4 a	83,1 b	89,3 a	95,3 c	***	89,5	90
Température lait °C	20,0 ac	18,1 c	24,5 b	21,3 ab	22,7 ab	***	20,1	
QM livrée (l/j)	56,4 a	66,4 a	26,8 b	59,6 a	38,4 ab	*	57,2	
Germes T (10 <sup>6</sup> /ml)	1,08	1,83	0,66	4,22	3,10	NS	1,87	<0,03
Nb de vaches	11	11	6	10	7	NS	10	
PL/VLP (l/an)	3175,4	3138,0	1317,9	2968,4	2742,9	NS	2961,6	
Qt conc. (kg/an)	3640 a	3723 b	2190 c	2372 d	2120 e	***	3160,9	
SAU (ha)	14,2	7,2	3,0	2,9	15,7	NS	8,7	
Type concentré						**		
Croissance	00 (00)	33 (04)	67 (67)	00 (00)	00 (00)			
Mélangé sur pl	30 (38)	60 (26)	00 (00)	10 (10)	00 (00)			
VL	14 (63)	46 (70)	03 (33)	26 (90)	11 (100)			
N. Incluses	7	8	1	3	6			
Saison								
automne	21 (36)	25 (25)	16 (85)	20 (37)	18 (76)	***		
été	09 (05)	50 (17)	07 (12)	30 (18)	04 (06)			
Hiver	30 (39)	50 (37)	00 (00)	14 (18)	06 (18)			
printemps	24 (20)	44 (21)	02 (04)	30 (26)	00 (00)			
Altitude						***		
Moins de 100m	24 (40)	24 (23)	15 (77)	22 (39)	16 (67)			
100 à 200 m	24 (26)	44 (28)	02 (08)	30 (34)	00 (00)			
200 à 300 m	22 (21)	47 (27)	04 (12)	18 (18)	09 (21)			
300 à 400 m	24 (10)	64 (15)	00 (00)	12 (05)	00 (00)			
Plus de 400 m	11 (03)	53 (07)	05 (04)	11 (03)	21 (12)			
Zone						NS		
Nord-est	17 (11)	44 (17)	11 (23)	19 (13)	09 (15)			
Nord-ouest	32 (09)	41 (06)	00 (00)	18 (05)	09 (06)			
Sud-est	23 (80)	38 (76)	07 (77)	22 (82)	09 (79)			

## 6.6 Résultats du suivi des six élevages

### 6.6.1 Gestion des élevages

Une seule ferme (F2) des six étudiées est gérée par un éleveur sans formation agricole mais qui est tout de même instruit, bon connaisseur du domaine et en contact régulier avec un vétérinaire. Les fermes F5 et F6 sans gérées par des vétérinaires de formation, la ferme F3 est régie par un TS en agriculture et les fermes F1 et F4 sont gérées par des équipes constituées d'ingénieurs agronomes et de TS en agriculture et qui sont en contact régulier avec des vétérinaires.

### 6.6.2 Etude du logement des animaux

La surface moyenne par vache est de  $17 \pm 8,7 \text{ m}^2$  (CV=51%). Les vaches des fermes F1, F3 et F4 (étatiques) disposent de plus d'espace ( $\mu=23,7 \text{ m}^2$ ) que celles des fermes privées ( $\mu=10,4 \text{ m}^2$ ). La stabulation est entravée sauf dans deux fermes (F1 et F6) où les vaches circulent librement dans l'étable.

Le type de bâtiment des fermes F2, F3, F4 et F6 est le fermé à bi-pente et avec ouvertures latérales alors que celui des fermes F1 et F5 est le type ouvert.

Tableau 6.13 : Bâtiments d'élevages et surfaces réservées par vache au niveau des six fermes étudiées.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Stat
Nb bâtiments	7	1	1	4	1	1	$\Sigma=15$
Surface totale	4900	384	200	1632	240	316	-
Surface vaches	2450	192	180	408	140	300	-
Nb d'animaux	223	50	8	28	20	35	$\Sigma=364$
Nb de vaches	99	26	6	25	12	25	$\Sigma=193$
m <sup>2</sup> /VL	24,7	7,4	30,0	16,3	11,7	12,0	$\mu=17,0$

Le sol est soit bétonné (F2, F3, F4 et F5) ou à base du mélange terre battue – sable (F1 et F6). L'air de couchage est à base de paille (F2, F4, F5 et F6) ou elle est absente dans la F1 et la F3 où les vaches se couchent à même le sol. L'épaisseur de la litière est réduite et son renouvellement se fait une fois par semaine. La fréquence de curage du sol des étables est de deux fois par jour après chaque traite (F2, F3, F5 et F6), d'une fois par jour (F1 et F4).

Dans toutes les fermes, il y a présence d'un espace réservé aux veaux d'au moins 9 m<sup>2</sup> (F3). Au niveau de la ferme F1 on y réserve pour ces petits animaux un hangar complet (nursery) d'environ 400 m<sup>2</sup>. Les génisses, les vaches taries et les vaches qui viennent de mettre bas cohabitent dans le même bâtiment que les vaches traites au niveau de cinq fermes. Dans la ferme F1, les génisses occupent trois bâtisses selon leurs classes d'âge, les vaches taries et les vaches qui fraîchement vélées occupent respectivement deux bâtisses supplémentaires.

Trois fermes parmi les six sont équipées d'abreuvoirs automatiques. Les animaux des fermes F1, F5 et F6 s'abreuvent de points d'eau (environ 6 vaches par point). Les fermes F3 et F4 disposent en plus des abreuvoirs automatiques dans l'étable de bassins à l'extérieur au niveau de la cours d'exercice (F3) et à la sortie de l'étable (F4). L'eau des bassins de la F1 est fréquemment renouvelée puisque les vannes sont ouvertes la plupart du temps. Pour les fermes F5 et F6, les points d'eau sont nettoyés une fois par semaine.

Les fermes F1, F2 et F4 disposent de bâtiments spécialement réservés au stockage de foin, de pailles et des sacs de concentré alors que les autres fermes réservent une partie du bâtiment d'élevage comme lieu de stockage de ces denrées.

Les bâtiments de cinq fermes sur six disposent d'un couloir de distribution de fourrages à l'intérieur qui est soit au milieu et divise le bâtiment en deux (F2, F4), latéral d'un côté (F3) ou des deux (F6).

Le couloir de distribution des fourrages au niveau des fermes F1 et F5 est à l'extérieur et la distribution se fait directement par tracteur.

Aucune ferme ne dispose d'un dispositif de ventilation dynamique y compris les deux fermes à statut particulier (F1 et F4).

Quatre des six fermes visitées (f2, F3, F5 et F6) disposent d'aires d'exercice limitrophes à la bâtisse d'élevage. Pour les fermes F1 et F4, il s'agit plutôt d'aires d'attente aux moments des traites. De plus, les vaches des fermes F2, F3 et F4 ont le privilège de sortir au pâturage d'où elles tirent un double avantage : nourriture et exercice.

### 6.6.3 Observation des animaux

#### 6.6.3.1 Comportement social et interactions avec les congénères

Les actes agonistiques (actes agressifs, soumissions, retraits, fuites ...) ont été particulièrement observés au niveau des fermes F1 et F4 notamment aux moments des traites et la distribution de l'aliment concentré dans la salle de traite.

#### 6.6.3.2 Comportements de chaleur

Les éleveurs des six fermes ont déclaré qu'ils consacrent jusqu'à deux heures de temps réparti en 2 à 4 fois ou plus par jour pour l'observation des animaux en vue de détecter les comportements de chaleur et qu'ils sélectionnent au préalable les vaches à observer. Les plannings circulaire et linéaire sont combinés au niveau des fermes F1 et F4 pour une meilleure prévision des dates de chaleurs.

#### 6.6.3.3 Comportements anormaux

Des comportements tel le léchage d'eau, des vaches qui tètent leurs propres trayons ou ceux de leurs congénères ont pu être observé et qui ont été confirmé par les observations propres des éleveurs notamment au niveau des fermes F1, F3, F4 et F5. Le comportement des vaches qui jettent autour d'elles est aussi un phénomène largement observé dans toutes les fermes.

#### 6.6.3.4 Appréciation visuelle de l'état des animaux

L'examen de la qualité des poils a révélé la présence de vaches à poils ternes et/ou hérissés dans quatre fermes sur six à des proportions dépassant même 50% des vaches présentes(F4 et F5).

L'examen des bouses des vaches au niveau des six fermes a montré une diversité de couleur, d'aspect et de consistance qui dépendent des rations distribuées aux vaches de chaque ferme. Ce qui mérite d'être signalé c'est l'aspect des bouses qui est en général terne, liquide et la présence de grains (F5 et F2) et de fibres (F1, F4, F3).

## 6.6.4 Alimentation des animaux

### 6.6.4.1 Modalités de distribution des aliments

#### 6.6.9.4.2 Séquence de distribution des aliments

Mise-à-part la F2 où les vaches sortent au pâturage avant la traite du matin, le concentré constitue le premier aliment distribué au cours d'une journée. La ration fourragère (vert et sec) est distribuée entre les traites (F1, F4, et F6) ou entre les traites et après la traite du soir (F2, F3 et F5).

#### 6.6.9.4.3 Modes de distribution des aliments

Le concentré est distribué deux fois par jour lors des traites au niveau des six fermes suivies.

Indépendamment du nombre de fourrages qui composent la ration, la fréquence de distribution varie de 3 (F2) à 5 fois (F5) par jour.

### 6.6.4.2 Types de concentré distribué

Au niveau de quatre fermes des six étudiés, l'aliment concentré distribué est fabriqué par des unités de fabrication d'aliment de bétail comme l'ONAB (F3, F4) la STCO (F6) ou le complexe de Lakseur (F2). Alors que les deux fermes F1 et F5 achètent les matières premières du marché (son, maïs grain, CMV, drèches de brasserie) et fabriquent l'aliment concentré sur place.

Un kg de l'aliment concentré fabriqué au niveau de la F1 contient 70% de maïs grain broyé et 30% de son de blé et du CMV ( $\approx 5$  g).

### 6.6.4.3 Minéraux

Les vaches fermes F2, F3, F4 et F5 ont à leur disposition des pierres à lécher ( $\approx$ une pierre pour 2 vaches). Les gérants des autres fermes se contentent du CMV mélangé à l'aliment concentré fabriqué sur place (F1) ou acheté (F6). Au niveau de la ferme F1, on mélange environ 450 g de CMV par 100 kg de concentré.

#### 6.6.4.4 Autonomie alimentaire

Les fermes F1 et F4 assurent par elle-même 100% de la production fourragère en vert, en sec et en ensilage. Les autres fermes s'approvisionnent des marchés des fourrages secs (paille et/ou foin) et, comme c'est le cas de toutes les fermes, des aliments concentrés et elles les achètent mélangés ou séparés comme il a été mentionné auparavant.

#### 6.6.4.5 L'alimentation durant la période de tarissement

La transition alimentaire tarissement-début de lactation est respectée au niveau des fermes F2 (Fréha), F4 (Médéa) et F6 (bouguirat) en introduisant progressivement, trois semaines avant le vêlage, l'aliment concentré dans la ration des vaches qui s'apprêtent à mettre bas. Au niveau de F1 (DBK), les vaches qui s'apprêtent à vêler sont isolées dans un bâtiment réservé à cet effet et reçoivent la même ration fourragère que les vaches en lactation mais ne reçoivent pas de concentré.

Tableau 6.14 : Aliments distribués aux vaches des six fermes.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Concentrés (constituants)	Maïs Son CMV	Son Orge Blé T. soja Maïs Mélasse CMV	Maïs T. soja Son CMV		Son Maïs Drèches de brasserie	Son Maïs T. Soja CMV
Remarque concentrés	Mélangés à la ferme	Granulé (El-kseur)	B-15 (ONAB)	B-15 (ONAB)	Mélangés à la ferme	excellence STCO
Fourrages	RGI Luzerne Sorgho Paille	Avoine Sorgho Pâtûre	Trèfle (vert et foin) Pâtûre	Luzerne vert Avoine foin pâtûre	Chou-fleur Blé tendre Orge Foin d'orge	Orge foin Herbe

## 6.6.5 Traite

### 6.6.5.1 Matériel de traite

La traite est mécanique au niveau des six étables. Toutefois, les fermes du secteur public (F1 et F4) se distinguent des fermes privées par le fait qu'elles disposent de salles de traites qui permettent d'alléger cette tâche ardue. Au niveau de la F1, la salle est de type épi permettant de traire 12 vaches simultanément. La F4 dispose de quatre salles de traite de type épi 2X4 dont deux ne sont plus fonctionnelles. Les autres fermes disposent de machines à traire à deux griffes (F2, F5 et F6) et à une griffe (F3). Les six fermes disposent de cuves réfrigérantes pour maintenir la fraîcheur du lait.

### 6.6.5.2 Hygiène et technique de traite

Le nettoyage des mamelles lors de la traite se fait à l'aide de l'eau seule au niveau des fermes F1, F3 et F4 et l'eau est associée à un désinfectant à base d'iode ou de chlore (biocide, TH4, iode, Sébacil) au niveau des fermes privées (F2, F5 et F6). L'essuyage (avec des lavettes collectives) et le post-trempage ne sont appliqués qu'au niveau de la ferme de Fréha (F2).

L'élimination des premiers jets est omise (F2), se fait dans le creux des mains (F5) ou par terre (F1, F3, F4 et F6).

La fréquence de chute des griffes lors de la traite est élevée dans toutes fermes atteignant même les 40% (4 vaches sur 10) ou plus.

L'égouttage est pratiqué au niveau des six fermes.

Les vaches à problème sanitaire sont laissées en dernier au niveau des fermes F2, F5 et F6 seulement.

### 6.6.5.3 Nettoyage du matériel de traite

Cette opération se fait systématiquement après chaque traite excepté dans la F3 où elle est reportée à avant la traite suivante et encore, elle est faite souvent avec de l'eau chaude seulement !

Pour les autres fermes, le nettoyage des machines à traire (F2, F5 et F6) ou des installations de traite (F1 et F4) et leurs accessoires se fait à l'aide de produits désinfectants et détergents divers (biocide, anioacide, anioatériel, eau de javel...).

#### 6.6.6 Reproduction

La saillie naturelle est pratiquée dans les deux fermes de l'ouest (F5 et F6) et leurs gérants (vétérinaires de fonction) ont déclaré qu'ils obtiennent d'excellents résultats grâce à cette méthode et qu'ils n'ont aucun besoin d'avoir recours à l'insémination artificielle. Dans les fermes F1, F3 et F4 les deux types d'inséminations sont pratiqués. L'éleveur de Fréha (F2) préfère l'insémination artificielle qu'il juge très efficace. Les méthodes de maîtrise de la reproduction telle la synchronisation des chaleurs (méthode CRESTAR) sont utilisées au niveau des fermes F1 et F4.

Une étude rétrospective plus approfondie de la reproduction réalisée à partir des données et archives des fermes F1, F3 et F4 est traitée plus loin (voir...). La non disponibilité de ces données pour les autres fermes à fait qu'elles ont été éliminées dans cette partie de l'étude.

#### 6.6.7 Maladies et traitements médicamenteux rencontrés

Mammites, boiteries, non délivrance, difficultés de vêlage, métrites, nymphomanies, acidose, acétonémie, lésions cutanées causées par des poux, corps étrangers sont autant de maladies signalées au niveau des fermes visitées. Ce sont les boiteries qui prédominent au niveau de la F1 où, pratiquement une vache sur quatre boite (25%) contre 5% pour la F5 et 0% pour les autres fermes. Les mammites sévissent dans toutes les fermes (excepté la F5) et touchent au moins une vache. Les maladies alimentaires telles l'acidose, l'acétonémie et la météorisation touchent les six élevages. Les problèmes liés à la reproduction les plus fréquents sont la mortalité embryonnaire, les kystes ovariens, les difficultés de vêlage (signalés dans les six fermes), les métrites, la nymphomanie, et la mortinatalité (signalés au moins dans une des fermes).

Au niveau de la F4, le vétérinaire a intervenu 27 fois au cours de 6 mois (de septembre 2006 à mars 2007) sur des cas liés à la santé des bovins laitiers. 20 des

27 interventions ont concerné 20 têtes (6 vaches, 1 taureau et 13 veaux et velles) atteintes de problèmes respiratoires (6 têtes), de diarrées (5 têtes), d'animaux en décubitus (4 têtes), de faibleses (2 vaches), de prolapsus (1 vache) et d'abcès (1 vache). Les sept interventions restantes concernent l'autopsie de 7 bovins morts.

Les principaux traitements médicamenteux rencontrés dans les fermes enquêtées concernent en premier lieu les mammites (Mastiget, tylan).

On a rencontré encore des traitements de prévention des mammites comme Dicloman tarissement. On trouve également des antiparasitaires comme Baymec, Sebacil (phoxim), Belben (albendazole), des anti-infectieux comme la Terramycine, des anti-inflammatoires comme dexacortyl (Dexamethasone), des solutions de réhydratation des veaux comme Spéciale 2411 et des traitements pour la maîtrise des cycles sexuels comme Crystar (Norgestomet).

#### 6.6.8 Etude rétrospective de la production laitière au niveau des fermes F1 et F4

##### 6.6.8.1 Au niveau de la ferme F1

L'analyse des données enregistrées lors des contrôles laitiers de 140 lactations appartenant à 97 vaches a révélé que la durée moyenne de lactation est de  $326,4 \pm 81,5$  jours (CV=25%) et que la quantité quotidienne moyenne par vache par jour durant la période de 1999 à 2006 est de  $12,9 \pm 5,7$  l/j (CV=43,9%). Durant la période allant de janvier 2006 à mars 2007, la moyenne technique par vache était de 12,89 l/j et la moyenne économique est de 9,86 l/j (figure 6.28).

La quantité moyenne quotidienne varie en fonction de plusieurs facteurs notamment le rang de lactation ( $p < 0,001$ ), le mois de lactation ( $p < 0,000$ ) et la saison de vêlage ( $p < 0,05$ ). Par contre, il n'a pas eu de différence significative entre les quantités moyennes produites par les pies noires ( $13,6 \pm 5,2$  l/j ; CV=38,2%) et celle des pies rouges ( $13,4 \pm 3$  l/j ; CV=32,3%).

66,7 % des pics de lactation ont eu lieu au cours des deux premiers mois de la lactation (98,6% au cours des quatre premiers mois). Les vaches produisent, en moyenne, 18,9 L (19,4 L pour les pies noires contre 18,02 L pour les pies rouges ( $p < 0,05$ ), 21,3 L pour les multipares contre 19,2 L pour les primipares ( $p < 0,001$ ) à leurs pics de lactation (moyenne de 213 pics de lactations de 97 vaches).

Tableau 6.15 : Variation des quantités produites par vache en fonction du mois et du rang de lactation, de la race et de la saison de vêlage au niveau de la ferme F1.

Facteur	Mois de lactation	Effectif	Moyenne	Ecart-type	CV	Sign.
Mois de lactation	1	224	16,2a	4,8	29,7%	***
	2	214	16,8a	4,9	29,4%	
	3	202	16,4ba	4,7	29,0%	
	4	189	15,1b	4,4	29,0%	
	5	185	14,3c	3,8	26,8%	
	6	167	14,3c	3,9	27,5%	
	7	157	12,3d	3,8	31,4%	
	8	148	11,7de	3,9	33,0%	
	9	140	11,0ef	3,9	35,8%	
	10	115	10,4f	4,1	39,5%	
	>10	261	7,2g	2,9	38,2%	
Rang de lactation	1	997	13,4a	4,8	35,8%	***
	2	532	12,4b	4,9	39,3%	
	3	321	15,7c	4,9	31,0%	
	4 et plus	143	14,9c	5,3	35,9%	
Race	Pie noire	1471	13,6	5,2	38,2%	ns
	Pie rouge	531	13,4	4,3	32,3%	
Saison du vêlage	hiver	47	14,3a	3,2	22,3%	*
	printemps	51	12,7b	2,8	22,0%	
	été	40	14,2a	2,7	19,3%	
	Automne	16	12,3b	2,7	22,0%	

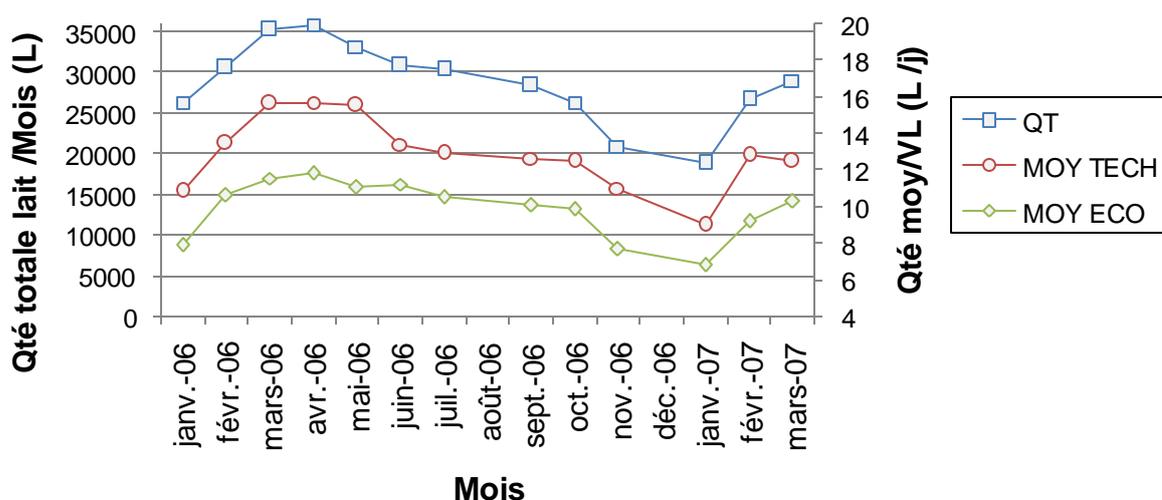


Figure 6.28 : Evolution des quantités totales (QT) et moyennes par vache et par jour (technique et économique) de janvier 2006 à mars 2007 au niveau de la ferme F1.

#### 6.6.8.2 Au niveau de la ferme F4

L'étude de 77 lactations de 47 vaches de race montbéliarde a donné les résultats suivants :

La quantité moyenne produite par vache et par jour est de  $8,3 \pm 3,9$  l/j (CV=47,9%) ;

La production laitière journalière varie en fonction du mois de lactation ( $p < 0,05$ ). Les quantités moyennes les plus élevées correspondent à celles enregistrées au cours des 90 premiers jours de lactation. Les multipares produisent plus que les primipares ( $p < 0,0001$ ) et les vaches ayant vêlé en hiver et en début de printemps produisent plus de lait que celles qui ont mis bas en été ou en automne ( $p < 0,001$ ).

La quantité moyenne enregistrée Lors des pics de lactation est de  $14,4 \pm 3,3$  l/j (max=21 l/j ; CV=23,2%). Cette quantité a varié en fonction du rang de lactation ( $p < 0,05$ ). Ainsi, les vaches multipares ont produit, en moyenne, 15,7 l/j lors de leurs pics de lactation contre 10,8 l/j pour les primipares.

Par ailleurs, L'étude de la variance des quantités de lait produit par traite de 30 vaches multipares de race montbéliarde mesurées au cours du mois de juin 2007 (trois mesures par traite et par vache) a montré que le rendement laitier varie aussi en fonction du mois et de la saison de vêlage ( $p < 0,05$ ). Les quantités enregistrées les plus élevées correspondent aux vaches ayant vêlées en fin hiver - printemps (8,5 l/j contre 5,8 l/j pour celles qui ont vêlé en été - automne). L'analyse des quantités produites par traite a montré qu'une vache produit, en moyenne,  $3,6 \pm 1,8$  litres lors de la traite du matin et  $3,5 \pm 1,63$  litres lors de la traite du soir (les CV respectifs sont 49% et 45%). La quantité maximale enregistrée par traite est de 8 litres.

En fin, l'analyse des documents de la ferme de 2002 à 2007 a indiqué que le rendement laitier moyen par vache traite est par jour (le rapport des quantités mensuelles produites au cours de 54 mois sur le nombre de vaches traitées de chaque mois) est  $9,2 \pm 2,2$  l/j avec un CV de 24,2% (Figure 6.29).

Tableau 6.16 : Variation des quantités produites par vache en fonction du mois et du rang de lactation et de la saison de vêlage au niveau de la ferme F4.

Facteur	MOISLACT	Effectif	Moyenne	Ecart-type	CV	Sign.
Mois de lactation	1	29	11,1d	5,2	47,0%	**
	2	29	9,7cd	4,0	41,5%	
	3	35	8,8bc	3,6	41,2%	
	4	37	7,5ab	2,7	36,4%	
	5	34	6,8a	3,4	50,2%	
	6	39	8,3abc	4,1	49,5%	
	7	28	8,6abc	4,0	46,5%	
	8	29	8,3abc	4,1	49,9%	
	9	19	7,2ab	3,8	52,9%	
	10	2	10,0abcd	8,5	84,9%	
	>10	20	6,9a	2,0	32,1%	
Rang lact	Primipares	38	6,6a	3,5	52%	***
	multipares	186	9,1b	4,2	46%	
Saison du vêlage	hiver	29	8,6a	3,4	39,4%	**
	printemps	10	8,4a	2,8	32,8%	
	été	15	5,6b	1,9	33,6%	
	Automne	26	6,1b	2,9	47,2%	

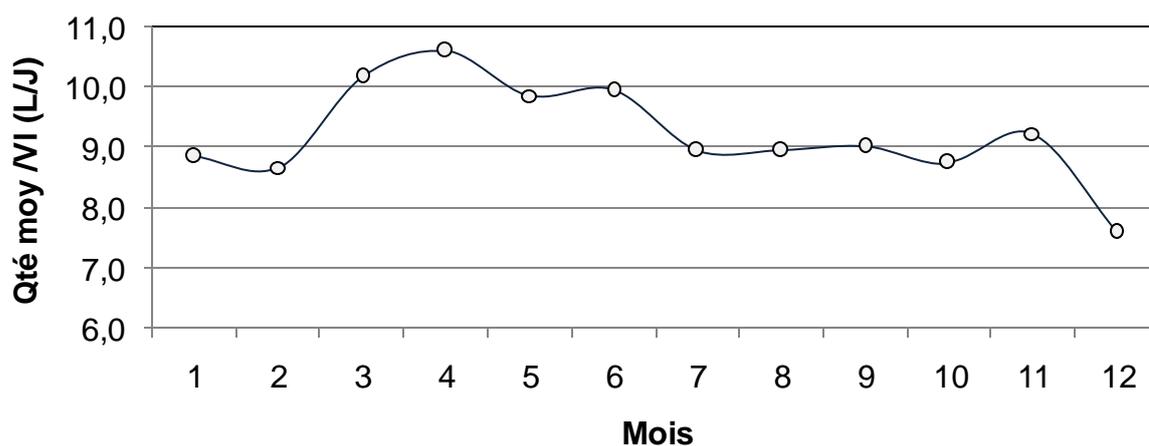


Figure 6.29 : Evolution du rendement laitier moyen par vache et par jour au cours d'une année au niveau de la ferme F4.

La comparaison des productions moyennes quotidiennes par vache au niveau des deux élevages F1 et F4 souligne l'importance du facteur élevage et son influence sur la production laitière.

Tableau 6.17 : Influence du facteur élevage et comparaison des moyennes des fermes F1 et F4.

Facteur	FERME	Effectif	Moyenne	Ecart-type	CV	Sign.
Elevage	F1	2002	13,6a	4,9	36,7%	***
	F4	304	8,3b	3,9	47,9%	

#### 6.6.9 Etude rétrospective de la reproduction au niveau des fermes F1, F3 et F4

##### 6.6.9.1 Composition du troupeau par classe d'âge

L'âge moyen des vaches des trois fermes est de  $5,97 \pm 2,42$  ans (CV=40,5%). La classe d'âge de 2 à 6 ans représente 60% de l'effectif total considéré.

##### 6.6.9.2 Fréquences de vêlages

Cette étude est portée sur un ensemble de 778 dates de vêlages enregistrées au niveau des trois fermes étudiées. Pour l'ensemble des données, le pic de vêlage se situe au mois de janvier au cours duquel 14% des vêlages ont eu lieu. Ce cas de figure 6.30 est remarquable notamment dans les fermes F1 et F3 où, respectivement, 19% et 23% des vêlages sont enregistrés au cours de ce mois. Un deuxième pic est remarqué pour la ferme F3 au cours des mois d'août et septembre (18% des vêlages). En ce qui concerne la ferme F4, les pics de vêlages sont plus discrets et ne dépassent pas 12% (mois de mai).

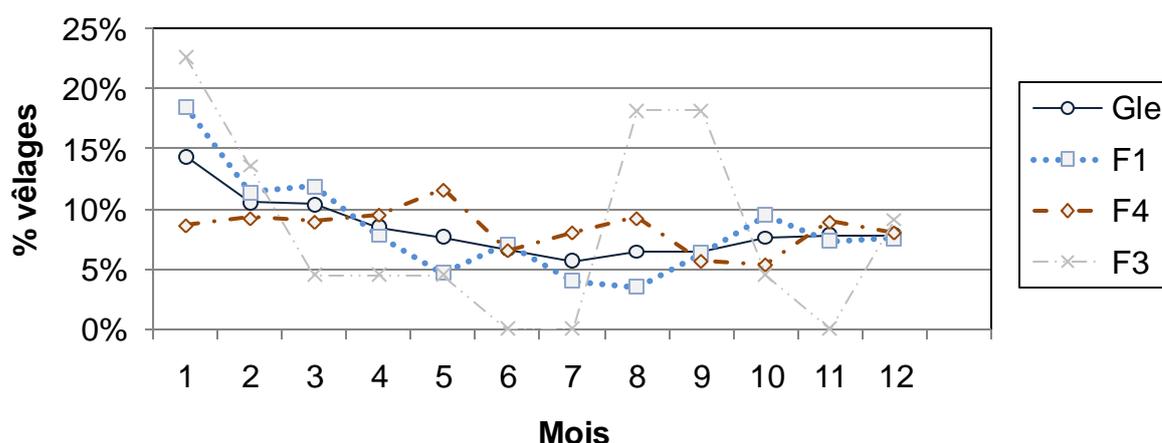


Figure 6.30 : Répartition des 778 vêlages en fonction du mois.

Par ailleurs, l'étude de la répartition des vêlages en fonction des saisons a indiqué qu'à l'exception de la F3 où 56% des vêlages sont condensés en hiver printemps que 68% et 61% des vêlages des fermes F1 et F4 (55% pour l'ensemble des 3 fermes) ont eu lieu durant la période automne hiver. Cependant, cette condensation des vêlages en fonction des saisons est, statistiquement, non significative ( $p > 0,05$ ).

#### 6.6.9.3 Ages au premier vêlage

L'âge au premier vêlage moyen des trois fermes est de  $32,7 \pm 4,3$  mois (CV=13,2%). Les moyennes des trois fermes prises individuellement sont statistiquement très différentes ( $p < 0,0001$ ). La moyenne la plus basse revient à la ferme F3 ( $27,7 \pm 2,0$  mois avec un CV=7,4%) où toutes les vaches ont vêlées entre 24 et 30 mois. Le taux de vaches ayant vêlées pour la première fois à un âge inférieur à 30 mois au niveau de la ferme F4 est de 35% (13% pour la ferme 1). La saison de naissance affecte l'âge au premier vêlage ( $p < 0,001$ ). Les génisses qui naissent en automne ou en hiver vêlent plus jeunes que celles qui sont nées en été ou au printemps. L'année également agit sur ce paramètre ( $p < 0,05$ ). Les vaches pies noires atteignent leur maturité sexuelle plus précocement que les vaches pies rouges ( $p < 0,0001$ ).

#### 6.6.9.4 Intervalle moyen de vêlages

L'intervalle moyen entre vêlages est de  $442,1 \pm 131,3$  jours (CV=29,7%). Les IVV moyen enregistrés au niveau des fermes F1 et F4 (428,3 et 442,3 jours respectivement) sont plus courts que celui de la ferme F3 qui est de 559,8 jours ( $p < 0,001$ ). Dans l'ensemble, 58% des IVV dépassent 390 jours et ce taux atteint 87% au niveau de la ferme F3.

##### 6.6.9.4.1 Intervalles moyens de vêlages par numéro de lactation

On distingue une zone à IVV longs (v2v1 et v3v2) dont les moyennes sont, respectivement, de 448,5 (CV=27,1%) et 462,7 jours (CV=32,8%) et une zone à IVV courts (v4v3 et plus) de 409,4 jours (CV=29,7%). On constate donc une diminution de l'IVV avec l'augmentation du nombre de lactation.

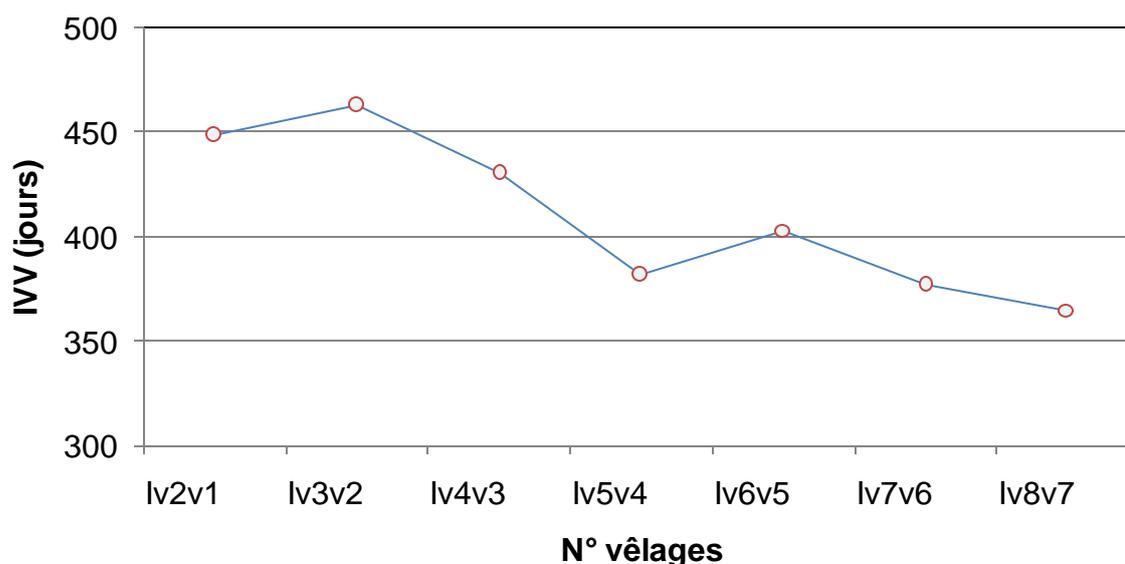


Figure 6.31 : Distribution des intervalles moyens de vêlages par numéro de lactation.

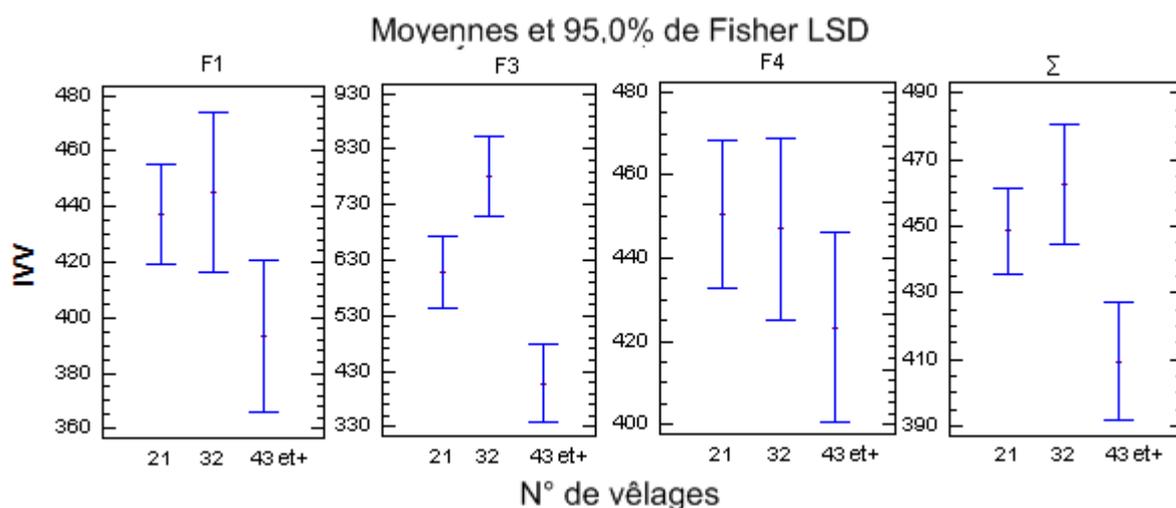


Figure 6.32 : Intervalles moyens de vêlages en fonction du numéro de lactation au niveau de chaque ferme.

#### 6.6.9.4.2 Intervalles moyens de vêlages par mois

Les IVV moyens les plus courts, que ce soit pour l'ensemble ou par ferme, correspondent particulièrement aux mois de février et mars tandis que les plus longs correspondent, en outre, aux mois d'août, et septembre (figure 6.33).

#### 6.6.9.4.3 Intervalles moyens de vêlage par an

L'année du vêlage précédent influe sur la durée de l'intervalle entre vêlages ( $p < 0,001$ ). On distingue des années à IVV moyens longs comme 2000 et 2002 entre autres et des années à IVV moyens courts n'excédant pas les 400 jours comme 1999 et 2005.

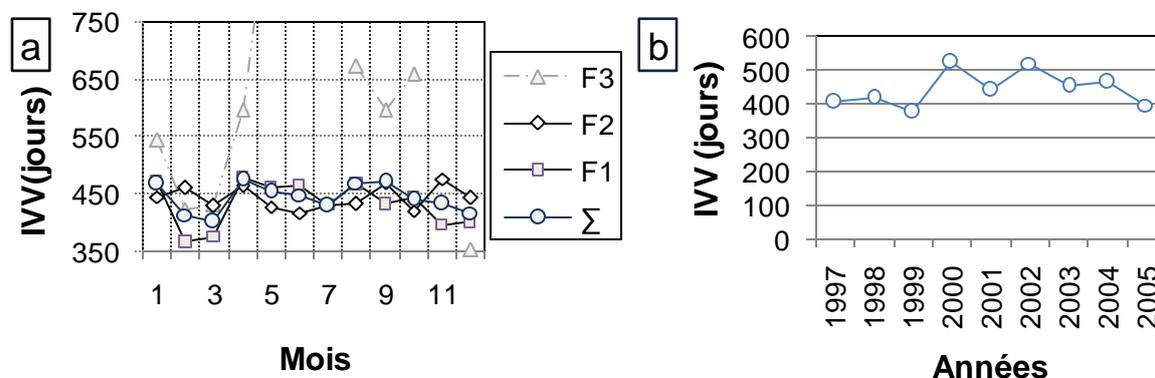


Figure 6.33 : Evolution des intervalles moyens entre vêlages par mois (a) et par an (b).

Tableau 6.18 : Résumé des paramètres de reproduction des trois fermes.

Paramètre	Effectif	Moyenne	Ecart-Type	CV
IVV	396	442,1	131,3	29,7%
AGE1VEL	194	32,7	4,3	13,2%
AGE (ans)	322	6,0	2,4	40,5%
NBINS	220	2,2	1,4	64,2%
IV1INS	448	97,6	72,5	74,3%
IVIF	287	175,4	139,4	79,5%
IV1CH	167	79,2	52,3	66,0%

Tableau 6.19 : Résumé des paramètres de reproduction par ferme.

Paramètre	Stat	F1	F2	F3	Total
IV – V	effectif	186	194	16	396
	moyenne	428,3a	442,3a	599,8b	442,1
AGE 1 <sup>e</sup> VEL	effectif	78	110	6	194
	moyenne	34,4a	31,7b	27,8c	32,7
AGE	effectif	183	133	6	322
	moyenne	6,0a	5,8a	8,7b	6,0
NB INS	effectif	107	107	6	220
	moyenne	2,3a	2,1a	2,1a	2,2
IV - 1 <sup>e</sup> INS	effectif	166	262	20	448
	moyenne	80,0a	96,5b	257,5c	97,6
IV – IF	effectif	82	189	16	287
	moyenne	156,1a	169,6a	344,1b	175,4
IV – 1 CH	effectif	167	-	-	-
	moyenne	79,2	-	-	-

Tableau 6.20 : Positionnement des résultats de reproduction obtenus par rapport aux normes.

Critères	limites	F1		F2		F3		TOUTES		Normes
		n	%	n	%	n	%	n	%	%
Age au 1 <sup>e</sup> vêlage	<30 mois	10	13	38	35	6	100	54	28	-
	>30 mois	68	87	72	65	-	-	140	72	-
Int. entre vêlage	<365 jours	81	32	82	31	2	13	165	31	>85
	>365 jours	105	68	112	69	14	88	231	69	<15
Int. vêlage - 1 <sup>e</sup> chaleur	<60 jours	74	44	-	-	-	-	-	-	>90
	>60 jours	93	56	-	-	-	-	-	-	<10
Int. vêlage- 1 <sup>e</sup> Insémination	<70 jours	91	55	109	42	2	10	202	45	>85
	>70 jours	75	45	153	58	18	90	246	55	<15
Int. vêlage - I. Fécondante	<110 jours	37	45	79	42	2	13	118	41	>85
	>110 jours	45	55	110	58	14	88	169	59	<15
N inséminat <sup>o</sup> /conception	<1,7 jours	49	46	47	44	3	50	99	45	
	>1,7 jours	58	54	60	56	3	50	121	55	

#### 6.6.10 Résultats supplémentaires concernant la ferme F4

##### 6.6.10.1 Mouvement du cheptel

Les vaches sont réparties en quatre groupes : allaitantes, traites, sous-productrices et tarées. Les génisses sont réparties en quatre catégories en fonction de l'âge : de 8 à 15 mois, de 15 à 21 mois, de 21 à 30 mois et plus de 30 mois. Les vaches sont réparties en deux catégories d'âge soit : de la naissance à 2 mois et de 2 à 8 mois (avant novembre 2006) ou de la naissance à 6 mois et 6 à 12 mois (novembre 2006 et après).

Durant la période d'avril 2005 à juillet 2007, les vaches représentaient, en moyenne,  $47,1 \pm 0,1\%$  de l'effectif total (CV=13,7%). Les vaches productrices regroupant les catégories de vaches traites, allaitantes et sous productrices représentaient  $81,3 \pm 0,1\%$  de l'effectif des vaches présentes (CV=9,4%).

Les génisses (8 mois et plus), quand à elles, représentaient  $16,5 \pm 7,7\%$  de l'effectif total (CV=46,6%). En 28 mois (durée de la période suscitée), entre 20 à 34 génisses ont passé du statut de génisses au statut de vaches ce qui correspond à un taux de renouvellement annuelle d'environ 25% (entre 19 et 32%).

Les causes de la réforme des vaches sont l'infertilité, la sous-production et l'âge des vaches. Ainsi, à titre d'exemple, en janvier 2006, 24 vaches ont été réformé à cause de : l'infertilité (7 vaches soit 29%), la faiblesse de production laitière (14 vaches soit 58%) et l'âge (3 vaches soit 13%).

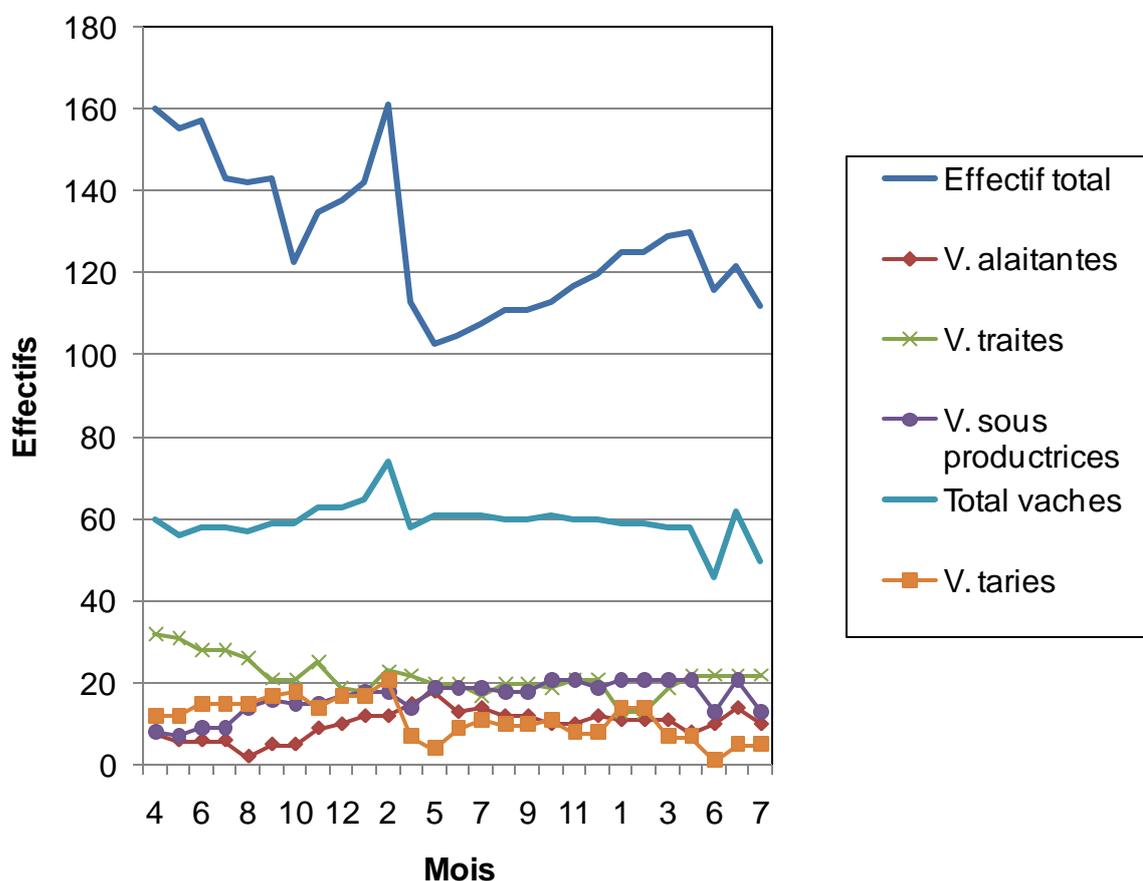


Figure 6.34 : Evolution de l'effectif total et de l'effectif des vaches (total et par catégorie) d'avril 2005 à juillet 2007 au niveau de la ferme F4.

Les mâles, toutes catégories confondues (veaux, taurillons et taureaux) représentaient, en moyenne durant la période suscitée,  $16,3 \pm 5,5\%$  de l'effectif total (CV=33,4%). La part moyenne des veaux (0 à 6 mois) de l'effectif des mâles durant cette période est de  $65,8 \pm 26,6\%$  (CV=43,4%). En ne prenant en compte que la période s'étalant de novembre 2006 à juillet 2007, cette part moyenne s'élève à  $91,8 \pm 1,0\%$  (CV=1,1%) malgré que la part des mâles de l'effectif total reste sensiblement la même. Cette augmentation de la part des veaux de l'effectif des mâles s'explique par le fait que les mâles sont généralement vendus, au plus tard, à l'âge de 6 mois. De Deux à trois taureaux de plus de 30 mois sont gardés pour la saillie.

Tableau 6.21 : Variation des parts des différentes catégories de vaches et des mâles de l'effectif total au cours de la période 2005-2007.

Catégorie	Part moyenne	Ecart-type	CV
% Vaches de l'eff. Total	47,1%	6,3%	13,4%
% Mâles de l'eff. Total	16,3%	5,5%	33,4%
% V. traites de l'eff. Total	17,0%	2,7%	15,9%
% V. traites du total Vaches	36,7%	8,5%	23,0%
% V. S/productrices du total Vaches	27,7%	6,8%	24,7%
% V. allaitantes du total Vaches	16,9%	5,7%	33,7%
% V. productrices <sup>(*)</sup> du total Vaches	81,3%	7,5%	09,2%
% V. tarées du total Vaches	18,7%	7,5%	40,2%

\* V. productrices = V. traites + V. s/productrices + V. allaitantes

Le taux de mortalité annuel moyen est d'environ 2% (moyenne de 67 mois). C'est surtout les jeunes animaux (veaux et velles) ( $\approx 2/3$  des cas) et les femelles ( $\approx 4/5$  des cas) qui sont plus touchés. Durant cette même durée (67 mois), 105 animaux ont été vendus soit une moyenne d'environ 19 animaux vendus par an. Parmi ces 105 animaux vendus 41% sont des mâles et 30% sont des jeunes à peine sevrés (0 à 6 mois d'âge).

#### 6.6.10.2 Poids des génisses

Le poids vif moyen de 86 génisses « pies rouges » âgées de 21 à 31 mois élevées au niveau de la ferme de Médéa est de  $297,6 \pm 40,5$  kg et varie de 210 à 370 kg (CV=14%). 88 génisses dont l'âge est égal ou supérieur à 31 mois ont des poids variant de 280 à 515 kg (CV=13%) avec une moyenne de  $385,2 \pm 50,6$  kg. Les poids maximaux enregistrés respectivement à un an, à 15, à 31 et plus de 31 mois d'âge sont 160, 280, 370 et 515 kg.

Tableau 6.22 : Poids des femelles « pies rouges » de la naissance à l'âge adulte au niveau de la ferme de Médéa.

Catégorie d'âge	AGE MOY	NBRE	Poids MOY	Ecart Type	CV	MIN	MAX
0-2	1	86	51,7	27,0	52%	25	105
0-6	3	30	82,3	25,6	31%	40	130
2-8	5	161	95,2	26,3	28%	44	175
6-12	9	43	100,0	19,8	20%	70	160
8-15	11,5	142	170,6	37,8	22%	110	275
12-15	13,5	36	178,8	38,9	22%	125	280
21-31	26	86	297,6	40,5	14%	210	370
31+	31	88	385,2	50,6	13%	280	515

Le GMQ des génisses de différents âges (de la naissance à 30 mois d'âge) est de  $421,7 \pm 171,4$  g/j (CV=40,7%). Le tableau 6.23 détaille les GMQ des génisses par catégorie d'âges.

Tableau 6.23 : GMQ (g/j) des génisses de différentes catégories d'âges au niveau de la ferme de Médéa.

AGE	Nb Mois	Nb Pesées	Moyenne	Ecart-type	CV	Minimum	Maximum
(0-2)	7	44	536,9	179,7	33,5%	312,5	797,6
(2-8)	9	117	371,3	92,3	24,9%	222,2	455,6
(21-30)	1	5	562,6	-	-	562,6	562,6
(8-15)	9	99	366,8	196,9	53,7%	57,4	645,2
Total	26	265	421,7	171,4	40,7%	57,4	797,6

## CHAPITRE 7 DISCUSSION

### 7.1 Réseaux de collecte

Dans la partie de l'étude portée sur les réseaux de collecte, une forte saisonnalité de la production laitière (voir appendice I), qui constitue le problème majeur des laiteries transformant le lait frais [155], a été remarquée. En effet, la production laitière se répartit de façon assez inégale sur l'année entre des mois de forte production (décembre à mai) et des mois où celle-ci est beaucoup plus faible (juin à novembre). Cette répartition contraste avec celle relativement stable de la consommation de produits laitiers [156].

Le rapport moyen (de 1994 à 2007) entre les saisons à haute (hiver ou printemps) et à basse (été ou automne) production, qui est de 1,4, illustre cette saisonnalité jugée forte par Delmotte E. et al. [156] dans une étude faite dans la région Lorraine en France où ils ont trouvé un rapport similaire (1,5).

Dans le même ordre d'idée, le rapport moyen entre les mois à production max (pic) et à production min (creux) de la période (1994 à 2007) qui est de 1,7 (il varie de 1,3 à 3,4) est pratiquement le même trouvé dans la région de lorraine (1,7 variant de 1,3 à 3,7). Pour 2007, le rapport des mois (Pic/creux) est de 1,99 et correspond à celui signalé au Maroc (1,9) par la Centrale Laitière [157]. Ce rapport élevé témoigne de la dépendance des élevages vis-à-vis des pâturages, de l'indisponibilité de stocks fourragers et/ou de la faiblesse des soles fourragères dans ces exploitations [157].

Cette saisonnalité de la production laitière est accompagnée par la variation des nombres et fréquences de livraisons en fonction des saisons (voir figure 6). La diminution des quantités livrées s'accompagne de la réduction du nombre des éleveurs qui livrent quotidiennement et de l'augmentation du nombre de livraisons intermittentes et inversement.

Ces périodes de baisses de quantités livrées font écarter d'avantage les dirigeants des laiteries des objectifs fixés (les 80000 l/j pour Sidi-sâada et l'augmentation du taux d'intégration du lait cru au niveau de Blida). Delmotte E. et al. [156] suggère qu'une meilleure linéarité dans la production laitière passe par une action résolue au niveau de la conduite de l'élevage des génisses de façon à obtenir des vêlages en contre-saison (printemps) ou des vêlages étalés sur l'année. Il importe donc de donner aux éleveurs les moyens de mieux maîtriser la conduite de leur troupeau afin de stabiliser les périodes de livraison de lait. C'est un enjeu à la fois pour le producteur qui souhaite gérer au mieux son temps de travail et pour le transformateur qui cherche à rentabiliser ses outils et répondre aux besoins des consommateurs qui sont constants sur l'année [158].

## 7.2 Caractéristiques des laits

Les résultats des analyses du lait confirment la variabilité des différents paramètres physico-chimiques et hygiéniques du lait qui est notamment très remarquable pour la température du lait (34%), les germes totaux (CV=26%) et le taux butyreux (CV=16%).

D'une manière générale, les valeurs moyennes obtenues pour l'acidité (16,7 et 17,1), la densité (1028,8 et 1029) et le point de congélation (-0,52) des différents laits analysés que ce soit des éleveurs, des collecteurs ou des centres de collecte se situent dans le cadre des valeurs retenues comme normales pour le lait de vache [53].

Tandis que celles de l'extrait sec total (122,8 g/l) et surtout du taux butyreux (dont les moyennes vont de 32 à 34,3 g/l) et des germes totaux ( $1,5 \times 10^6$  germes/ml) sont substantiellement loin des normes admises dans les pays d'origine des vaches utilisées et même des pays voisins tel le Maroc pour le taux butyreux. Ainsi, dans son étude sur 76 exploitations de la région Rabat-salé Zemmour Zaër, Sraïri [53] a signalé un TB moyen du lait de mélange de 37,5 g/l qui est supérieur de 3,4 à 5,7 g/l aux moyennes suscitées.

En ce qui concerne les germes totaux, la moyenne trouvée est largement inférieure à celle signalée par Aissaoui Zitoun et Zidoune [159] dans la région de Constantine ( $8,5 \times 10^{10}$  germes/ml), inférieure à celles rapportées par El-Raffey [160]

en Egypte qui sont de  $44 \times 10^6$  et  $9 \times 10^6$  germes/ml mais dépassent de loin celle des plus mauvais laits acceptés par les industriels au niveau des pays occidentaux.

À titre d'exemples :

- En Norvège, un éleveur dont le lait est chargé de plus de  $3 \times 10^4$  germes/ml subit une réfaction du prix et si la charge excède le seuil de  $10^5$  germes/ml le lait est rejeté par les transformateurs et c'est le cas dans tous les pays d'Europe [20]. Si jamais cette norme est appliquée à Rélizane, six éleveurs sur sept (86%) verraient leurs laits refusés et, parmi les restants (14%), 71% (presque trois éleveurs sur quatre) auraient subi des retenues sur le prix du lait ! Ainsi, tous les échantillons de laits analysés peuvent être qualifiés de mauvaises (14%) à très mauvaise (86%) qualité hygiénique.
- En Bretagne (France), 97,26% des résultats des éleveurs dont le lait a été analysé au CINTERLIV 2003 (laboratoire interprofessionnel de Bretagne) sont inférieurs à 50 000 germes/ml [161].
- Au début des années 1990, dans les pays occidentaux tel la France, étaient considérés comme ultra-propres (ou pauci-microbiens) les laits contenant moins de 50 000 germes/ml alors qu'aujourd'hui (2005), il existe un fort pourcentage de laits renfermant moins de 10 000 germes/ml et un pourcentage non négligeable de laits à moins de 5 000 germes/ml [162].

### 7.3 Facteurs de variation

Les différentes caractéristiques du lait ont présenté une variabilité importante, d'un élevage à un autre et au cours de l'année [15].

Globalement, nous avons constaté que la matière grasse, les extraits secs total et dégraissé ont montré une même variation pendant la lactation: les valeurs supérieures sont au début et à la fin de l'année et les plus basses aux mois de juin, juillet et août. Ces résultats concordent avec ceux de Veinoglou et al [163] en Grèce.

Cette variabilité s'explique essentiellement par la conduite des animaux qui est fortement liée aux conditions climatiques des différentes zones de la région d'étude [15].

Parmi les facteurs liés à la conduite d'élevage, on retrouve en premier lieu l'alimentation. Ainsi, le taux butyreux moyen le plus proche des normes (37,3 g/l) des élevages de la classe 5 et, d'un degré moindre, celui de la classe 4 (33,2 g/l) est relié à l'utilisation moins importante des concentrés par rapport aux autres élevages notamment des classes 1 et 2 et peut être aussi à la présence du vert dans la ration des vaches vue l'assise foncière importante de certaines fermes de cette classe (SAU moyenne 15,7 ha) et la présence du pâturage (pour la classe 5).

L'utilisation de quantités importantes de concentrés par les éleveurs des deux classes (1 et 2) s'est traduite par des rendements laitiers les plus élevés et des taux butyreux parmi les plus faibles. En effet, comme c'est bien connu et mentionné par de nombreux auteurs cités par Coulon et al 1991 [80] tel Jarrige et Rossetti 1957, Spike et Freeman 1967, Shultz et al 1990..., les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent en sens inverse à la quantité de lait produite.

L'effet des concentrés sur la variation du taux butyreux est bien connu et mentionné par de nombreux auteurs (Journet et Chilliard 1985, Sutton 1989 cités par Agabriel et al. [15] et Bocquier et Caja [164]). En effet, du fait de leur densité énergétique élevée et des constituants qui les composent (amidon, parois digestives), ils peuvent modifier les taux butyreux et protéiques notamment lorsqu'ils sont distribués en grandes quantités en les abaissant. Cet effet sur la composition du lait est attribué à une dégradation rapide des glucides non pariétaux dans le rumen, abaissant ainsi sévèrement le pH et modifiant la quantité et la composition des protéines microbiennes synthétisées, et à une moindre dégradation des glucides pariétaux.

Ajouté à cela, quasiment tous les laits (94%) appartenant à la classe 5 sont produits pendant la période automne-hiver coïncidant avec l'avancement du stade de lactation et de gestation de la plupart des vaches dont les effets sur le taux butyreux et la production laitière sont bien connus [80, 165, 22, 164, 166, 167, 168]. En effet, l'avancement du stade de gestation (et donc de lactation) diminue la persistance de la production laitière et augmente les teneurs en matières grasses et protéiques [80].

Par ailleurs, en plus des effets conjoints du stade physiologique et des facteurs alimentaires sur les performances des vaches et la composition du lait qui

masquent son effet, la saison, par l'intermédiaire de la durée du jour et des températures notamment, contribue à l'explication des variations du rendement et de la qualité chimique du lait constatées [80].

Par ailleurs, du fait que les différences génétiques entre troupeaux sont faibles par suite d'une grande similitude dans les choix génétiques des éleveurs [169] (races pie noires et/ou pie rouges pour la plupart), l'effet race n'a pas été inclus dans l'analyse statistique,

Le taux butyreux et le rendement laitier par vache les plus faibles de la classe 3 peuvent être rattachés au type de concentré "croissance", connu pour sa richesse en amidon, distribué par la majorité (67%) des éleveurs de cette classe qui est destiné plutôt à l'engraissement qu'à la production de lait. En effet, selon Sutton 1984 cité par Sraïri et al 2005 [5], l'abondance de concentrés de type amidon tels que les céréales déprécie le taux butyreux. Par ailleurs, puisque 97% des laits de cette classe sont des laits d'automne ou d'été, l'avancement du stade de lactation des vaches peut expliquer le rendement laitier faible [165, 22, 164, 166, 167, 168] mais pas le taux butyreux particulièrement bas. Cependant, comme l'ont bien mentionné Coulon et al 1991 cités par Agabriel et al. [169], la période estivale reste par ailleurs une période difficile : malgré l'avancement du stade physiologique, favorable à l'avancement des taux, ceux-ci sont les plus faibles en juillet-août, sous l'effet cumulé de la saison et surtout d'une gestion difficile des apports alimentaires à cette période.

Le système quasiment hors sol (SAU moyenne 3 ha et concentration de ces élevages dans les zones urbaines ou périurbaines) et extensif (nombre de vaches moyen de 6 vaches) des fermes de cette classe (la classe 3) associé au manque de fourrages dans la ration surtout pendant cette période (été – automne) peut être également incriminés. La conduite hors-sol des élevages est d'ailleurs illustrée par l'inexistence de relation significative entre la SAU et le nombre de vaches (test de khi2) comme l'ont signalé d'autres auteurs [170]. De plus, comme il a été déjà mentionné auparavant, les éleveurs ayant des assises foncières préfèrent les cultures plus spéculatives que les fourrages.

La saison joue un rôle dans la variation de l'acidité du lait d'une classe à une autre. Ainsi, la différence d'acidité des laits des classes 1, 3 et 5 dont les acidités moyennes dépassent de peu la limite supérieure des valeurs normales par rapport aux classes 2 et 4 dont les acidités moyennes sont dans les « normes » serait due à la prédominance des laits d'été et d'automne « saisons caractérisées par des fortes températures ambiantes (surtout pour les classes 3 et 5) » et ceux d'hiver et de printemps « saisons caractérisées par des températures plus fraîches (pour les classes 2 et 4 surtout la 2) ». Les valeurs moyennes de l'acidité de ces deux dernières classes peuvent témoigner d'un bon état de conservation du lait [171].

Par ailleurs, l'association température élevée et forte contamination en germes (bactéries lactiques) fait augmenter l'acidité du lait et accélère le processus de sa coagulation [172].

Aussi, l'augmentation de l'acidité du lait lorsqu'elle est involontaire est un signe de mauvaise hygiène et d'un développement intense de micro-organismes (mauvais refroidissement, mauvaise pasteurisation, durée trop longue du transport, par exemple) [60].

L'avancement du stade de lactation peut également être un élément explicatif de l'acidité des classes à forte acidité (classes 1, 3 et 5). En effet, l'avancement du stade de lactation conduit à une diminution de la production laitière et le lait devient plus concentré en protéines (la proportion des caséines précipitables par l'acide acétique d'environ de 25% à 30% de l'ESD au début de lactation passe à 40% ou plus en fin de lactation [173] donc plus acide [56]. Le fait que ces classes (surtout la classe 3 et 5) renferment des élevages de faibles tailles donc à fréquences de livraison intermittentes (durée de conservation dans la ferme  $\geq$  48h) et, éventuellement, sans moyens de conservation du lait expliquerait d'avantage cette augmentation de l'acidité.

La densité moyenne inférieure aux normes (1028 à 1034) des laits des classes 3 et 5 (1026 et 1027 g/l) peut être due au mouillage du lait accidentel ou volontaire [41, 55, 172]. Par ailleurs, l'écémage seul du lait n'est pas envisageable puisque aucune des densités même celles prises par éleveur ne dépasse 1035 g/l à moins qu'il soit associé au mouillage [172].

Par ailleurs, les températures moyennes des laits de tank des cinq classes peuvent être qualifiées d'excessives. Elles sont dues au fait qu'environ un éleveur sur trois, essentiellement les petits éleveurs, manque de moyen de refroidissement du lait (cuves réfrigérantes) et aussi au climat Rélizanais connu pour son aridité qui lui a même valu, dans le temps, le nom de "Cayenne d'Algérie" [174].

La température constitue l'un des trois facteurs conditionnant la croissance microbienne à côté de la charge initiale en germes et la durée de conservation [175]. Il est bien connu que le lait est un milieu riche pour des différents germes qui se multiplient rapidement surtout à des températures gravitant autour de 30°C selon Freedman 1977 cité par Hempen et al. [176]. En effet, en considérant que dans du lait laissé à température de la traite (37 °C), une seule bactérie peut en donner deux toutes les vingt minutes, on imagine la rapidité avec laquelle croît le nombre de germes [177]. L'appendice J illustre parfaitement l'influence de la température sur l'évolution des bactéries dans le lait. Quant à l'appendice K, il montre l'intérêt de la réfrigération pour la conservation du lait.

Ainsi, les fortes charges microbiennes des cinq classes peuvent être expliquées, entre autre, par les conditions (températures) et les durées de conservations (fréquences de livraisons) notamment des petits éleveurs sans moyens. Cependant, même dans les fermes disposant de conditions avantageuses d'entreposage (réfrigération) du lait de sa récolte jusqu'à son écoulement, la qualité hygiénique reste très délétère. Ce qui témoigne de conditions de salubrité et de propreté insuffisantes, voire très mauvaises à l'échelle des étables [53]. Ainsi, ces conditions avantageuses ne masquent en aucun cas les pratiques générales d'hygiène fort décevantes (Michel et al 2001 cités par Sraïri et al. [178]).

Chatelin 1973 cité par FAO [177], a montré l'importance relative des contaminations du lait issues, en ordre décroissant, du matériel de traite mécanique ou manuelle (50 à 10000), de l'animal en particulier sa mamelle (20 à 200), de l'étable (1 à 10) et de l'intérieur de la mamelle (1 à 5).

Une expérience faite par Alais 1975 cité par FAO [177] a révélée que la stérilisation du matériel de traite en plus de son nettoyage réduit de 3 à 52 fois le nombre de germes par rapport au nettoyage seul. Le même auteur a effectué une

autre expérience qui a consisté à traire des vaches placées dans deux conditions successives (sol et mamelles propres / sol et mamelles sales) avec des ustensiles stérilisés et, il s'est avéré que la propreté du sol et de la mamelle réduit de 9 à 17 fois le nombre de germes [177].

Les moyennes particulièrement élevées des classes 4 et 5 peuvent être la conséquence, entre autre, de la pratique de la traite manuelle par un certain nombre d'éleveurs notamment de la classe 5. En effet, la traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque que ce dernier est souillé [53]. Cependant, d'autres auteurs [175] rapportent que le niveau de contamination est plus élevé pour la traite mécanique car elle met en œuvre un équipement plus important et plus difficile à nettoyer.

Par ailleurs, la moyenne relativement faible de la classe 3 (0,6 106 germes/ml) peut éventuellement être due à la taille réduite de ces élevages et la facilité relative de conduite hygiénique que peut engendrer un nombre réduit de vaches par rapport à des exploitations de grandes tailles.

La présence inévitable des germes est due à des contaminations d'origine intra-mammaire et extra-mammaire qu'il est nécessaire de limiter le plus possible en raison du rôle néfaste qu'elles peuvent avoir sur la conservation du lait et sur la qualité et le rendement des produits fabriqués [177]. Idéalement, il importe d'obtenir à la production un lait très peu chargé en micro-organismes et de refroidir ce lait le plus rapidement possible après la traite, à une température la plus proche de 0 °C et jamais supérieure à +4 °C (en pratique de +2 °C à +4 °C) [175].

Toutefois, de nombreux travaux ont démontré que les laits se différencient non seulement sur leur niveau en germes totaux mais aussi sur l'importance respective de la flore d'intérêt technologique et de la flore d'altération et qu'un niveau bas de la flore totale d'un lait ne garantit pas forcément son intérêt sur les plans technologique et sanitaire [179, 180]. Dans le même ordre d'idée, Beuvier et Buchin 2004 cités par Bouton et al. [162] rapportent que la charge globale d'un lait ne reflète pas sa qualité fromagère et qu'au-delà de la quantité de micro-organismes présents dans le lait, la nature de la microflore contribue pour une variété donnée, à la richesse aromatique

des fromages au lait cru. Enfin, un certain nombre de scientifiques craignent même les conséquences négatives que peut avoir la réduction de la biodiversité microbienne sur les deux plans technologique et sanitaire [179, 180]. Ce qui a déclenché des recherches pour identifier les leviers susceptibles d'agir sur la diversité microbiologique des laits [180].

Enfin, l'extrait sec confirme la qualité nutritive élevée des laits notamment de la classe 5 par rapport à ceux des autres classes surtout la 3 [171].

L'examen de l'ensemble des caractéristiques du lait montre, comme c'a été le cas dans l'étude de Bony et al. [12] à la Réunion (région de France d'outre-mer), qu'il n'existe pas dans la population enquêtée de classe idéale qui cumulerait à la fois des teneurs élevées en matières utiles (classe 5), une bonne qualité physique (classes 2 et 4), une moindre charge en germes (classe 3) et une production laitière élevée (classes 1 et 2). De même, l'examen des valeurs moyennes par exploitation montre qu'aucun élevage ne présente des laits, à la fois, riches chimiquement, de bonne qualité physique et à nombre de germes bas tout au long de l'année.

Ces observations mettent en évidence l'existence des voies d'amélioration possibles de la qualité chimique, physique et bactériologique du lait via des modifications des pratiques d'élevage notamment du rationnement des animaux, de l'hygiène du troupeau et de la traite ainsi que la conservation du lait.

#### 7.4 Pratiques d'élevage et rendements laitiers des six fermes suivies

Les fermes suivies, sont censées être des élevages phares notamment par le fait qu'elles sont gérées par des gens formés dans le domaine (mise à part la F2): vétérinaires, ingénieurs et/ou TS en agriculture et pour le potentiel dont elles disposent (surfaces fourragères, animaux, ouvriers...) (pour F1 et F4) qui peut leur permettre de rivaliser avec les élevages d'outre-mer ou du moins ceux des pays voisins.

Dans les bâtiments, la surface par vache répond ou dépasse les normes exigées pour les fermes suivies. Selon Otz [95], la quantité et la nature de la litière utilisée renseigne sur le confort et, éventuellement sur les risques de contamination des animaux. Vu la rareté et la cherté de la paille, les litières, si elles sont présentes,

sont en quantité et épaisseur réduites et sont souvent mouillées et souillées du fait des utilisations répétées. D'ailleurs, le comportement de léchage de l'eau observé peut signifier, entre autre, que la litière est très humide [95]. Selon Vagneur 2002 et Chassagne 2005 cités par Otz [95], le manque d'hygiène des locaux pour vaches taries explique souvent les mammites au vêlage. En effet, une mauvaise qualité de litière et un renouvellement insuffisant peuvent favoriser le développement de la population pathogène tels les coliformes fécaux et certains streptocoques dont le degré de contamination de la litière constitue un des principaux facteurs de risque des mammites dites "d'environnement" [95].

La séquence de distribution des aliments revêt une importance par le fait qu'elle permet notamment d'évaluer les risques d'acidose. Afin de stimuler la rumination avant la distribution du concentré, Ferre 2003 cité par Otz [95] suggère de distribuer du foin une demi-heure avant la traite. Cette recommandation n'est pas pratiquée dans les fermes suivies puisque l'aliment concentré est le premier aliment distribué (exception faite pour la ferme F2 où les vaches sortent très tôt au pâturage avant la traite).

L'aliment concentré distribué au niveau de la ferme F1 qui est fabriqué sur place (maïs, son et CMV) est assurément très pauvre en sources azotées sans doute par souci d'économie. La ration toute complète est également pauvre en azote au moins durant quatre mois durant l'année où aucun aliment spécialement azoté (ni fourrage ni concentré) n'est distribué. Pour la ferme F5 qui fabrique aussi sur place l'aliment concentré distribué, les drèches de brasserie sont utilisées comme source d'azote (MAT environ 30% [181]) en substitution du tourteau de soja (MAT > 40% [182]) incorporée dans les aliments composés fabriqué par des unités de fabrication d'aliments de bétail pour les mêmes raisons économiques.

L'effet de la réduction de la teneur azotée de la ration sur la production laitière et les réserves corporelles est décrit par l'article de Favardin et al 2003 [183] où on ils ont mentionné que le fait de réduire la teneur en protéines des régimes par rapport à l'optimum de 100 à 105 g de PDIE/UFL permet de réduire transitoirement la mobilisation des réserves en diminuant sensiblement la production laitière et que cet effet d'épargne des réserves ne dure que pendant une courte période lorsque la ration est offerte à volonté car l'ingestion est également abaissée.

La conduite alimentaire au niveau des fermes suivies est caractérisée par une large utilisation des concentrés. En effet, la quantité moyenne de concentré distribuée par vache et par an et la quantité de concentré par kg de lait sont, respectivement, jusqu'à 5 et 15 fois supérieures à celle des éleveurs bretons dits « économes en concentrés » [184]. Il existerait donc un gaspillage des concentrés dans la couverture des besoins d'entretien et/ou des erreurs de rationnement [178]. Ainsi, la production de lait se fait à coups de concentrés ce qui est d'ailleurs classiquement observé dans le sud Méditerranéen [178, 185] avec tout ce que produit un tel accroissement de l'apport de concentré qui, selon Sauvart [73], se traduit simultanément par une baisse de l'ingestion du fourrage et du TB et une augmentation de l'ingestion de l'ensemble de la ration, de la production du lait et de sa teneur en protéines et en lactose et, comme conséquence économique, l'augmentation des coûts de production.

Par ailleurs, la transition alimentaire tarissement – début lactation n'est respectée que dans 1 ferme sur 2 ce qui amplifie les problèmes métaboliques (acidose) au début de lactation.

Selon Schori [119], les vaches tarées doivent être affouragées comme des vaches avec une production de 6 kg de lait pour atteindre un état d'embonpoint optimal lors du vêlage ( $NEC=3,5$ ) pour une pleine expression de leur potentiel de production et pour ne pas compromettre leur fertilité.

Les poils ternes sont visibles sur des animaux maigres ou qui ont beaucoup maigri [95]. Ce phénomène a été observé même à des proportions importantes au niveau de deux fermes. Des vaches aux poils hérissés ont été également présentes ce qui peut évoquer l'existence d'ectoparasites. La présence de traitements antiparasitaires dans les élevages suivis le confirme.

L'aspect liquide des bouses est signe de transit rapide. Il est à relier à la proportion élevée de concentrés dans les rations distribuées. L'aspect terne et la présence de grains et de fibres indiquent que les rations sont déséquilibrées, mal formulées et doivent être révisées [95].

Les recommandations de nombreux auteurs [186, 63, 95, 46] concernant l'hygiène et les techniques de traite sont loin d'être respectées dans les élevages

suivies. Cependant, au niveau des fermes F2, F5 et F6, des efforts ont été tout de même fait pour s'en approcher.

Ainsi, l'élimination des premiers jets est non pratiquée dans trois fermes (F1, F2 et F3) et faite par terre ou dans le creux de la main dans les autres ce qui augmente le risque de contamination lors de la traite [63].

Le transfert des bactéries de la peau des trayons d'une vache à l'autre est favorisé par des lavettes déjà infectées, les mains du trayeur (sales ou plaies surinfectées) et les manchons trayeurs [187].

Un éleveur suivi sur deux trait les vaches à problèmes en dernier. Traire en dernier les vaches atteintes de mammites, diminue le risque de contaminer les vaches saines [63]. Egalement, pour les mêmes raisons, il faut traire les jeunes vaches avant les vieilles [46]. Ce dernier critère n'est respecté dans aucune des fermes suivies.

Selon Lévesque [63], On peut tolérer que 5 % de glissements de manchons au cours de la traite et 5 % de chutes de faisceaux. Ce n'est pas le cas dans les élevages enquêtés notamment les grandes fermes (F1 et F4) où les chutes de gobelets et les glissements de manchons sont très fréquents (4 vaches sur 10 et plus).

L'égouttage pratiqué dans toutes les fermes est, selon Leroy 1989 cité par Otz [95], à proscrire car de cette pratique peut résulter une entrée d'air qui dissipera une éventuelle contamination de l'un des quartiers vers les autres (phénomène d'impact). Ce phénomène peut également résulter de glissement de manchons traités précédemment et du grimpage.

Plusieurs travaux cités par Ben Hassen et al. [188] montrent que l'application d'une désinfection des trayons après la traite contribue à la diminution de la prévalence des SCN (Staphylocoques à Coagulase Négative) qui sont responsables de plus de 3% des cas de mammites subcliniques et 20% de cas de mammites cliniques et les plus fréquemment isolées avec un pourcentage de 41 % contre 29 % pour *S. aureus*.

Un plan de contrôle des mammites est en place depuis plusieurs années aux USA avec l'objectif de réduire leur apparition et leur durée. Philpot et Nickerson résume ce programme dans les points suivants : hygiène de traite, réglage de la machine à traire, trempage des trayons en fin de traite, traitement de tous les quartiers au tarissement, détection et traitement rapide des cas cliniques, réforme des vaches atteintes de façon chronique [189].

La production laitière moyenne des fermes suivies de 4093,5 kg/VL/an est similaire à celle trouvée par Kadi et al. [170] de 4101,1 kg dans la région de Tizi-ouzou, supérieure à celle trouvée par Madani et Mouffok [190] de 2740 kg dans la région semi-aride algérienne ou encore par Boudjnane et al 1986 cités par Ghozlane et al. [96] (3345 kg) au Maroc mais inférieure à celle trouvée par et Lakhdissi et al. 1988 également cités par Ghozlane et al. [96] (4500 kg) et celle trouvée par Sraïri et Kessab [185] (6016 kg) toujours dans les conditions marocaines.

Par ailleurs, les vaches des trois fermes privées (F2, F5 et F6) ont enregistré des meilleures performances avec une moyenne de 4419 kg que celles des fermes publiques avec une moyenne de 3442 kg (F1, F3 et F4) malgré la supériorité de ces dernières particulièrement en termes de fonciers et équipements.

Le rendement laitier le moins élevé (3078,2 kg) est enregistré dans la ferme F4 où toutes les vaches sont de race montbéliarde. Alors que la moyenne la plus élevée est enregistrée dans la ferme F2 où une vache a produit en moyenne 5110 kg de lait par an et c'est dans cette ferme que la plus grande diversité génétique des animaux a été notée (quatre races laitières) et c'est également de cette ferme que la quantité de concentré distribuée par vache et par an est la plus élevée (4380 kg). La ferme F6 a également utilisé une quantité de concentré assez élevée (4015 kg/VL/an) pour un rendement similaire par rapport à la F2 (5100 kg de lait/VL/an). Il est à noter que les moyennes obtenues dans ces deux fermes sont proches de la meilleure moyenne de l'étude de Rhozlane et al. [96] obtenue dans la région de Tarf qui est de 5168,6 kg/VL/an.

#### 7.5 Etudes rétrospectives de la production laitière des fermes F1 et F4

La durée moyenne de lactation de 326,4 j est supérieure à celle trouvée par Madani et Mouffok [190] en région semi-aride algérienne qui est de 292 jours et par

Sraïri et Kessab [185] dans leur étude sur des étables spécialisées marocaines qui est de 304,8 j.

Les rendements laitiers moyens par vache traite des fermes F1 et F4 qui sont respectivement de 12,9 et 8,3 l/VL/j sont comparables à ceux trouvés par Adem [191] dans son étude sur les élevages algériens suivis par le C.I.Z. Selon Ghozlane et al. [96], ces faibles niveaux de production semblent être le résultat d'une mauvaise combinaison des différents facteurs de production et d'un faible niveau d'encadrement et d'appui technique aux éleveurs. Hors, dans autre étude, l'encadrement et l'appui technique sont bien présents. C'est donc la combinaison des facteurs de production qui ferait défaut.

Les analyses statistiques (analyse de la variance, logiciel Statgraphics Centurion XV) des données rétrospectives des fermes (F1 et F4) ont confirmé les effets de quelques facteurs classiques sur la production laitière tels que l'élevage [185, 22, 41, 190], le mois de lactation [12, 192, 22] et le rang de mise-bas [12, 192, 22, 190]. Par contre, les moyennes enregistrées des races exploitées n'ont pas été significativement différentes ( $p > 0,05$ ). Cela est peut être à relier au fait que les pies noires représentent 74% de l'effectif des vaches de la ferme étudiée (F1).

La saison de vêlage a également influencé le rendement laitier ( $p < 0,05$ ). Un résultat similaire a été trouvé par Mouffok et Madani [167] dans la région semi-aride algérienne et par Ghozlane et al. [96] dans différentes zones du pays. Les vaches qui ont vêlé en hiver ont produit plus de lait. Cela peut s'expliquer par le fait que la première partie de la lactation de ces vaches coïncide avec la disponibilité de fourrages verts, du pâturage et de température plus favorables (printemps) [167]. Par ailleurs, la faiblesse de production de celles qui ont vêlé en été ou en automne peut être liée au climat sec en été et la qualité de la ration hivernale.

Les pics de lactation (PM) sont généralement de faibles amplitudes (moyenne de 18,9 L pour F1 et 14,4 L pour F4) et, pour 33,3% des cas, retardés (à partir du troisième mois). Selon Bocquiet et al. 1999 cité par Bocquiet et Caja [164], des pics de lactation de faibles amplitudes et retardés sont causés par un déficit alimentaire pendant la gestation et au début de lactation. La PM moyenne des deux fermes (16,65 L) est analogue à la PM moyenne enregistrée dans l'étude de Rhozlane et al.

[96] (16,66 kg) et qui a varié, selon la région, de 14,18 kg (Guelma) à 23,01 kg (Tarf).

#### 7.6 Etude rétrospective des paramètres de reproduction des fermes F1, F3 et F4

Malgré la présence de pics de vêlages en hiver (particulièrement en janvier) et, à moindre degré en automne, il n'y a pas un regroupement statistiquement significatif des vêlages au cours d'une saison donnée. Le pic de vêlages en janvier indique que les inséminations sont supposées être fécondantes en mai et s'expliquent par l'abondance alimentaire quantitative et qualitative (fourrages verts et pâtures) au cours de cette période.

L'âge moyen au premier vêlage trouvé qui est de 981 jours (32,7 mois) est inférieur à celui trouvé dans une étude similaire par Madani et Mouffok [190] qui est de 1026 jours (34,2 mois) en région semi-aride algérienne mais supérieur à celui trouvé au Maroc par Sraïri et Kessab (1998) [185] qui est de 918 jours (soit 30,6 mois) et par Haddada et al. [193] de 854 jours ou 28 mois ainsi que de la moyenne au Québec qui est de 810 jours ou 27 mois [194]. Ceci peut s'expliquer par le retard de la maturité sexuelle que peut causer les carences alimentaires notamment minérales pendant les périodes sèches comme l'a signalé Fernando 1969 cité par Amadou-N'diaye et al. [124] et aussi à des retards de croissances et la non atteinte du poids adéquat qui sont à relier à la conduite alimentaire déficiente. Ça pourrait être aussi à cause d'une mise à la reproduction tardive [185]. Ces résultats suggèrent qu'il y a des marges de progrès à réaliser durant la phase d'élevage des génisses pour mieux maîtriser leur croissance et d'avancer l'âge au premier vêlage [185]. Selon Troccon et Petit 1989 cités par Coulon [91], une bonne conduite de la période d'élevage des génisses est importante surtout quand on sait qu'elle a par ailleurs une influence sur la production laitière ultérieure.

L'analyse des poids des génisses et des GMQ à différents âges a montré clairement le retard de croissance mentionné ci-dessus. Ainsi, dans un article apparu dans la revue « Montbéliarde en ligne » de septembre 2006 [195], on y mentionne que des recherches faites aux USA sur les facteurs permettant la réussite du vêlage à 24 mois ont révélé le rôle déterminant de la croissance des génisses entre 2 et 11 mois qui doit être idéalement de 800 g/j alors que, dans notre étude, le GMQ des

génisses entre 2 à 8 et de 8 à 15 mois d'âge ne sont que de 371 et 366 g/j respectivement.

Il est admis que l'apparition des cycles sexuels est en rapport étroit avec le poids des animaux et relativement indépendant de l'âge d'après Bosticco et al 1970 et Laster et al. 1972 cités par Amadou-N'diaye [124]. Ainsi, à titre d'exemple, pour la génisse Holstein, la maturité sexuelle se produit à 41% du poids adulte [124]. Dans notre étude, le poids moyen des génisses dont l'âge varie de 12 à 15 mois, n'est que de 179 kg (125 à 280 kg). Ce poids moyen est à peine le poids visé à 6 mois d'âge (200 kg) et un peu moins de la moyenne du poids à la première insémination (400 kg) pour obtenir un vêlage à 24 mois [195].

D'après Coulon et al. [196], le poids au premier vêlage des génisses répertoriées dans la base de données LASCAR en France est compris entre 400 et 700 kg alors que dans notre étude, le poids vif des génisses de plus de 31 mois (sensées avoir fait leurs premières mise-bas) est compris entre 250 et 515 kg avec une moyenne de 385 kg.

Le résultat de l'analyse statistique ayant révélé que les pies noires (Holstein) sont plus précoces (âge au 1<sup>e</sup> vêlage de 30,9 mois) aux pies rouges (Montbéliardes) (33,9 mois) concorde parfaitement à ce qui est affirmé dans l'étude de Pauly et Rieder [197] en Suisse à savoir que la Montbéliarde est une race de type plus tardif et possède en moyenne un âge au premier vêlage plus élevé (33 mois en moyenne pour la MO contre 28 mois pour la HF).

L'âge au premier vêlage est plus élevé lorsque la naissance a eu lieu au printemps et diminue régulièrement jusqu'à l'hiver ( $p < 0,001$ ). Ce résultat ne correspond pas tout à fait à celui de l'étude de Madani et Mouffok [190] où sont plutôt les génisses qui sont nées en hiver qui vêlent à un âge tardif.

L'intervalle moyen entre deux vêlages qui est de 442 jours est supérieur à celui trouvé par Madani et Mouffok [190] qui est de 408 jours en Algérie et par Sraïri et Kessab [185] au Maroc (391 jours). Le taux des IVV > 390 jours de 58% est également supérieur de plus de 18 points à celui du Maroc (moins de 40%) [185]. Là aussi, il reste des progrès à faire pour rendre plus efficaces les techniques de

reproduction comme la détection des chaleurs et la maîtrise de l'insémination artificielle.

L'IVV trouvé de presque 15 mois correspondrait à une perte théorique de plus de 0,12 veau par vache et par an par rapport à un intervalle optimal de 12 mois [198]. Néanmoins, Seegers et Malher 1996 cités par Hanzen et al. [198] ont rapporté l'effet favorable que peut avoir l'augmentation de l'intervalle entre vêlages sur la production et la santé des vaches en diluant l'importance des affections en péri-vêlage.

L'intervalle moyen entre vêlage ne semble pas s'améliorer d'une année à l'autre de 1998 à 2005 et il a même connu des détériorations (hausse) durant cette période pour retrouver ensuite les valeurs du départ.

L'intervalle entre vêlage a baissé avec l'augmentation du numéro de lactation des vaches ( $p < 0,01$ ) pour arriver à des valeurs qui entrent dans les normes admises (entre 360 et 400 jours) à partir de quatre mises-bas. Des résultats similaires ont été signalés par Amadou-N'diaye [124] et Hanzen [198] et par plusieurs auteurs cités par Hanzen [107] (Erb et al. 1981a, Wood 1985, Erb et al. 1985). Toutefois, un résultat contradictoire a été trouvé par Dohoo et al. 1982/1983 également cités par Hanzen [107].

Le mois de vêlage n'a pas eu d'effet significatif ( $p > 0,05$ ) sur l'intervalle entre vêlage. Ce résultat coïncide à celui trouvé par Hanzen et al [198]. Cependant, il y a eu des différences significatives notamment entre le mois de mars d'un côté et les mois d'août et septembre d'un autre. En effet, l'IVV moyen au mois de mars a été plus court respectivement de 68 et 70 jours par rapport à ceux des mois d'août et septembre ( $p < 0,05$ ). Eldon et Olafsson 1986 cités par Hanzen et al. [107] ont rapporté que la durée de l'anœstrus est plus courte chez les vaches qui ont mis bas au printemps. Ceci est à relier, sans doute, à la disponibilité fourragère durant cette saison qui assure un état d'embonpoint satisfaisant pendant le vêlage et prédisposant les vaches à une activité cyclique régulière [198]. Il faut signaler également les effets qu'exercent les températures élevées en saison sèche sur la reproduction qui se traduit par une diminution des signes de chaleurs et de la progestéronémie ainsi que par des effets délétères sur la fécondation et la survie de

l'embryon [198]. Tous ces facteurs conduisent à l'allongement de la période de reproduction et, du même coup, de l'intervalle entre vêlages.

En effet, parmi les causes classiques évoquées de l'allongement de l'intervalle entre vêlages on y trouve l'allongement de la période dite d'attente qui correspond à l'intervalle entre vêlage et la première insémination et l'allongement de la période de reproduction correspondant à l'intervalle entre la première saillie et l'obtention d'une gestation [198]. D'ailleurs, Il est unanimement reconnu que la réduction d'un jour du délai de la première insémination s'accompagne d'une réduction équivalente de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante [107].

De nombreux auteurs et parmi eux Champy et Loisel 1980 cités par Rhozlane et al. [96], ont signalé que la mise à la reproduction après vêlage devrait commencer à partir de 40 jours post-partum et les vaches devraient être fécondées au plus tard le 110<sup>e</sup> jour alors que, dans cette présente étude ou dans d'autres études similaires menées en Algérie, des retards énormes par rapport à ces indications ont été constatés que ce soit :

~ Pour l'intervalle vêlage – 1<sup>e</sup> insémination : la moyenne de 97,6 jours dans notre étude, 116 jours dans celle de Tahri [99] et 93,3 jours (de 84,13 à 116,84 selon la wilaya) dans celle de Rhozlane et al. [96] ou

~ Pour l'intervalle vêlage – insémination fécondante : 175,4 j dans notre étude, 160 jours dans celle Tahri [99], 136,9 jours (102 à 193,82 selon la wilaya) dans l'étude de Rhozlane et al. [96] et 125 jours dans celle de Madani et Mouffok [190].

Selon Enjalaber 1998 cité par Rhozlane et al. [96], lorsque 15% des vaches d'un troupeau laitier sont encore en anœstrus 40 à 50 jours après vêlages, il y a lieu de suspecter une origine alimentaire. Que ce soit dans notre étude, dans celle de Rhozlane et al. [96] ou dans celle de Tahri [99], une part non négligeable des vaches (38,17 %, 42,8 % et 42,6% respectivement) sont inséminées pour la première fois à partir de 90 jours post-partum (55% des vaches sont toujours en anœstrus post-partum à 70 jours). Dunn et Kaltenbach 1980, Dziuk et Bellows 1983 et Dunn et Moss 1992 cités par hanzen et al. [107] ont mentionné que les animaux qui perdent du poids avant le vêlage ou dont l'état d'embonpoint est insuffisant au moment du vêlage ont une durée d'anœstrus plus longue que ceux qui en gagnent. En effet,

Petit et Agabriel 2003 cités par Blanc et al. [116] ont signalé que la perte d'un point de l'état corporel de vaches allaitantes au dessous de la moyenne (barème sur 5 points) retarde l'apparition des chaleurs de 10 jours (multipares) à plus de 20 jours (primipares) et ils ont conclu dans leur étude qu'une restriction alimentaire modérée induit un ralentissement du rythme de reproduction. Ce mauvais résultat serait la conséquence, en plus de la perte de poids et de la sous-alimentation sus-citées, de la mauvaise détection des chaleurs [96]. Le pourcentage élevé (56%) des intervalles vêlage – 1<sup>e</sup> chaleur qui dépassent 60 jours illustre parfaitement ce fait car, pour être considéré normal, ce pourcentage ne devait pas excéder 10% [199].

Plusieurs auteurs comme Olds 1969, Bozworth et al. 1972, Esslemont et Ellis 1974, Barr 1975, Foote 1975, Coleman et al. 1985 cités par Hanzen et al. [107] ont signalé l'importance de la détection des chaleurs qui constitue un des facteurs les plus importants de fécondité mais également de fertilité. Schermerhorn et al. 1986 toujours cités par Hanzen et al. [107] a fait remarqué qu'elle demeure un problème majeur puisque deux tiers des exploitations ne pratiquent qu'occasionnellement cette activité et un exploitant sur quatre seulement y consacrant plus de 20 minutes par jour. Cette insuffisance de la fréquence de détection des chaleurs ou de l'interprétation de leurs signes est vraisemblablement à l'origine du fait que 4 à 26 % des animaux ne sont pas réellement en chaleurs lors de leur insémination [107].

Le pourcentage de vaches fécondées au-delà de 110 jours qui ne devait pas excéder 15% pour être dans les normes est également important (59%). Un résultat similaire a été trouvé notamment par Tahri [99] dans une ferme à Tipaza (56,7%). Rhozlane et al. [96] ont trouvé un pourcentage moins élevé (48,3%) mais variable d'une wilaya à une autre (un minimum de 18,18% pour Souk ahra à un max de 69,07 pour Annaba). Cet allongement de l'intervalle vêlage – insémination fécondante est dû à une mise à la reproduction tardive et aussi à un taux de réussite en 1<sup>e</sup> insémination plutôt bas (40,4%) [96]. Et puisqu'il y a un pourcentage non négligeables d'inséminations avant 70 jours (45%) et avant 40 jours (15,85%), il faut suspecter également des mortalités embryonnaires [96, 99] d'autant plus que leur fréquence augmente avec la perte de poids de l'animal [107]. Selon Wilmut et al. 1986C cités par Hanzen et al. [107], cet effet serait imputable à une séquence

hormonale inadéquate avant, pendant et après l'œstrus conduisant à une préparation du milieu utérin non synchrone de celle de l'embryon.

Plus de la moitié des conceptions (55%) ont nécessité plus de 1,7 services (inséminations) c'est-à-dire supérieur aux normes citées par Wattiaux 2003 [199].

## CONCLUSION

A travers ce présent travail, plusieurs objectifs ont été visés : dans un premier temps, diagnostiquer la situation de deux segments importants de l'aval de la filière laitière (élevage et réseaux de collecte) et réaliser une typologie des élevages en fonction des caractéristiques du lait de mélange et les mettre en relation avec les pratiques en vigueur dans les 73 exploitations de la région de Rélizane. Dans un second temps, détailler et discuter les pratiques d'élevage au niveau de six fermes suivies et réaliser des études rétrospectives sur les performances de production et de reproduction et identifier les facteurs de leurs variations au niveau des fermes disposants de données historiques.

En ce qui concerne le diagnostic de la situation des deux segments de la filière lait, on a constaté une forte saisonnalité de la production laitière qui contraste avec la régularité de la consommation de produits laitiers et qui constitue, de ce fait, un problème majeur pour les industriels. Les rapports entre saison à haute et à basse production et entre les mois « pic/creux » qui sont respectivement de 1,4 et 1,99 en témoignent de cette forte saisonnalité. Le manque de stocks fourragers, la dépendance du pâturage et/ou la faiblesse des soles fourragères dans les exploitations sont autant de causes évoquées susceptible de porter une explication à ce constat. Ainsi, afin de stabiliser les périodes de livraison de lait, il est nécessaire de donner aux éleveurs les moyens de mieux maîtriser la conduite de leur troupeau notamment celle des génisses de façon à obtenir des vêlages en contre saison ou étalés sur l'année.

La partie de l'étude relative aux exploitations enquêtées de la région de Rélizane a permis d'établir une caractérisation sommaire de la situation de la qualité globale du lait de cette région. Elle a révélé une grande variabilité des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des laits d'un éleveur à un autre et au cours de l'année qui sont, pour ainsi dire, loin d'être satisfaisantes. Par ailleurs, les classes issues de la

typologie des laits en fonction de leurs caractéristiques sont associées à des conditions de productions variées associant divers facteurs (saisonniers, alimentaires, physiologiques, hygiéniques...) qui peuvent interagir entre eux parmi lesquels les facteurs alimentaires (nature de la ration, quantité de concentré...) jouent un rôle éminent. L'étude a également révélé qu'aucune des cinq classes des laits n'est « idéale » c'est-à-dire qui cumulerait à la fois des teneurs élevées en matières utiles (classe 5), une bonne qualité physique (classes 2 et 4), une moindre charge en germes (classe 3) et une production laitière "relativement" élevée (classes 1 et 2). Enfin, ces résultats mettent en évidence des voies d'amélioration des diverses facettes de la qualité du lait via des modifications des pratiques d'élevage particulièrement le rationnement des animaux, l'hygiène du troupeau, de la traite et des bâtiments ainsi que la conservation du lait.

L'étude critique des pratiques d'élevage des six fermes a réaffirmé les erreurs de conduites d'élevage commises et l'écartement des recommandations que ce soit au niveau des fermes du secteur privé ou public, de petite ou grande taille. Ces erreurs touchent aussi bien l'alimentation (rationnement, séquence de distribution des aliments, qualité des aliments, transition alimentaire tarissement-début de lactation...), l'hygiène (du troupeau, de la traite et des bâtiments) et la reproduction (détection des vaches en chaleurs...) pour ne citer que ceux-là. Ces décalages ne sont évidemment pas sans conséquences sur les performances des animaux. D'où la nécessité d'aider les éleveurs à adopter les techniques préconisées par la recherche pour améliorer l'efficacité de la production laitière.

Enfin, les études rétrospectives des performances de production laitière et de reproduction au niveau des fermes du secteur public ont montré qu'elles ne se distinguent pas de celles obtenues dans les élevages communs (privés) et leurs sont même parfois inférieures. Ces résultats reflètent le caractère aléatoire des conditions de production de nos systèmes d'élevage. Ainsi, il reste beaucoup de progrès à faire, notamment dans la combinaison des facteurs de production, pour que les résultats soient honorables. Une attention toute particulière doit être portée pour la conduite des génisses pour optimiser la reproduction et la production laitière ultérieure.

## APPENDICE A

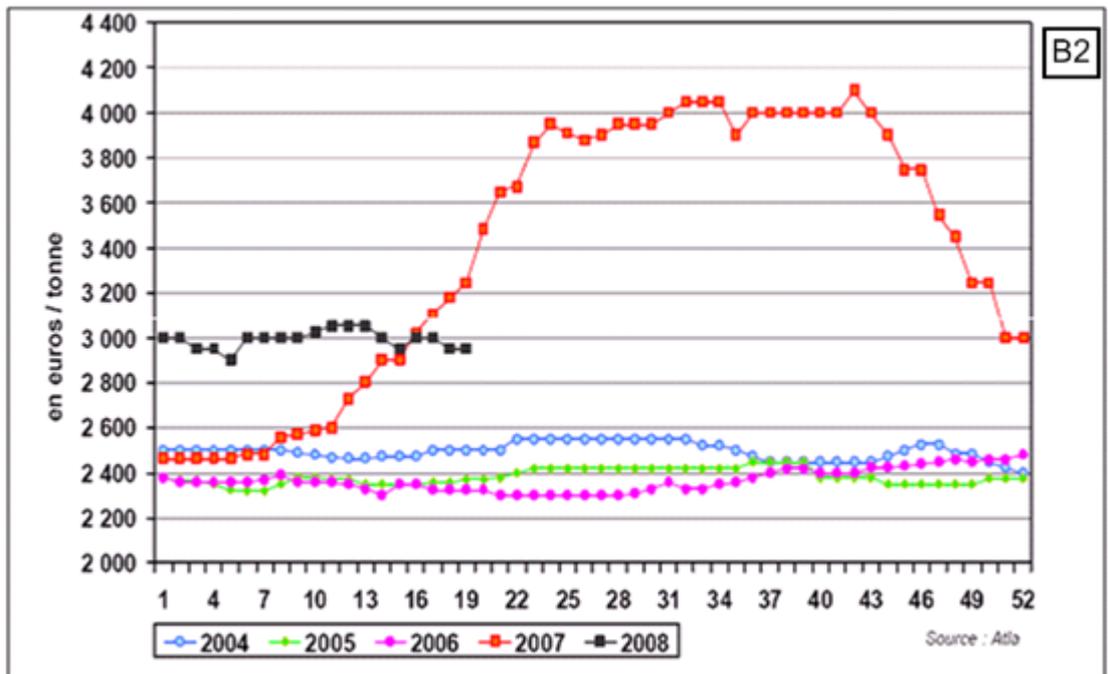
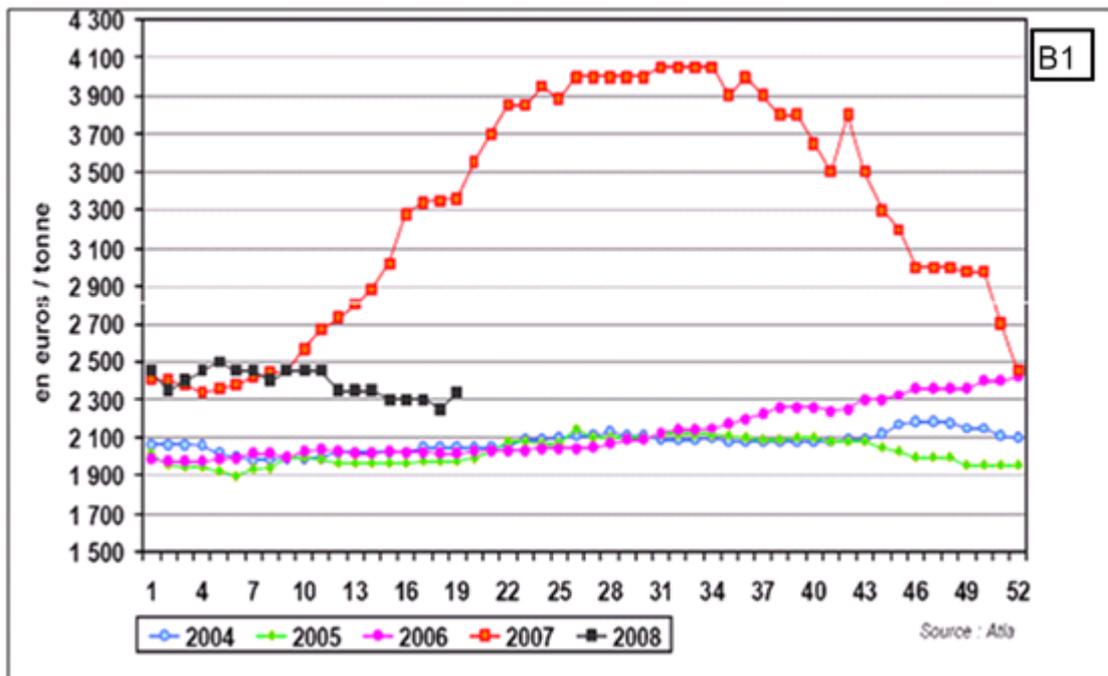
### LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

° D	: Degré Dornic (mesure de l'acidité titrable)
AADI	: Acides aminés digestibles dans l'intestin
ACTH	: Hormone adrénocorticotrope
AG	: Acide gras
AG (C/ M/ L/ CM)	: Acides gras (courts/ moyens/ longs/ courts et moyens)
AG (S/ I/ MI/ PI)	: Acides gras (saturés/ insaturés/ mono-insaturés/ poly-insaturés)
AGV	: Acides gras volatils
AMPc	: Adénosine-monophosphate cyclique
ARNm	: Acide ribonucléique messenger
BST	: Bovine somatotropin (hormone de croissance bovine)
C2	: Acide acétique
C3	: Acide propionique
C4	: Acide butyrique
CCS	: Comptage de cellules somatiques
CV	: Coefficient de variation
DBK	: Draâ Ben Khedda
DHA	: Acide docosahexaénoïque (de la famille des Oméga-3)
EPA	: Acide eicosapentaénoïque (de la famille des Oméga-3)
EPE	: Entreprise Publique Economique
EPIC	: Entreprise Publique à caractère Industrielle et Commerciale
ESD	: Extrait Sec Dégraissé
EST	: Extrait Sec Total
EURL	: Entreprise Unipersonnelle à Responsabilité Limitée
GDSP	: Groupement de Développement Semences et Plants
GH	: Growth hormone (hormone de croissance)
GIPLAIT	: Groupe Industriel des Productions Laitières
GnRH	: Gonadolibérine (facteur hypothalamique)

GSC	: Graines de soja crues et aplaties
GT	: Germes Totaux
ha	: Hectare
IA	: Insémination artificielle
IF	: Insémination fécondante
IGF	: Insulin like growth factor
ITMAS	: Institut Technique Moyen de l'Agriculture Spécialisée de Montagne
IV-IF ou (IV-IAF)	: Intervalle vêlage – Insémination fécondante
IVV	: Intervalle entre vêlage
l/s	: Litres par seconde
LH	: Hormone lutéinisante (produite par l'antéhypophyse)
MADR	: Ministère de l'Agriculture et Développement Rural
MAT	: Matières azotées totales
MCV	: Maladies cardio-vasculaires
MG	: Matière Grasse
MP	: Matière Protéique
MS	: Matière sèche
MSD	: Matière sèche dégraissée
NEC	: Note d'état corporel
ONCV	: Office National des Cultures Viticoles
PDI	: Protéines digestibles dans l'intestin
PM	: Production laitière maximale (pic)
SAU	: Surface Agricole Utile
SEA	: Société d'exploitation agricole
SGDA	: Société de Gestion des Participations de Développement Agricole
SGP	: Société de Gestion des Participations
TB	: Taux Butyreux
TP	: Taux Protéique
TSH	: Thyréostimuline ou thyrotrophine
UFL	: Unité fourragère lait
VLHP	: Vaches laitières à haut potentiel de production

## APPENDICE B

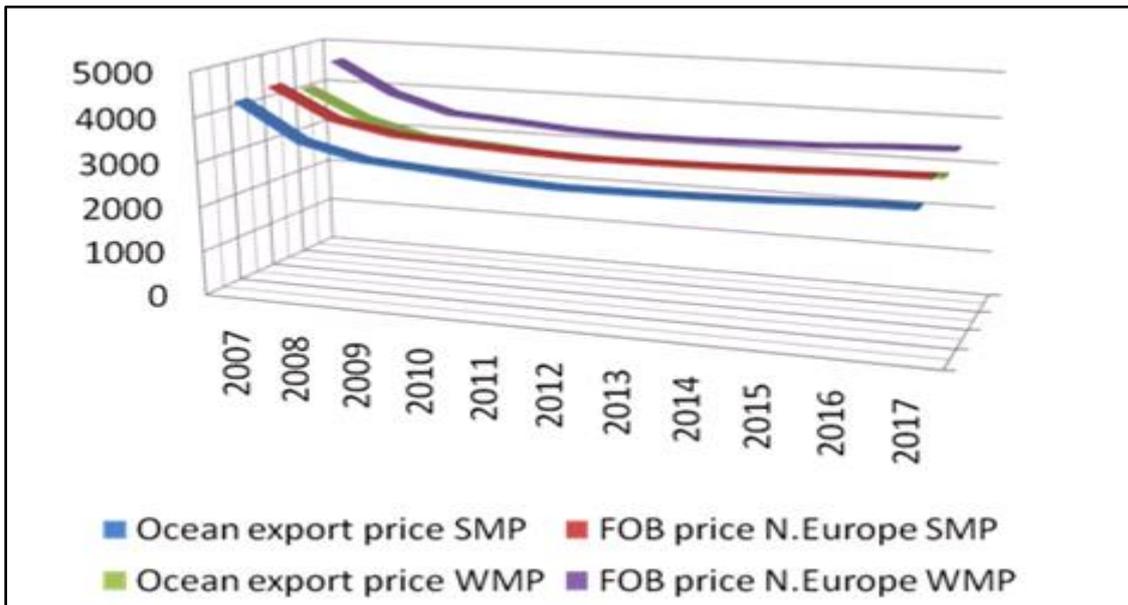
Cotation de la poudre 0% (B1) et 26 % de MG (B2) pour la consommation humaine



(DRDPA /MADR, 2008 ; Chehat 2008)

## APPENDICE C

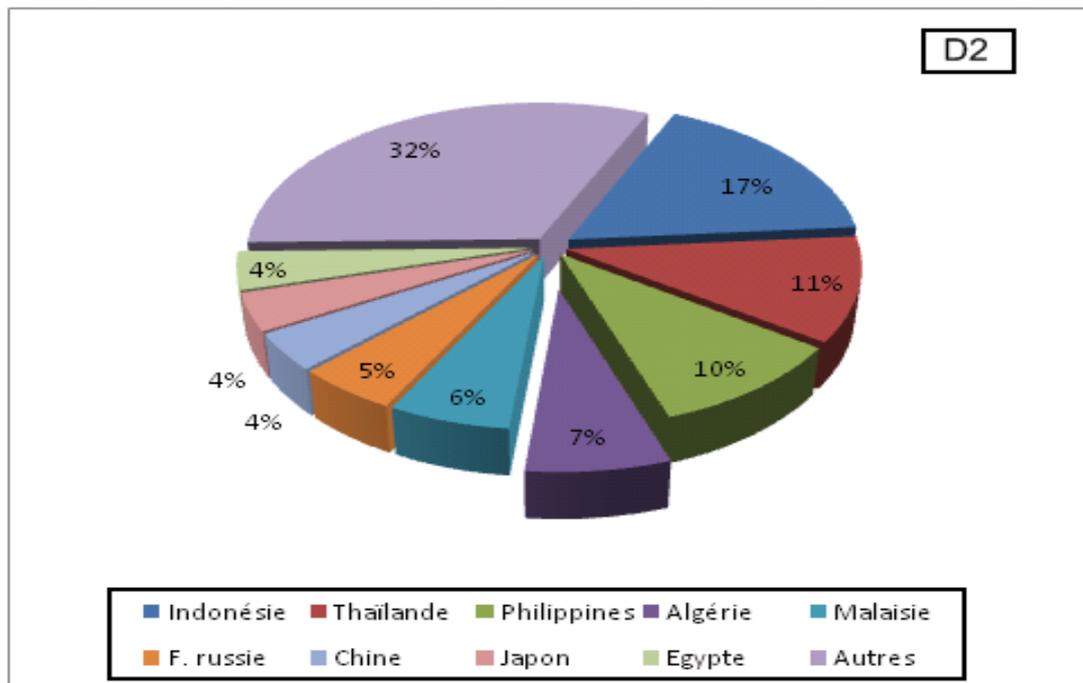
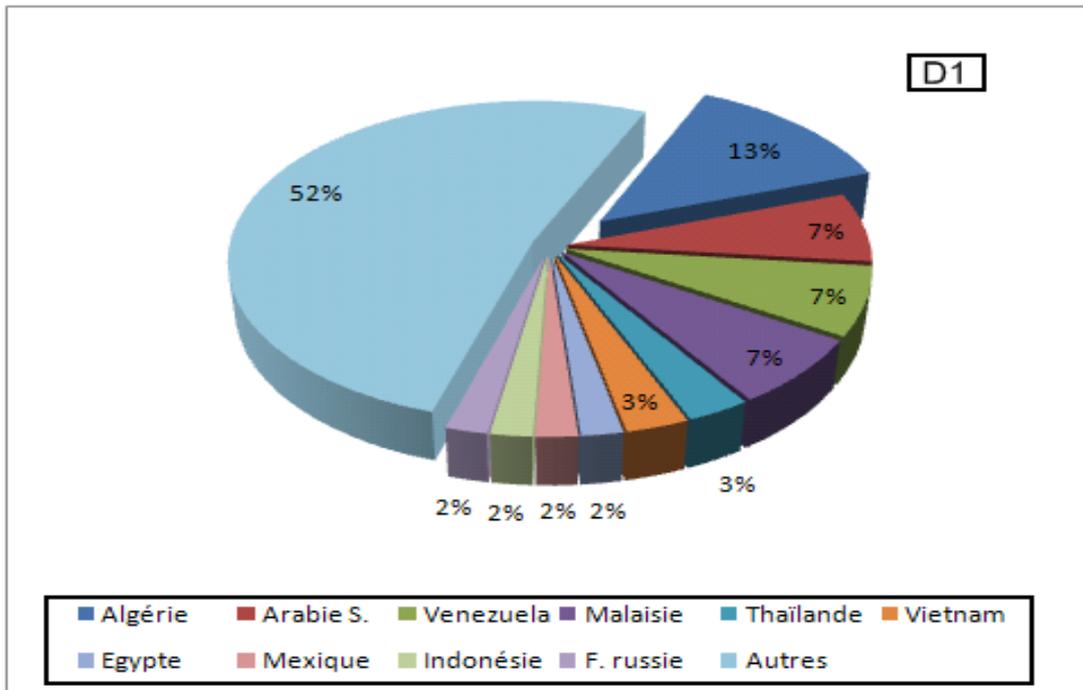
Perspectives d'évolution des prix de la poudre de lait a l'horizon 2017 (en us\$)



(DRDPA /MADR, 2008)

## APPENDICE D

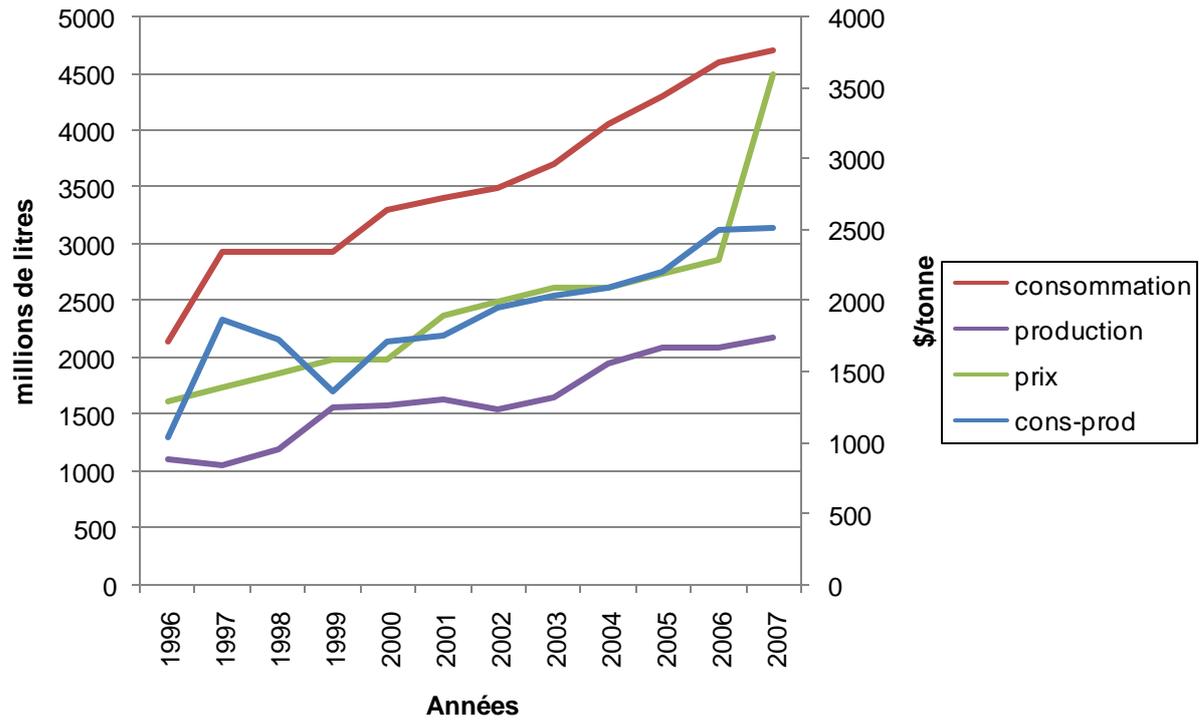
Part des principaux importateurs de poudre de lait entier (D1) et écrémé (D2)



(Chehat, 2008)

## APPENDICE E

Evolution de la consommation, de la production et des prix du lait



(DRDPA /MADR, 2008)

**APPENDICE F**  
**QUESTIONNAIRE**

---

**Éleveur et UTH**

Nom de l'éleveur

Âge de l'éleveur

Nombre d'UTH

<u>personne</u>	<u>responsabilité</u>	<u>qualification</u>	<u>type d'emploi</u>

Description d'une journée de travail

Temps d'observation des animaux

Perspectives d'avenir

Terres

Surfaces agricoles

Présence d'autres ateliers

---

**Appréciation des bâtiments d'élevage**

Caractéristiques structurales du bâtiment

Forme générale de la construction: Bipente, monopente, plafond, long pan ouvert

Nature des matériaux

Murs

Bardage

Charpente

Couverture

Plafond

Volume d'air statique

Volume du bâtiment

Nombre d'animaux présents

Zones

Zone réservée aux veaux

Zone réservée au troupeau de renouvellement

Laiterie

Local de vêlage

Box d'infirmerie

Air de mise en dépôt des cadavres

Local d'isolement des animaux nouvellement introduits

## Adéquation des bâtiments au troupeau

Génisses dans le local des VL

Type de stabulation

Surface disponible/animal

Nature du sol : béton, terre battue

Caractéristiques du sol :

Rainurage du béton

Libre circulation des animaux

Air de couchage

Propre

Saine

Sèche

Nature : nue, paille, sciure, copeaux, sable, terre

Renouvellement de la litière

Surface de l'aire paillée

Quantité de paille kg/jour

Air d'exercice

Surface/VL

Nature du sol béton, terre battue

Rainurage du béton

## Zone d'alimentation

Longueur d'auge/animal

Surélévement par rapport au sol

Distribution au silo

Longueur /animal

Fréquence abattage du front d'attaque

Barre d'avancement

Fourrages verts distribués

Frais

Stockés

## Points d'abreuvement

Propres

Nombre de vaches/point

Débit d'eau

Localisation

## Entretien des locaux

Fréquence de curage de la litière

Fréquence de nettoyage de l'auge

Fréquence de nettoyage des points d'eau

## Curage

Fréquence de curage de l'aire bétonnée

Fréquence de raclage de l'aire d'exercice

Curage complet, vide sanitaire et désinfection

- Fréquence de nettoyage et de désinfection de l'ensemble du bâtiment
- Réalisation d'un vide sanitaire (fréq)
- Désinfection (fréq)
- Dératisation (fréq)
- Désinfection de la salle de traite (fréq)
- Température de la litière
- Profondeur de la litière

L'ambiance des bâtiments

- Température
- Lumière - éclairage
  - Peut-on lire à l'intérieur?
  - Présence de surfaces translucides (dimensions)
  - Présence de lampes électriques (nature, nombre)
- ventilation-humidité
  - Implantation du bâtiment ((plaine, flanc de coteau, vallée, sommet)
  - Orientation
  - Présence de courant d'air
  - Ouvertures (nombre, dimensions)
  - Direction du vent
  - Odeurs ammoniacales
  - Noircissement d'éléments de la charpente
  - Moisissures

---

**Alimentation**

- Ration en fonction du stade physiologique?
- Ration en fonction du niveau de production?

Conception de la ration

- Semi-individuelle
- Semi-complète
- Complète

Séquence de distribution (1 journée)

Fourrages

- Pâturage?
  - Surface pâturée
  - Heure (s) de sortie (s)
  - Heure (s) d'entrée (s)
  - Date début pâturage

Espèces	nature botanique	hauteur	stade physiologique

Ensilage ?

Utilisation de conservateurs?

Odeurs?  
 Moisissure?  
 Couleur du fourrage  
 Couleur du jus d'extraction  
 Structure de la plante reconnaissable?  
 Aspect visqueux/ glaireux?  
 Distribution de fourrage à l'auge?

fourrage	quantité	horaire	observations

Concentrés

VL	concentrés	quantité	horaire	observations
en lactation				
taries				

Distribution

Manuelle?  
 Salle de traite  
 Auge

AMV

Type  
 Mode de distribution  
 Quantité distribuée

Eau

Source?  
 Potable?

Etat de réplétion de la panse (1 à 5)

Vaches f vèlées  
 Vaches en lactation  
 Vaches en fin de lactation-début tarissement  
 Vaches taries

Examen des bouses

Couleur  
 Fourrages vert-olive?  
 Foins brun-olive?  
 Jaunâtres?  
 Brunâtres?  
 Foncées?  
 Pâles?  
 Noirâtres?  
 Aspect luisant/terne?

## Consistance

S'étalent-elles ou pas?

Creux au centre?

Épaisses?

Liquides?

Dures?

Sèches?

Crémeuses?

Rugueuses?

Présence de fibres?

Longueur

Présence de grains?

Entiers?

Présence de bulles?

## Vaches tarées

Séparées des VL en lactation?

Même alimentation que les VL en lactation?

Transition alimentaire avant le vêlage?

Si oui, comment?

Progressive?

Quand commence-elle?

---

## **La salle de traite et la machine à traire**

### Machine

Nombre

Nombre de griffes

L'état des griffes

Nettoyage du matériel de traite

### Conception de la salle de traite

Facilité d'accès

Les vaches montent-elles facilement aux quais?

Type de salle (épi, tendem...)

Nombre de poste

Décrochage (manuel/auto)

Réglage

Entretien

### Aire d'attente

Sol

Surface

État

Inclinaison du sol

---

## **Hygiène et technique de traite**

### Préparation de la mamelle

Élimination des 1ers jets

Au bol, au creux de la main ou au sol?

Lavettes (nombre, individuelles ou collectives)

Propres?

Produit désinfectant?

Nom du produit

Substances actives

Essuyage?

Douchette? Produit désinfectant?

Nom du produit

Substances actives

Ciblage du postérieur?

Ciblage de la mamelle?

Ciblage des trayons?

Essuyage?

Lavette (tissu, papier / individuelle, collective)

Pré-trempage?

Produit désinfectant

Essuyage?

Lavette (tissu, papier / individuelle, collective)

Hygiène du trayeur

Lavage des mains

Essuyage

Tenue (propreté, spéciale ou non)

#### La technique de pose-dépose

Pose

Temps élimination des 1<sup>er</sup> jets - pose (mn)

Coudage des tuyaux courts avant pose

Pendant la traite

Glissement des manchons?

Fréquence

Cause(s) du glissement

Manchon déformé?

Faisceau lourd?

Fluctuation de vide?

Chute de faisceaux?

Fréquence

Cause(s) du glissement

Manchon déformé?

Faisceau lourd?

Fluctuation de vide?

Égouttage?

Durée moyenne

Grimpage?

Fréquence

Dépose

Manuelle?

Le trayeur se fie-t-il à l'écoulement dans la griffe?

Coupe-t-il le vide?

Arrache-t-il subitement les faisceaux?

#### Post-trempage

Pratique?

Systematique?

Produits utilisés

Substances actives

#### Traite des vaches à problèmes (sous-traitement, mammiteuses)

Matériel réservé à cet usage?

Nettoyage des griffes après leur traite?

L'éleveur les laisse-t-il en dernier?

Comment il les reconnaît?

Il les isole?

Il les identifie à l'aide d'un brassard?

---

### **Observation des animaux**

#### Les animaux dans le bâtiment d'élevage

Répartition

Regroupement dans un endroit?

Si oui, pourquoi?

Zones peu fréquentées?

Si oui, pourquoi?

Croisement des animaux entre eux

Avec gêne?

Proportion des animaux qui mangent

Proportion des animaux qui dorment

Proportion des animaux qui ruminent

Réaction des animaux à la visite?

Normale      Stress

#### Comportement des animaux

Comportement de chaleur

Fréquence d'observation

Temps d'observation

Utilisation d'un planning prévisionnel?

Sélection des animaux à observer?

La vache couchée

Confort de l'air de couchage?

Temps de couchage par jour

Rythme de couchage (avec durées)

Positions anormales de couchage?

Relèvements difficiles?

Comportement alimentaire

Temps d'alimentation  
Nombre de repas  
Proportion des vaches qui ne mangent pas et qui ruminent  
Facilité d'accès à la nourriture  
Position des vaches lors de l'ingestion  
Cas de pica?  
Des vaches qui trient?  
Des vaches qui jettent autour d'elle?  
Léchage de l'eau?  
Tétée mutuelle?  
Tétée de trayon?  
Roulement de la langue?

#### Comportement social

Actes agressifs entre vaches?  
Comportement de toilettage mutuel?  
Flairage?  
Frottements?

#### Déplacement des animaux

##### Blessures?

Proportion des vaches  
Sur les carpes    Sur les jarrets    Sur les hanches    Sur les grassets  
Gravité  
Lésions    Coupures et plaies

##### Boiteries?

Proportion des vaches  
Légère    Modérée    Sévère

##### Traumatismes plus lourds?

Proportion des vaches  
Fractures    Déchirures    Plaies aux genoux

##### État des pieds

Propres?  
Déformation des sabots?  
Décollement de paroi?

##### Présence de pédiluves?

#### Etat corporel des animaux

##### NEC moyenne

Au vêlage    Au 2e mois    À 200 jours    Tarrisement

##### Propreté (0 à 2)

Région ano-génitale    Mamelles vue arrière    Région du pied-  
jarret  
Mamelles vue côté    Cuisses

##### Qualité des poils

Brillants/ternes      Lisses/hérissés      Roux (PN)

Lésions cutanées

Cou                      Épaule  
Garrot                  Mamelles  
Dos

Causées par des teignes, poux

---

**Bilan de reproduction**

Fiches individuelles?

Planning circulaire?

Planning linéaire?

Calendrier?

Logiciel informatique?

Bilan annuel délivré par le contrôle laitier?

Bilan délivré par le centre d'insémination?

Documents du vétérinaire?

Contrôle de gestation

Chaleurs

    % de vaches non vues en chaleurs après 60j PP

    % de vaches non inséminées après 90j PP

    % des vaches à IV-IAF sup à 120j et à moins de 3 IA

Fertilité

    % réussite en 1e IA

    % de VL à 3 IA et plus

    Nombre de VL réformées pour infertilité

    Nombre de VL réformées pour non détection des chaleurs

    Taux de réforme pour infécondité

Régularité des cycles

    % de retours tardifs après IA (+ de 23j)

    Intervalle entre IA

Mérites

    Nombre de VL atteintes

    Taux de mérites

Difficultés au vêlage

    Nombre de VL concernées

    Taux

Non-délivrance

Gestations gémellaires

Traumatismes utérins/vaginaux

Kystes ovariens

Repeat-breaders

Mortalité embryonnaire  
Mortalité néo-natale  
Avortements

---

### **Le bilan sanitaire de l'élevage**

#### Le statut sanitaire de l'élevage

Indemne de BVD, IBR...,  
Accréditation en cours,

#### Le plan sanitaire d'élevage

Existence d'un protocole de vaccination  
Existence d'un protocole de vermifugation  
Traitements employés  
Posologie  
Modalités

#### Les maladies dominantes dans l'élevage

Mammites, avortements, veaux morts au vêlage, non délivrance, métrites, troubles métaboliques, boiteries, entérites néonatales, maladies respiratoires, omphalites

#### Nombre d'animaux morts

---

### **Production de lait**

Données du collecteur?  
Données : quantités livrées par jour?  
Bilan annuel du contrôle laitier?  
Min max jour de l'enquête  
Quantité produite par jour  
Quantité commercialisée par jour

#### Livraison du lait

Centre de collecte?  
Laiterie directement?  
Par collecteurs?  
Par l'éleveur lui-même?  
Horaire (s) de livraison  
Prix du litre  
Moyen de transport

Contrôle laitier                      Journalier?    Mensuel?    Organisme

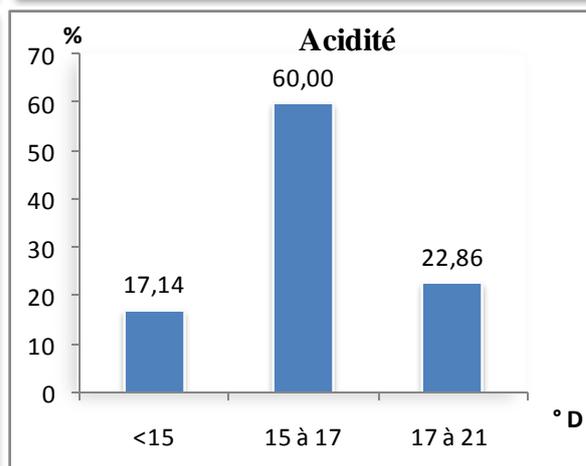
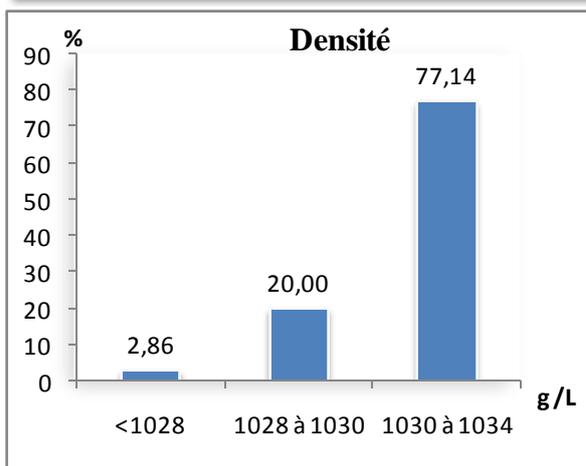
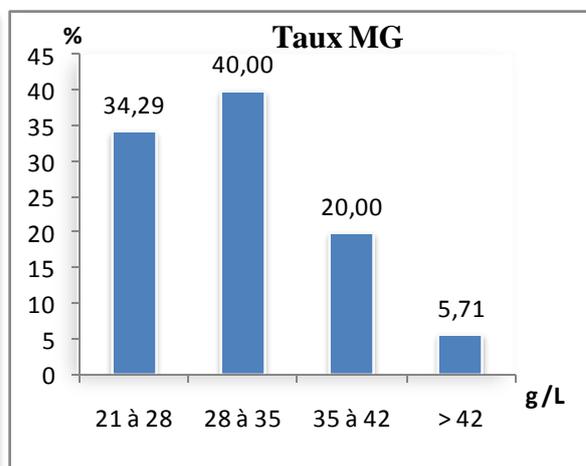
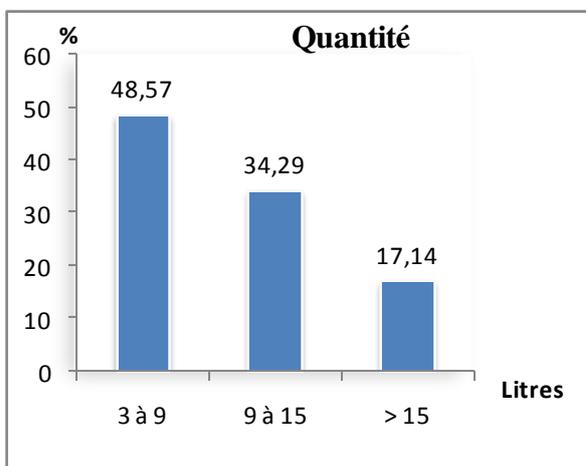
#### Paramètres mesurés

Quantité?	Acidité?
TB?	Densité?
TP?	Germes?
T°?	pH?
Autres?	
Lesquels ?	

## APPENDICE G

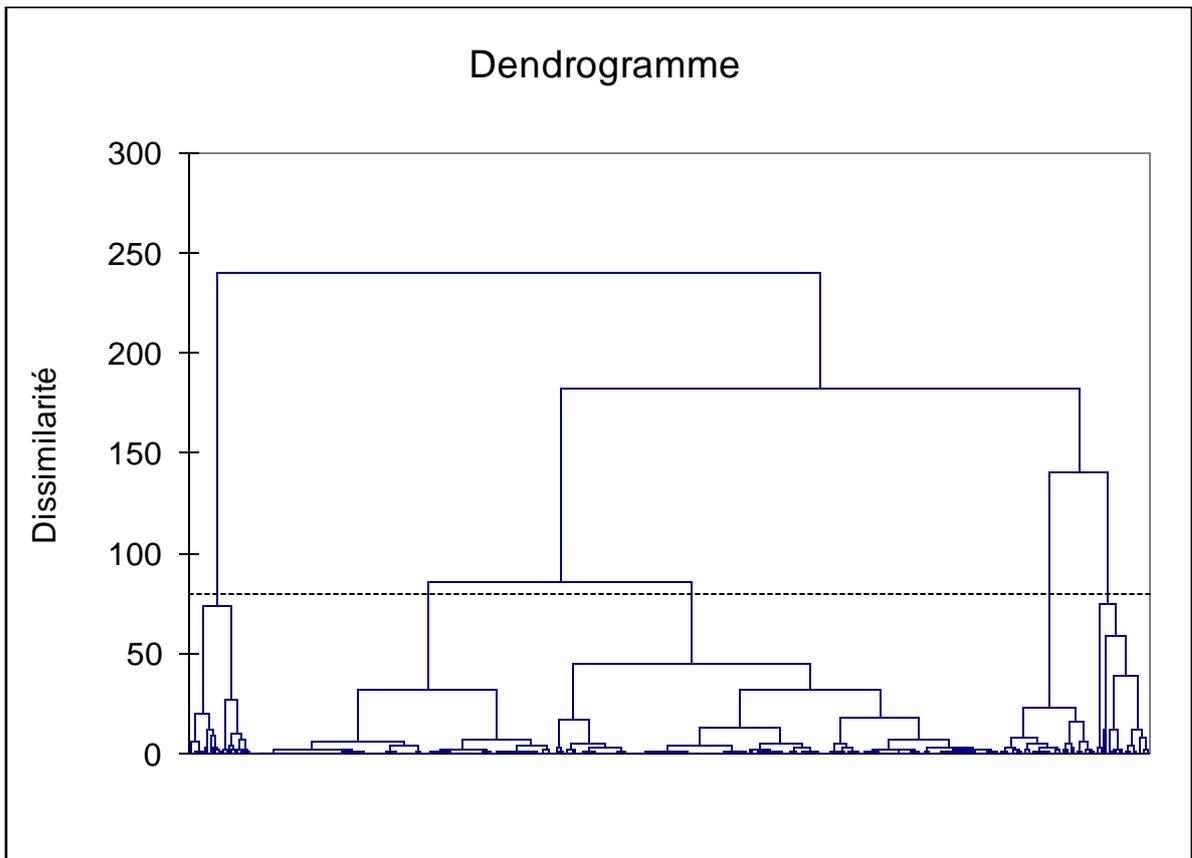
Résumés des résultats obtenus des analyses du lait des trois fermes de Tizi-ouzou (F1, F2 et F3)

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	CV
Quantités	35	3,688	26,875	10,785	4,987	46,24%
Acidité	35	12,250	18,625	16,090	1,383	8,60%
Densité	35	1026,000	1031,938	1029,565	1,229	0,12%
TMG	35	21,031	48,938	31,135	6,226	20,00%



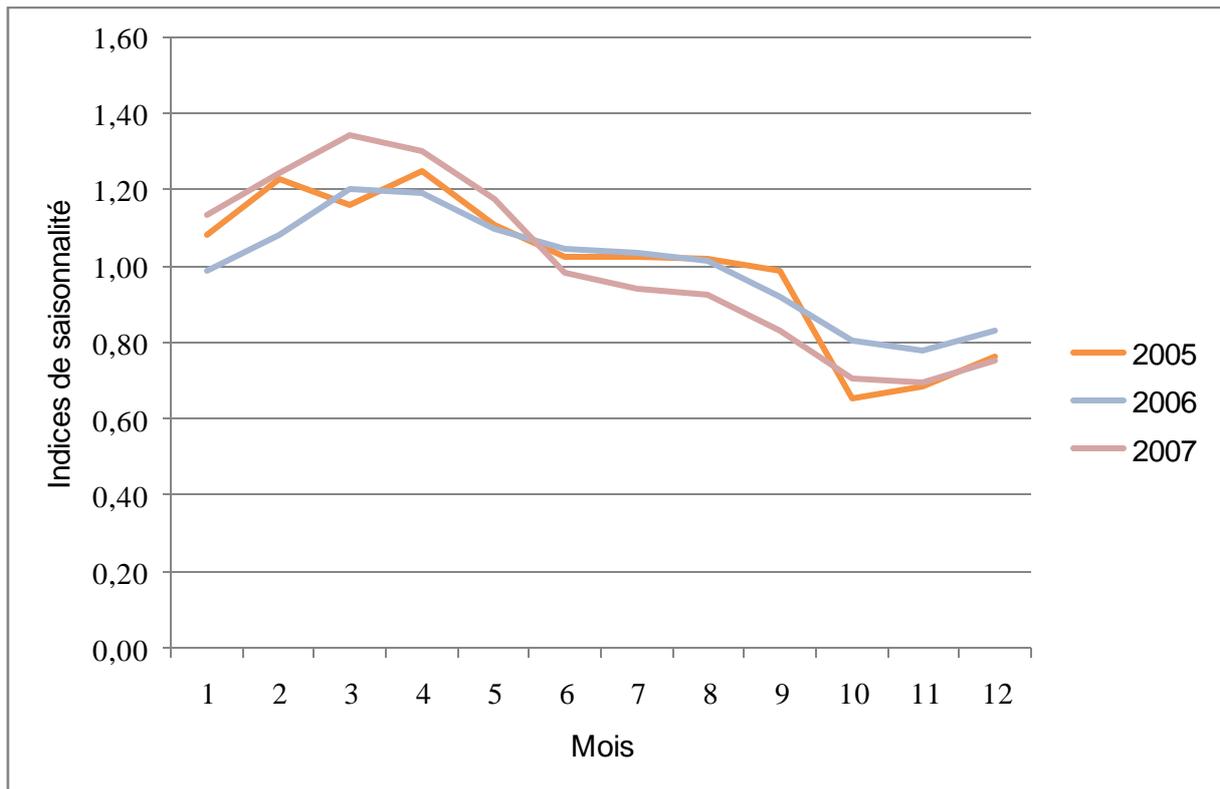
## APPENDICE H

Dendrogramme obtenu de la classification des laits par CAH



## APPENDICE I

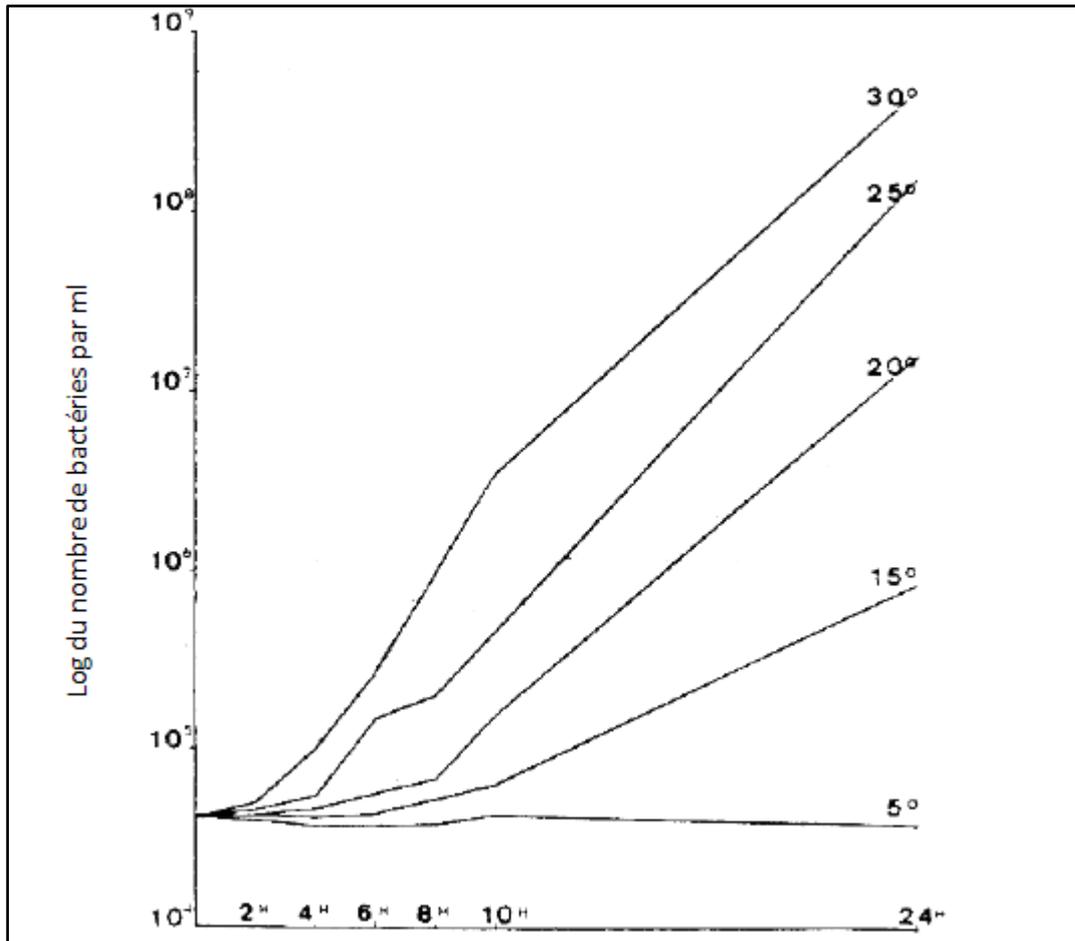
Evolution mensuelle des indices de saisonnalité à Rélizane des années 2005, 2006 et 2007



NB : L'indice de saisonnalité est la production moyenne par jour divisée par la moyenne de production par jour pour l'année [601]. Il varie de 0,66 à 1,34 dans notre étude et de 0,95 à 1,06 dans l'étude de Brisson et Roy 2008 au Québec.

## APPENDICE J

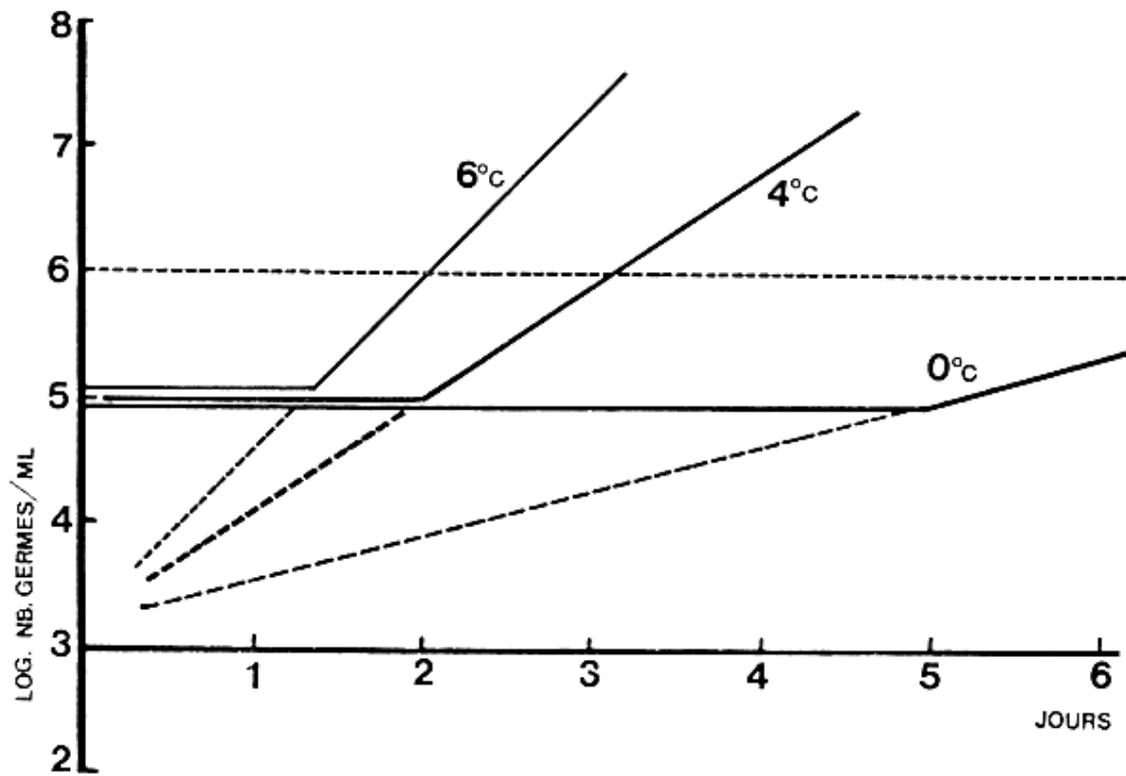
Influence de la température sur l'évolution des germes aérobies mésophiles dans un lait cru



(D'après MOLLERMADSEN, cité par MARION et MOREL, 1964)

## APPENDICE K

Evolution de la flore bactérienne d'un lait réfrigéré



(D'après AUCLAIR, 1979 rapporté par Weber 1985)

## RERERENCES

- 1 . F.A.A « Soutien à la filière lait : Le gouvernement appelé à réviser sa stratégie », Quotidien national Algérie News, Edition du Mardi 13 mai, 2008.
- 2 . DRDPA /MADR « La filière lait : pour des synergies fertiles », Forum des chefs d'entreprises, Alger, juin 2008.
- 3 . Chehat. F « Les marchés internationaux : Enjeux et perspectives », INA Alger, 1<sup>e</sup> Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, mai 2008.
- 4 . Amellal. R « La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance » CIHEAM Options Méditerranéennes, Sér. B / n°14, - Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000, 1995, pp.229-238.
- 5 . Ferrah. A « Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie: Contribution à une analyse d'impact (2000-2005) » Cabinet Gredaal.com, 2005, pp.10.
- 6 . INRA – ONIL « Etude sur le développement de la filière lait en Algérie », 1<sup>e</sup> Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, 2008.
- 7 . Bencharif. A « Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématique », CIHEAM Options Méditerranéennes, Sér. B / n°32, 2001.
- 8 . Nekkab. D « La collecte de lait cru : Situation et perspectives » 1<sup>e</sup> Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, mai 2008.
- 9 . DRDPA /MADR « Situation et perspectives de développement de la filière lait face à l'évolution des marchés extérieurs : La politique de soutien et de promotion de la production laitière nationale », 1<sup>e</sup> Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, mai 2008.
- 10 . Araba. A et Essalhi. M « Relations entre systèmes de productions et qualité du lait de bovins dans la région de Chaouia au Maroc » IAV II, Rabat, 2002, pp.10.
- 11 . Sraïri. M. T « Transfert de technologie d'amélioration des performances » Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N°114, Mars 2004, pp.4.
- 12 . Bony. J, Contamin. V, Gousseff. M, Métais. J, Tillard. E, Juanes. X, Decruyenaere. V, Coulon. J. B « Facteurs de variation de la composition du

- lait à la Réunion » INRA Prod. Anim., 18 (4), 2005, pp.255-263.
- 13 . "Microsoft Encarta 2008 – Etudes DVD"; Encyclopédie Informatique de Microsoft Corporation, nom de l'article : "lait.", 2007.
  - 14 . Hanzen. C «Lait et production laitière » chapitre 3 : Propriétés générales du lait, Cours de 1<sup>e</sup> année Doctorat, ULG FMV, 2003 – 2004.
  - 15 . Agabriel. G, Coulon. J.B , Journal. C, De Rancourt. B « Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du massif central", INRA Prod. Anim., 14, 2001, pp.119-128.
  - 16 . Filion. M. M « Amélioration de la stabilité thermique du lait par modulation du potentiel d'oxydoréduction » Mémoire M. Sc., Sciences et technologie des aliments, U. Laval, Québec, avril 2006, pp.159.
  - 17 . M.A « Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation » Alger, N° JORA : 069 du 27-10-1993, pp.16.
  - 18 . « Wikipédia » ; Encyclopédie libre, article : lait, 2006. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).
  - 19 . Aves de Oliveira. L « Le lait : Composition chimique du lait » Cours de l'E.N.V. de Lyon, 2005. [www2.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/cmlait/compolai.html](http://www2.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/cmlait/compolai.html).
  - 20 . Vasseur. J « La qualité du lait : définition et enjeux », Entreprise DeLaval France, 1<sup>e</sup> Salon international du lait et dérivés SILAIT, Alger, mai 2008.
  - 21 . Rollin. F « Tests de terrain pour la mise en évidence des pathologies subcliniques de la vache laitière: examens cliniques et analyses complémentaires » Congresso de Ciências Veterinárias (Proceedings of the Veterinary Sciences Congress), SPCV, Oeira, 10-12 Out., 2002, pp. 63-78.
  - 22 . Coulon. J.B et Pérochon. L « Evolution de la production laitière au cours de la lactation : modèle de prédiction chez la vache laitière », INRA Prod. Anim., 2000, pp.12.
  - 23 . Kann. G «BST Recombinante et lactation », CIHEAM – Options Méditerranéennes - Série Séminaires n° 14 – 1991, pp.51-58.
  - 24 . Delaby. L., Peyraud J.L et Delagarde. R « Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? », INRA Prod. Anim., 2003, 16 (3), pp.183-195.
  - 25 . Gerard. C, Marcot. S, Guyonvarch. A « Production laitière et complémentation au pâturage : résultats d'une enquête réalisée dans le Grand Ouest de la France » Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12, pp.245.
  - 26 . Wolter. R « Alimentation de la vache laitière », 3<sup>e</sup> Ed. France Agricole, 1997, pp.263.

- 27 . Anonyme « Influence de l'apport de concentré sur l'ingestion de l'herbe au pâturage et sur les performances des vaches » thèse, 2001, pp.80. [http://wwwbibli.vet-nantes.fr/theses/2001/mompas01\\_95/part1.pdf](http://wwwbibli.vet-nantes.fr/theses/2001/mompas01_95/part1.pdf).
- 28 . Portier. B, Brocard. V, le Meur. D, Lopez. C « Effets du niveau de complémentation sur les performances et le coût alimentaire des vaches laitières » Renc. Rech. Ruminants, 2003, 10, pp.361-368.
- 29 . Houssin. B, Foret. A, Chenais. F, Besnier. F « Influence du régime hivernal des vaches laitières sur la qualité organoleptique des beurres et camemberts à la Ferme expérimentale de la Blanche Maison » Rencontres autour des recherches sur les ruminants N°10, Paris, 2003, ISBN 2-84148-053-4, pp.101-114.
- 30 . Chilliard. Y, Ferlay. A, Doreau. M « 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., 2001, 14 (5), 323-335.
- 31 . Akraim. F « Effet du traitement thermique des graines de lin sur la biohydrogénation ruminale des acides gras polyinsaturés et la qualité de la matière grasse du lait de vache » Thèse doctorat, Ecole doctorale SEVAB, I.N. Polytech. de Toulouse, oct. 2006, pp.137.
- 32 . Vilhena Dias de Andrade. P « Influence du pourcentage de concentré et de l'apport lipidique sur les flux duodénaux de lipides et sur la composition de la matière grasse laitière en réponse à l'infusion de t10,c12-CLA chez la chèvre laitière » Thèse doctorat, Ecole Doctorale « Abiès », INAP-G, juil. 2006, pp.226.
- 33 . Fischer. L. J « Influence de l'incorporation de luzerne déshydratée, au moment de la récolte de l'ensilage du maïs ou à sa distribution, sur les performances de production des vaches laitières » Canadian Journal of Animal Science – Canada (1977) 57, pp.559-565 in SNDF – SPACE, 2001.
- 34 . Trommenschlager. J. M, Thénard. V, F. Faurie. F, Dupont. D « Effets de différentes sources de complémentation azotée sur les performances de vaches laitières Holstein et Montbéliardes et les aptitudes à la coagulation des laits » Renc. Rech. Ruminants, 2003, 10, pp.382.
- 35 . Bonetti. B et Paccard. P « Apports azotés en début de lactation » Essai au Pole d'expérimentation et de progrès bovins lait (PEP), Chambre d'agriculture de Lisère- Institut d'élevage, mars 2001, pp.4. [http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/PEP\\_proteines\\_4p.pdf](http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/PEP_proteines_4p.pdf)
- 36 . Wolter. R « Alimentation de la vache laitière », 2<sup>e</sup> Ed. France Agricole, 1994, pp.256.
- 37 . CRAAQ « La contamination des aliments par les mycotoxines, un problème en 2003 » Comité bovins laitiers, CRAAQ, 2003. <http://www.craaq.qc.ca/>

- 38 . Skaff. W « Rôle de la pulpe de betterave dans l'amélioration de la production laitière et des matières grasses et protéiques du lait de vache » Mémoire de DEA Agroalimentaire assurance-qualité, UL- USG- INAPG- IRAL – INRA, Nov. 2001, pp.45.
- 39 . Allouche. S et Sidamer. Z « Bilan rétrospectif des performances de reproduction et de production laitière dans un élevage bovin laitier : Cas de la ferme EURL-SEA Drâa Ben Khedda » Mémoire d'ingénieur, U. T-Ouzou, 2002.
- 40 . Boichard. D « Déterminisme génétique des caractères de production laitière » Draveil – Commission Bovine, 24 et 25 octobre 2000, pp.8-10. <http://www2.clermont.inra.fr/commission-bovine/textes/determdb.pdf>
- 41 . Essalhi. M « Relations entre les systèmes de productions bovines et les caractéristiques du lait », Mémoire 3<sup>e</sup> Cycle, IAV Hassan II, Maroc, 2002, pp.104.
- 42 . Jarrige. R « Alimentation des bovins, ovins et caprins » INRA, 1988, pp.476.
- 43 . Rémond. B, Kérouanton. J, Brocard. V « Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières », INRA Prod. Anim., 1997, 10 (4), 301-315.
- 44 . Agouni. et Gaci. N « Etude de l'alimentation et de la conduite d'élevage bovin de trois élevages bovins laitiers dans la région de Bouira » Mémoire d'ingénieur, U. T. Ouzou, 2002, pp.100.
- 45 . Barnouin. J, Geromegnace. N, Chassagne. M, Dorr. N et Sabatier. P « Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements français » INRA Prod. Anim., 1999, 12 (1), pp.39-48.
- 46 . Schaeren. W « Eviter les mammites chez la vache laitière », ALP actuel N°21, ISSN 1660-7570, 2006. [www.alp.admin.ch](http://www.alp.admin.ch).
- 47 . Wattiaux. M « Essentiels Laitiers : Lactation et Récolte du Lait » Chapitre 23: La maladie et sa transmission. Institut Babcock, Wisconsin USA, 2003, pp.05. <http://babcock.cals.wisc.edu.htm>.
- 48 . Boutet. P, Bureau.F, Lekeux. P « La mammite bovine : de l'initiation à la résolution » Ann. Méd. Vét., 2006, 150, pp.1-26.
- 49 . Mtaallah. B, Oubey. Z et Hammami. H « Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier », Revue Méd. Vét., 2002, 153, 4, pp.251-260.
- 50 . Vigouroux. C « Mammites : La détection des mammites, impact financier et stratégies de traitements » Cerel, 2006, pp.3. [http://www.cerel.org/ftp/fichiers\\_cerel/dossiers/mammites.pdf](http://www.cerel.org/ftp/fichiers_cerel/dossiers/mammites.pdf).

- 51 . Grenon. C, Fournier. S, Goulet. J « lait de qualité », Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, 2004, pp.33.  
<http://www.craaq.qc.ca/index.cfm?p=31&l=fr&choix=BOVLAIT&x=9&y=10>
- 52 . Luquet. F.M « Lait et produits laitiers : Vaches, brebis, chèvres », Vol1, Ed. Lavoisier, Paris, 1986, pp.444.
- 53 . Srairi. M.T et Hamama. A « Qualité globale du lait cru de vache au Maroc: Concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration », Bulletin du PNTTA n° 137, fév. 2006, pp.4.
- 54 . Ouellette. D « Du bon lait pour du bon fromage » Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, Québec, octobre 2004, pp.6.  
<http://www.craaq.qc.ca/index.cfm?p=31&l=fr&Choix=BOVLAIT&x=9&y=10>
- 55 . Siousarran. V « L'hygiène du lait cru en zones urbaine et périurbaine de Niamey, Niger » DEA Rapport de stage, U. Montpellier II, CIRAD-EMVT, oct. 2003, pp.66.
- 56 . P. E. P Caprin "Pourquoi mesurer l'acidité?", Pôle d'Expérimentation et de Progrès Caprin, D-96, 103, 2003.
- 57 . FAO « La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen chapitre II : la matière première-lait » Dép. d'agriculture, Archives et documents de la FAO. <http://www.fao.org/docrep/004/x6551f/x6551f02.htm>.
- 58 . Wattiaux. M. A « Essentiel laitier : lactation et récolte du lait » Chapitre 22 : Composition et valeur nutritive du lait, Institut Babcock, U. Wisconsin, Madison, DE-LM-1-031596-F, 2003, pp.4. <http://babcock.cals.wisc.edu.htm>.
- 59 . Cerf. J « Etude comparative des principales constantes utilisées pour la détermination du mouillage du lait » Thèse de Doctorat ès-sciences de l'Université de Nancy. 1932, in dairy-journal: lait 12 (1932), DOI:10.1051/lait:193211414, pp.300-317. [http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1932/114/lait\\_12\\_1932\\_114\\_14.pdf](http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1932/114/lait_12_1932_114_14.pdf)
- 60 . Broutain. C, Diédhiou. Y, Dieng. D, François. M, Niculescu. N « Maîtrise de la qualité dans la transformation laitière : Guide de bonnes pratiques d'hygiène et de transformation artisanale des produits laitiers au Sénégal» Ministère de l'élevage, Atelier national, Sénégal, Nov. 2005, pp.105.
- 61 . Bonfoh. B, Fané. A, Traoré. A.N, Coulibaly. Z, Wasem. A, Dem. S, Kéita. O, Delorenzi. S, Traoré. H, Simbé. C.F, Alfaroukh. I.O, Farah. Z, Nicolet. J, Zinsstag. J « Hygiène et qualité du lait et des produits laitiers au Mali : Implications en production laitière et en santé publique » in Lait saint du Sahel : Atelier de restitution des résultats, LCV/ INSAH – STI/ ETHZ, Bamako, avril 2002, pp.27-51.
- 62 . Agabriel. C, Brunshwig. G, Sibra. C, Coulon. J.B, Nafidi. C « Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations » INRA Prod. Anim., 1995, 8 (4), pp.251-258.

- 63 . Lévesque. P « Comment les bâtiments et l'équipement influencent-ils la qualité du lait ? » Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, 2004, pp.18. <http://www.craaq.qc.ca/index.cfm?p=31&|=fr&Choix=BOVLAIT&x=9&y=10>.
- 64 . INRA « Nutrition et alimentation des animaux d'élevage » Ed. Foucher, 1992, pp.222.
- 65 . Stoll. W « Alimentation de la vache laitière et composition du lait » Rapactuel, N°8, 2002. [www.admin.ch/sar/rap](http://www.admin.ch/sar/rap).
- 66 . Sauvant. D « Physiologie comparée de digestion et de la nutrition », cours 1e Année TC Biologie Générale, INAPG, 2002/2003, pp.28.
- 67 . Lorenz. S « Qu'est-ce qu'un Acide gras trans, cis, CLA ? Risques et réglementation », LAREAL, 2006, pp.24. [www.lareal.com/mediastore/7/222-2.pdf](http://www.lareal.com/mediastore/7/222-2.pdf).
- 68 . Wyss. U et Collomb. M « Graines de tournesol comme complément à l'herbe: influence sur la composition de la graisse du lait », Revue suisse Agric., 2006, 38 (1), pp.16-20.
- 69 . Benchaar. C et Bilodeau. P « Utilisation des fourrages comme stratégie naturelle et économique pour enrichir le lait de vaches en acides linoléiques conjugués (alc) et acides gras omega-3 » AAC, Publié à Action Fax Lobbying des Producteurs laitiers du Canada, 2005.
- 70 . Chantal. P « Un oméga-3 dans le lait », Bovin laitier, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002. <http://res2.agr.gc.ca/lennoxville>.
- 71 . Philipona. J. C Stuby. B, Jacot. P, Häni. J.P « Affouragement des vaches et influence sur la composition du lait » PUB 2006/3041, Groupe de discussions, 1-10 oct. 2002, pp.10. [http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/pub\\_detail.php?id=16049&PHPSESSID=33afd5e7586217b6c0b7df6b3e95c8da](http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/pub_detail.php?id=16049&PHPSESSID=33afd5e7586217b6c0b7df6b3e95c8da).
- 72 . Velazquez. M « Udder health and milk composition, with special reference to beef cows » MAT food 21, Swedish University of Agricultural Sciences Skara, ISBN 91-576-6004-2, 2000, pp.66.
- 73 . Sauvant. D « Principes généraux de l'alimentation animale » Cours Départ. Sciences animales, INAP-G, 2004-2005, pp.38.
- 74 . IE – FCL « Le règlement technique du contrôle laitier zootechnique des espèces bovine et caprine » Institut d'élevage – FCL, annexe 1-14, avril 1999, pp.67.
- 75 . Ben Salem. M, Marrakchi. M et Bouraoui. R « Effet d'une supplémentation de la ration en lipides protégées sur la production et la composition du lait chez la vache laitière en début de lactation », Renc. Rech. Ruminants, 11, 2004, pp.271.
- 76 . Grant. R. J, Colenbrander. V. F, Mertens. D. R « Milk Fat Depression in Dairy Cows: Role of Silage Particle Size » Journal of Dairy Science Vol. 73, No. 7,

1990, pp.1834-1842.

- 77 . Sauvart. D "Granulométrie des rations et nutrition du ruminant", INRA Prod. Anim., 2000, 13 (2), pp.99-108.
- 78 . Legarto. J, Beaumont. B « Détermination des seuils d'incorporation de la graine de soja crue dans l'alimentation des vaches laitières » Compte rendu des essais Zootechniques réalisés au domaine d'Ognoas en 2003-2004 et 2004-2005, N°03 06 31 013, Départ. Teq, Août 2006, pp.39.
- 79 . Thénard. V, Mauriès. M, Trommenschlager. J.M « Intérêt de la luzerne déshydratée dans des rations complètes pour vaches laitières en début de lactation », INRA Prod. Anim., 2002, 15, pp.119-124.
- 80 . Coulon. J. B, Chilliard. Y, Rémond. B « 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., 1991, 4(3), pp. 219-228.
- 81 . Brugère. H « L'acidose du rumen, un syndrome multiforme: le problème de l'acidose latente » Unité de Physiologie-Thérapeutique, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 2002, pp.36. [http://www.solvaybicar.com/docroot/sodium\\_bicarbonate/static\\_files/attachments/ruminant\\_plaquette\\_brugere.pdf](http://www.solvaybicar.com/docroot/sodium_bicarbonate/static_files/attachments/ruminant_plaquette_brugere.pdf).
- 82 . Baillargeon. J « Comptage de cellules somatiques : Un peu plus haut, un peu plus bas? » Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine, Flash Mammite, Vol 1, N°2, Janvier 2004. [http://www.medvet.umontreal.ca/reseau\\_mammite](http://www.medvet.umontreal.ca/reseau_mammite).
- 83 . Bandaranayaka. D. D, Holmes. C. W “changes in the composition of milk and rumen contents in cows exposed to a high ambient temperature with controlled feeding” Trop. Anim. Filth Prod. (1976) 8, pp.38-46.
- 84 . Chouinard. Y, Turgeon. S « Amélioration de la qualité des matières grasses laitières par l'alimentation de la vache », Symposium sur les bovins laitiers, CPAQ, Québec, 1998, pp.8.
- 85 . Chantal. P « Changer le gras du lait : une autre méthode » Source: Journal of Dairy Science, Vol. 82, No 7, pp.1525. <http://res2.agr.gc.ca/lennoxville>.
- 86 . Chantal. P « Plus d'ALC » Source Journal of Dairy Science, Vol. 82, No 10, pp.2146, Canada, 2002. <http://res2.agr.gc.ca/lennoxville>.
- 87 . Chantal. P « Changer les propriétés du gras du lait », Bovin laitier, Agriculture et Agroalimentaire, Canada, 2002. <http://res2.agr.gc.ca/lennoxville>.
- 88 . Rulquin. H, Vérité. R, Guinard-Flament. J « Acides aminés digestibles dans l'intestin. Le système AADI et les recommandations d'apport pour la vache laitière » INRA Prod. Anim., 14, 2001, pp.3-13.
- 89 . Stallings. C. C « Protéines non dégradables dans le rumen et le tourteau de soja by-pass » FE 16 - 1999, 2002, pp.5. [www.asaim-europe.org/pdf/bypass](http://www.asaim-europe.org/pdf/bypass)

\_protein\_f.pdf

- 90 . Coulon . J.B, Hurtaud. C, Rémond. B, Vérité. R « Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache », INRA Prod. Anim., 1998, 11 (4), 299-310.
- 91 . Coulon. J. B « Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. Réflexions à partir de résultats d'enquêtes » INRA Prod. Anim., 1991, 4(4), pp.303-309.
- 92 . Rulquin. H, Vérité. R, Guinard-Flament. J, Pisulewski. P. M « Acides aminés digestibles dans l'intestin. Origines des variations chez les ruminants et répercussions sur les protéines du lait » INRA Prod. Anim., 14, 2001, pp.201-210.
- 93 . Wu. Z et Satter. D "Milk Production During the Complete Lactation of Dairy Cows Fed Diets Containing Different Amounts of Protein" Journal of Dairy Science Vol. 83, No. 5, 2000, pp.1042–1051.
- 94 . Kaïdi. R « La maîtrise de la reproduction et son impact sur la productivité des élevages » 1er Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, juin 2008, pp.74.
- 95 . Otz. P « Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique » Thèse Docteur Vétérinaire N° 65, U. Claude-Bernard - Lyon 1, ENV Lyon, sept. 2006, pp.113.
- 96 . Ghozlane. F, Yakhlef. H, Yaici. S « Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie » Annales de l'INA - El Harrach -Vol.24, N° 1 et 2, 2003, pp.55-68.
- 97 . Perrin. C « Induction et synchronisation des chaleurs en élevage bovin allaitant : essai clinique de l'Eazi-Breed » Thèse pour le doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, Thèse 2001-Tou3-4057, 2001, pp.52.
- 98 . Haskouri. H « Gestion de la reproduction chez la vache : insémination artificielle et détection des chaleurs » Cours 5e année Vétérinaire, IAV Hassen II Rabat, 2000/2001, pp.11.
- 99 . Tahri. S « Etude de l'état nutritionnel de la vache laitière en prévention de l'apparition des problèmes de reproduction: utilisation de la notation corporelle (BCS) et du profil métabolique » Mémoire de Magister, ENV-El Harrach, Alger 2006, pp.112.
- 100 . Hanzen. Ch « Facteurs d'infertilité et d'infécondité en reproduction bovine : données générales » Chapitre 10, Cours 2ème doctorat, Année 2004-2005, ULG, pp.14.
- 101 . Boichard. D « Impact économique d'une mauvaise fertilité chez la vache laitière » INRA Prod. Anim., 1988, 1(4), pp.245-252.

- 102 Hanzen. Ch, Lourtie. O, Drion. P.V, Depierreux. C, Christians. E « La mortalité embryonnaire : 1. Aspects cliniques et facteurs étiologiques dans l'espèce bovine » Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, pp.56.
- 103 Bouzebda. Z, Bouzebda F, Guellati. M.A, Grain. F « Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du nord est algérien » Sciences & Technologie C – N°24, Décembre 2006, pp.13-16.
- 104 Bencharif. D, tainturier. D, slama. H, bruyas. J.F, battut. I, fieni. F « Prostaglandines et post-partum chez la vache » synthèse scientifique, Revue Méd. Vét., 2000, 151, 5, pp. 401-408.
- 105 Geay. Y « Problèmes majeurs auxquels les filières bovines "lait" et "viande" sont confrontées : Voies de recherches proposées » CB FL.FV. Octobre 98, Theix, 1998, 99.14.
- 106 Adamou-N'Diaye. M, Ogodja. O. J, Gbangboche. A. B, Adjovi. A, Hanzen. CH « Intervalle entre vêlage chez la vache Borgou au Bénin » Ann. Méd. Vét., 2001, 145, pp.130-136.
- 107 . Hanzen. C H, Houtain. J. Y, Laurent. Y, Ectors. F « Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine » Ann.Méd.Vét., 1996,140, pp.195-210.
- 108 . Hanzen. Ch, Houtain. J.Y, Laurent. Y « Etude des facteurs de risque de l'infertilité chez la vache laitière » Revue Actualité scientifique AS, Ile<sup>™</sup> Journées Scientifiques : Réseau thématique de recherche : Reproduction et production laitière, ISBN 9973-9753-1-6, 2003, pp.119-128.
- 109 . Jamrozik. J, Fatehi. J, Kistemaker. G.J, Schaeffer. L.R « Estimation des paramètres génétiques des caractères de reproduction des femelles chez les bovins Holstein du Canada » Journal of Dairy Science. 2005. Vol. 88, No. 6, pp. 2199-2208.
- 110 . Hanzen. Ch, Bascon. F, Theron. L, Lopez-Gatius. F.B « Les kystes ovariens dans l'espèce bovine : 1. Définitions, symptômes et diagnostic » formation continue - Articles De synthèse, Ann. Méd. Vét., 2007, 151, pp.247-256.
- 111 . CRAAQ « La contamination des aliments par les mycotoxines, un problème en 2003 » Comité bovin laitier, CRAAQ, 2003, pp.4. <http://www.craaq.qc.ca/>
- 112 . Murray. B « Comment maximiser le taux de conception chez la vache laitière - détections des chaleurs » Fiche technique, Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales (MAAO), Ontario, ISSN 1198-7138, 1996, pp.8.
- 113 . Michel. A, Ponsart. C, Freret. S, Humblot. P « Influence de la conduite de la reproduction sur les résultats à l'insémination en période de pâturage » Renc. Rech. Ruminants, 2003, 10, pp.131-134.
- 114 . Caldwell. V et Filteau. V « La reproduction sans censure : la vision d'un vétérinaire de champ » Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, 2003,

pp.20. <http://www.craaq.qc.ca/>

- 115 . Brisson. J « Production élevée et reproduction sont-elles conciliables? » PATLQ, Le producteur de lait québécois, Juin 2002, pp.3.
- 116 . Blanc. F, Bocquier. F, Agabriel. J, D'hour. P, Chilliard. Y « Amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages de ruminants : conséquences sur les fonctions de production et la longévité des femelles » Renc. Rech. Ruminants, 2004, 11, pp.155-162.
- 117 . Khelef. D « L'interaction de l'alimentation et de la maîtrise de la reproduction sur les performances des élevages laitiers » 1er Salon international du lait et dérivés "SILAIT 2008", Alger, juin 2008, pp.20.
- 118 . Enjalbert. F « Alimentation et reproduction chez la vache laitière » SNDF 1998, 1998, pp.9.
- 119 . Schori. F « Alimentation et fertilité de la vache laitière » Fiche technique et pratique, ALP actuel 2005, n° 17, ISSN 1660-7589, pp.4.
- 120 . El Djaouhari. M « Testage de proposition d'appui technique aux éleveurs de bovins laitiers dans le périmètre irrigué du tadla » Mémoire de 3ème cycle, IAV Hassen II Rabat, 2007, pp.156.
- 121 . Friggens. N.C, Labouriau. R « Effet du numéro d'œstrus et du nombre de jours après le vêlage sur la probabilité de conception chez les vaches laitières » Renc. Rech. Ruminants, 2007, 14, pp.367-370.
- 122 . Tillard E, Humblot. P, Faye. B « Impact des déséquilibres énergétiques post-partum sur la fécondité des vaches laitières à la Réunion » Renc. Rech. Ruminants, 2003, 10, pp.127-130
- 123 . MAAARO « Utilisation de la note d'état corporel dans la conduite du troupeau laitier » Fiche technique, Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales (MAAO), Ontario, ISSN 1198-7138, 1996, pp.6.
- 124 . Adamou-N'Diaye. M, Gbangboché. A.B, Daouda. I « Effet du système de production sur l'âge au premier vêlage chez la vache Borgou au Bénin. Etude rétrospective » Revue Tropicultura 2003, Vol. 21, N° 2, pp.51-55.
- 125 . Grimard. B « Nutrition, production laitière et reproduction chez la vache laitière : aspects métaboliques » Draveil, Commission Bovine, 24 et 25 octobre 2000, pp.35-38.
- 126 . Ezanno. P « Modélisation de la relation entre l'état des réserves corporelles et la productivité des troupeaux bovins : cas des bovins n'dama en milieu humide agro-pastoral extensif de zone tropicale humide (Kolda - Sénégal) » Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure D'agronomie De Montpellier, 2002, pp.104.
- 127 . Stoll. W « Optimiser la préparation de la vache à sa nouvelle lactation »

rapactuel, N° 4, 2001, pp.4. [www.admin.ch/sar/rap](http://www.admin.ch/sar/rap).

- 128 . Ben Salem. M et Marouani. H « Effet d'une supplémentation de la ration en savons de calcium seuls ou additionnés de méthionine protégée sur la production et la composition du lait et sur certains paramètres de reproduction chez la vache laitière haute productrice en début de lactation » Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12, pp.244.
- 129 . Meffe. N, Marnet. P.G, Gaudin. V, Ribaud. D, Lopez. C « Supprimer une traite par semaine pendant toute la lactation chez les VL: Quelles conséquences sur la production, la qualité du lait et la santé mammaire » Institut d'élevage, 2005, pp.7. [www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/N.\\_MEFFE\\_suppression\\_1\\_traite\\_par\\_sem.pdf](http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/N._MEFFE_suppression_1_traite_par_sem.pdf).
- 130 . Colin. A « Traite et Travail ou comment ne plus traire 730 fois par an », Direction Technique Recherche et Développement, Neolait, Yffiniac, juin 2004, pp.7. [http://www.neolait.com/pages/dossiers\\_techniques/Actualites\\_traite.htm](http://www.neolait.com/pages/dossiers_techniques/Actualites_traite.htm).
- 131 . Lacasse. P et Petitclerc. D « Cours sur la Biologie de la Lactation » Cours sur la Biologie de la Lactation, Département de Biologie, Université de Sherbrooke, PSL 705, Canada, 2006. <http://pages.usherbrooke.ca/infosbio/PSL705/Biologie/plan.htm>
- 132 . Boudry. B « Qualité du lait et gestion du troupeau - Traire un lait de qualité : une attention de tous les jours » Journée d'étude des AREDB d'Aubel, de Herve-Fléron-Visé et de Montzen et de la Région wallonne, Novembre 2005, pp.13. [http://agriculture.wallonie.be/apps/spip\\_wolwin/IMG/pdf/Boudry-henrichap05.pdf](http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/Boudry-henrichap05.pdf)
- 133 . DeLaval France « Savoir laitier : La glande mammaire », 2006. [http://www.delavalfrance.fr/Dairy\\_Knowledge/EfficientMilking/The\\_Mammary\\_Gland.htm?wbc\\_purpose=BasicAbout\\_DeLavalAb](http://www.delavalfrance.fr/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/The_Mammary_Gland.htm?wbc_purpose=BasicAbout_DeLavalAb).
- 134 . Charron. G « Les productions laitières : Les bases de la production », vol1, Ed. Tec & Doc, 1986, pp.348.
- 135 . DeLaval France « Savoir laitier : Traite efficace : Technologie laitière » 2006. [www.delavalfrance.fr/Dairy\\_Knowledge/EfficientMilking/Milking\\_Technology.htm](http://www.delavalfrance.fr/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/Milking_Technology.htm).
- 136 . Jadoul. T « Traire un lait de qualité : une attention de tous les jours. Problèmes rencontrés par les producteurs : la maîtrise des mammites », Comité du lait, Henri-Chapelle, Nov. 2005, pp.9. [http://agriculture.wallonie.be/apps/spip\\_wolwin/img/pdf/Jadoul-henrichapelle051129.pdf](http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/img/pdf/Jadoul-henrichapelle051129.pdf)
- 137 . Haddadi. S et Chekir. C « Conduite d'élevage et facteurs de variation de la production et de la qualité du lait dans les élevages de la Wilaya de Tizi-Ouzou » Mémoire, U. T-Ouzou, 2005.

- 138 . Martinet. J, Houdebine L.M, « Biologie de la lactation », INRA-INSERM Editions : Paris, 1993.
- 139 . Ewy. A « Préparation à la traite chez la vache laitière : Comparaison des différentes méthodes de nettoyage des trayons » Revue UFA, Ed. Service sanitaire bovin, mai 2003, pp.4.
- 140 . Wattiaux. M « Essentiels Laitiers : Lactation et Récolte du Lait », chapitre 21 : Principes de traite, Institut Babcock, Wisconsin, 2006, pp.5.  
<http://babcock.cals.wisc.edu.htm>.
- 141 . Rémond. B, Pomiès. D, Dupont. D, Chilliard. Y « Once-a-day milking of multiparous Holstein cows throughout the entire lactation: milk yield and composition, and nutritional status», Anim. Res. 53, 2004, pp.201–212.
- 142 . Hogeveen.H, Van Der Vorst. Y, De Koning. K, Slaghuis. B « concepts et implications de la traite automatisée » Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, 2001, pp.103-120.
- 143 . Rémond. B, Pomiès. D, Brunschwig. G « La traite une fois par jour de vaches Prim'Holstein, pendant une semaine, diminue la production laitière de 25 %, sans effet rémanent », Renc. Rech. Ruminants, 2003, 10, pp.113.
- 144 . Delamaire. E, David. Y, Guinard-Flament. J « Utilisation mammaire du glucose lors d'une diminution de la production laitière provoquée par la monotraite et/ou une restriction alimentaire » Renc. Rech. Ruminants, 12, 2005, pp.238.
- 145 . Ayadi. M, Caja. G, Such. X, Knight. C. H « Effect of omitting one milking weekly on lactational performance and morphological udder changes in dairy cows » J. Dairy Sci. 86, 2003b, pp.2352-2358.
- 146 . Laudren. G « Filière lait algérienne. Projet d'opération pilote : le cas concret de la laiterie de sidi-Saada près de Rélizane» Document de Bretagne internationale, avril 2007, pp.46.
- 147 . Trèfle « Stratégie de la société trèfle pour le développement de la filière laitière bovine locale autour de l'industrie laitière sidi-Saada (Rélizane) » Groupe Trèfle, Blida, 2008.
- 148 . Giplait « présentation de l'EPE ou des actifs à céder : Dénomination de l'EPE : laiterie de sidi Saada à Rélizane » Juin 2005. [www.giplait.dz](http://www.giplait.dz).
- 149 . Amadou. S, Bourennane. N, Haddadi. F, Hamidouche. S, Sadoud. S « Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie ? » Série de Documents de Travail ICRA : N° 126, Algérie, 2005, pp.119. [http://www.icra-edu.org/objects/public\\_fr/Rapport\\_Algerie\\_2005.pdf](http://www.icra-edu.org/objects/public_fr/Rapport_Algerie_2005.pdf).
- 150 . DECISTAT « Eléments de décision et de modélisation statistiques » Chapitre IV : Méthodes factorielles d'analyse de données – Principes et mise en œuvre pratiques. Tome 2, 2004, pp.107-176.

- 151 . Karam. S « Application de la méthodologie des plans d'expériences et de l'analyse de données à l'optimisation des processus de dépôt » Thèse de doctorat N° 39-2004, Fac. Des Sciences et technique, U. Limoge, nov. 2004, pp.234.
- 152 . Buisine. S et Martin. J. C « L'étude de Corpus par Analyse en Composantes Principales » Second Workshop francophone sur les Agents Conversationnels Animés WACA'06, 2006, pp. 63-71. <http://stephanie.buisine.free.fr/publis/WACA06-2.pdf>.
- 153 . Turenne. N « Analyse en Composantes Principales (PCA-principal component analysis) » Cours de statistiques, Pôle universitaire Léonardo de Vinci, INRA, 2006, pp.27. Email : nicolas.turenne@jouy.inra.fr.
- 154 . Didacticiels Tanagra « Etudes de cas CAH mixte sur le fichier IRIS », avril 2004. [http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/fichiers/HAC\\_IRIS.pdf](http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/fichiers/HAC_IRIS.pdf).
- 155 . ACTION & DEVELOPPEMENT « Fiche technique : Elevage laitier au Burkina-Faso et progrès génétique » A&D n°34-Septembre 2006, pp.17.
- 156 . Delmotte. E, Albert. M, Leclair. A, Pechey. B, Zsitko. J. M, Caillaud. D « Saisonnalité de la production laitière bovine en région Lorraine » Institut d'Elevage - CIRELL, N° IE : 080652009, octobre 2006, pp.32.
- 157 . Sabile. R « Production laitière : Vision de l'industrie et contexte de collecte - Zone du Tadla » Groupe Centrale laitière – SA 'ONA', Maroc, mai 2006, pp.16.
- 158 . Droumaguet. Y « Enquête saisonnalité - La répartition des livraisons de lait : des enjeux pour les producteurs et les Transformateurs » Editorial de la revue Cap Elevage - Les références des éleveurs bretons, N°15, juin 2005.
- 159 . Pien. J « Le coefficient de rendement en fromagerie : nécessité d'une définition nouvelle » Dairy- Journal : Lait 25, DOI:10.1051/lait:1945247-2489, 1945, pp.224-232. [http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1945/247/lait\\_25\\_1945\\_247-248\\_9.pdf](http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1945/247/lait_25_1945_247-248_9.pdf)
- 160 . El-Rafey. M. S « L'hygiène du lait en Egypte » Who Mono n° 48, 1961, pp.645-657. [http://whqlibdoc.who.int/monograph/WHO\\_MONO\\_48\\_\(p645\)\\_fre.pdf](http://whqlibdoc.who.int/monograph/WHO_MONO_48_(p645)_fre.pdf)
- 161 . Raynaud. S « Etude sur la contamination du lait par les bactéries coliformes en Bretagne » Rapport Final, Institut d'Elevage – Gie lait-viande Bretagne, 2005, pp.85.
- 162 . Bouton. Y, Desmasures. N, Beuvier. E « Faut-il privilégier la quantité ou la nature de la flore du lait ? » Fiche technique, juin 2005, pp.5. <http://www.pole-fromager-aoc-mc.org/doc/Quantite-natureflores.pdf>
- 163 . Veinoglou. B, Baltajieva. M, Anifantakis. E, Edgaryan. M « La composition du lait de vache de la région de Plovdiv en Bulgarie et de Ioannina en Grèce » Le

- Lait, 1982, N° 611-612, 62, pp.55-66.
- 164 . Bocquier. F, Caja. G « Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation » INRA Prod. Anim., 2001, 14 (2), pp.129-140.
  - 165 . Coulon. J. B, Hauwuy. A, Martin. B, Chamba. J.F « Pratiques d'élevage, production laitière et caractéristiques des fromages dans les Alpes du Nord » INRA Prod. Anim., 1997, 10 (3), pp.195-205.
  - 166 . Morgan. F, Masle. I « Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques – Facteurs de variation liés à la composition du lait » Lait 81 (2001), INRA, EDP Sciences, 2001, pp.561–569.
  - 167 . Mouffok. C, Madani. T « Effet de la saison de vêlage sur la production laitière de la race Montbéliarde sous conditions semi arides algériennes » Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12, pp.205.
  - 168 . Leclerc. H, Delacroix. J « Méthodes d'enregistrement des performances du contrôle laitier (bovins): comparaison des méthodes Z4 et T4 » Institut d'Élevage, Service contrôle des performances, Compte- rendu n°0477010, août 2004, pp.38.
  - 169 . Agabriel. C, Colon. J.B, Marty. G, Bonaïti. B « Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production » INRA Prod. Anim., 1993, 6 (1), pp.53-60.
  - 170 . Kadi. S. A, Djellal. F, Berchiche. M « Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie » Livestock Research for Rural Development 19 (4), 2007, pp.12.
  - 171 . Cassinello. J, Pereira. S « La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la Serra do Caldeirão » DRAALG (Direction régionale de l'agriculture de l'Algarve), Portugal, 2000, pp.157-161.
  - 172 . OLYMPIADES DE LA CHIMIE « Séparation des principaux constituants du lait » Olympchim, 2000/2001, pp.8. <http://www.lyc-hoche-versailles.ac-versailles.fr/cdi/OlympChim/ORC/Prep01-02/Lait/Lait0001.pdf>.
  - 173 . Bouin. N « L'analyse indirecte et le mouillage du lait » Dairy-Journal : lait 4, DOI:10.1051/lait:1924313, 1924, pp.10-15. [http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1924/31/lait\\_4\\_1924\\_31\\_3.pdf](http://lait.dairy-journal.org/articles/lait/pdf/1924/31/lait_4_1924_31_3.pdf).
  - 174 . PNHA « Rélizane : carrefour de passages privilégiés » PNHA, n°90, mai 1998. [http://perso.wanadoo.fr/bernard.venis/mon\\_algerie/villages/pages\\_liees/pqrst/relizane\\_pn90.htm](http://perso.wanadoo.fr/bernard.venis/mon_algerie/villages/pages_liees/pqrst/relizane_pn90.htm).
  - 175 . FAO « Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine », Chapitre 3 : Produits laitiers: consommation, technologie et microbiologie : Microflore du lait. Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28, ISBN 92-5-20534-6, FAO-INPhO, 1998. <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F09.htm>.

- 176 . Hempen. M, Unger. F, Seck. M.T, Münstermann. S, Zessin. K. H « Quelques caractéristiques de la filière laitière et l'hygiène du lait produit à Kolda et Tambacounda » in Actes de l'atelier de restitution des résultats du projet procordel au Sénégal, Section 2, ISBN : 9983 954 00 X, Cesag, déc. 2003, pp.51-55. [www.itc.gm/downloads](http://www.itc.gm/downloads).
- 177 . Weber. F « Réfrigération du lait a la ferme et organisation des transports » Etude FAO Production et santé animales, 47, 1985. <http://www.fao.org/docrep/003/x6550f/X6550F00.htm>.
- 178 . Sraïri. M. T, Hasni Alaoui. I, Hamama. A, Faye. B « Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc » Revue Méd. Vét., 2005, 156, 3, pp.155-162.
- 179 . Grenier. J « Diversité microbienne des laits crus » Bulletin du Pôle Scientifique Bio du Massif Central, N°1, janvier 2007, pp.13.
- 180 . Tormo. H, Ali Himoud Lekhal. D, Laithier. C « Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage » Renc. Rech. Ruminants, 2006, 13, pp.305-308.
- 181 . Andrieu. J, Beranger. C, Demarquilly. C, Dulphy. J.P, Gea. Y, Hoden. A, Jarrige. R, Journet. M, Lienard. G, Petit. M, Rémond. B, Theriez. M, Thivend. P « Alimentation des ruminants en période de pénurie fourragère » Bull. techn. CRZV Theix, INRA, n°25, 1976, pp.65-89.
- 182 . Wattiaux. M. A, Howard. W.T « Essentiel laitier : Aliments pour vaches laitières » Institut Babcock, U. Wisconsin de Madison, DE-NF-6-011295-F, 2003, pp.4. <http://babcock.cals.wisc.edu.htm>.
- 183 . Faverdin. P, M'hamed. D, Rico-Gómez. M, Vérité. R « La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière » INRA Prod. Anim., 16, 2003, pp.27-37.
- 184 . Losq. G, Portier. B, Trou. G, Hérisset. R, Brocard. V, Gominard. C « Pratiques et résultats de 2 groupes d'exploitations laitières bretonnes économes en concentrés (60 ou 80 g par kg de lait) » Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12, pp.217-220.
- 185 . Sraïri. M. T, Kessab. B « Pratique d'élevage : Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc » INRA Prod. Anim., 1998, 11 (4), pp.321-326.
- 186 . Girodon. « Bien maîtriser sa technique de traite pour éviter les mammites » Fiche technique et pratique, 2003, pp.2.
- 187 . Billon. P « L'État des trayons : élément révélateur de la routine de traite et du fonctionnement de la machine à traire » Journée Qualité de la Traite - Henry-Chapelle, Belgique, Nov. 2005, pp.73.
- 188 . Ben Hassen. S, Messadi. L, Ben Hassen. A « Identification et caractérisation des espèces de Staphylococcus isolées de lait de vaches atteintes ou non de

- mammite la vache laitière » Ann. Méd. Vét., 2003, 147, pp.41-47.
- 189 . Jordan. E. R, Fourdraine. R. H « Caractérisation des conduites d'élevage des meilleurs troupeaux laitiers américains » SNDF- Space2000, Journal of Dairy Science – USA (1993) 76, pp.3247-3256.
- 190 . Madani. T, Mouffok C. « Production laitière et performances de reproduction des vaches Montbéliardes en région semi-aride algérienne » Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 2008, 61 (2) , pp.97-107.
- 191 . Adem. R « Les exploitations laitières en Algérie: Structure de fonctionnement et analyse des performances technico-économiques: cas des élevages suivis par le C.I.Z » Communication, 4e Journée de recherche sur les productions animales, U. Tizi-Ouzou, 7-9 Déc. 2003, pp.12.
- 192 . Delagarde. R, O'Donovan. M « Les modèles de prévision de l'ingestion journalière d'herbe et de la production laitière des vaches au pâturage » INRA Prod. Anim., 2005, 18 (4), pp.241-253.
- 193 . Haddada. B, Grimard. B, El Aloui Hachimi. A, Najdi. J, Lakhdissi. H, Ponter. A. A, Mialot. J. P « Performances de reproduction des vaches laitières natives et importées dans la région du Tadla (Maroc) » Renc. Rech. Ruminants, 2005, 12, pp.173.
- 194 . Cloutier. E « Pratiques courantes en reproduction : Les stratégies gagnantes en reproduction 2008 » Valacta - Le savoir laitier à votre portée, Vol. 3 – N° 2 - Mai 2008, pp.2.
- 195 . Filière MONTBÉLIARDE « L'âge au vêlage, un sujet délicat » Le Jura agricole et rural n°1706, Revue F. M. N°3, Sept. 2006, pp.6-8.
- 196 . Coulon. J. B, Lescourret. F, Faye. B, Landais. E, Troccon. J. L, Pérochon. L « Description de la base de données "LASCAR", un outil pour l'étude des carrières des vaches laitières » INRA Prod. Anim., 1993, 6(2), pp.151-160.
- 197 . Pauly. C, Rieder. S « Une race aux nombreux potentiels » Fédération de la tachetée rouge, Bulletin n°3/04 in Montbéliarde on line n°9, N° ISSN : 1294-2448, Sept. 2004, pp.9-28.
- 198 . Adamou-N'Diaye. M, Ogodja. O. J, Gbangboche. A. B, Adjovi. A, Hanzen. CH « Intervalle entre vêlages chez la vache borgou au Bénin » Ann. Méd. Vét., 2001, 145, pp.130-136.
- 199 . Wattiaux. M. A « Reproduction et sélection génétique: Gestion de la reproduction de l'élevage » Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier, U. Winsconsin, Madison, 2003. <http://babcock.cals.wisc.edu.htm>.