



INSTITUT DE L'ÉLEVAGE

Département
élevage
et produits

.....*

**Evaluation de l'incidence
des infections et
inflammations
mammaires sur la
production laitière chez
la chèvre**

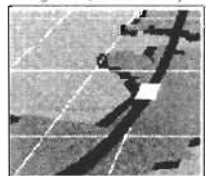
COMPTE RENDU FINAL

15.98.31.010.

Compte rendu n° 9983111

R. de Crémoux
C. Baudry
F. Berny
J.L. Ménard

En Région Poitou-Charentes



RÉGION
POITOU-CHARENTES

Evaluation de l'incidence des infections et inflammations mammaires sur la production laitière chez la chèvre

Renée DE CREMOUX (Institut de l'Elevage)

Christian BAUDRY (CNEVA Niort)

François BERNY (Institut de l'Elevage)

Jean-Luc MENARD (Institut de l'Elevage)

- **Groupe de travail à l'origine de ces travaux :**

Alexandre LAURET (A.R.C.),
Christian BAUDRY et Gérard PERRIN (CNEVA Niort),
Jean-Luc MENARD (Institut de l'Elevage).

- **Origines des données :**

- ✉ 1er volet sur l'incidence des infections mammaires : Etude menée en 1993-94 dans 8 troupeaux adhérents au Contrôle Laitier des Deux-Sèvres (de Cremoux, 1995),
- ✉ 2è volet sur l'incidence des inflammations mammaires : données de 254 élevages adhérents au Contrôle Laitier de trois départements (Vendée, Charente et Charente-Maritime) fournis par l'A.R.S.O.E. des Pays de la Loire à la demande de l'A.R.C..

- **Traitement et analyse statistiques des données :**

- ✉ 1er volet : François BERNY, Renée de CREMOUX et Jean-Luc MENARD (Institut de l'Elevage),
- ✉ 2è volet : Christian BAUDRY (CNEVA Niort), François BERNY, Renée de CREMOUX et Jean-Luc MENARD (Institut de l'Elevage).

- **Rédaction du compte rendu :**

Renée de CREMOUX (Institut de l'Elevage),
Christian BAUDRY (CNEVA Niort),
Jean-Luc MENARD (Institut de l'Elevage),
François BERNY (Institut de l'Elevage).

Avec les avis de Vincent HEUCHEL (Institut de l'Elevage),
Philippe BRUNSCHWIG (Institut de l'Elevage).

RESUME.....	5
INTRODUCTION.....	6
❶ Contexte et objectifs de l'étude	6
1 - Problématique.....	6
2 - Objectifs attendus et finalité du projet	8
❷ Démarche suivie.....	8
MATERIEL ET METHODES.....	9
❶ Premier volet :	
Incidence des infections mammaires sur la production journalière	9
1 - Base de données.....	9
2 - Traitement et analyse statistique des données	10
❷ Deuxième volet :	
Incidence des inflammations sur la production par lactation	11
1 - Base de données.....	11
2 - Traitement et analyse statistique des données	13
RESULTATS	16
❶ Premier volet :	
❶ Caractéristiques générales de la population	16
1 - Caractéristiques zootechniques des élevages	16
2 - Structure générale de la population.....	16
3 - Statut infectieux mammaire	17
4 - Numérations cellulaires individuelles mensuelles	18
❷ Caractéristiques de la production et de la composition du lait	19
1 - Distribution des variables de production et composition du lait.....	19
2 - Analyse des modèles d'étude	20
❸ Incidence des infections mammaires sur la production laitière journalière et la composition du lait.....	20
1 - Chez les primipares	20
2 - Chez les multipares	21
❷ Deuxième volet :	
❶ Evaluation présomptive de l'incidence des infections mammaires surla production laitière et les taux.....	22
1 - Distribution des numérations cellulaires individuelles	22
2 - Evaluation de l'ancienneté des inflammations de la mamelle.....	23
3 - Evaluation de l'incidence de la réaction inflammatoire	24

② Evaluation de l'incidence du degré moyen d'inflammation mammaire.....	26
1 - Analyse des modèles d'étude	26
2 - Incidence du degré d'inflammation mammaire sur la production laitière à 200 jours	27
3 - Incidence du degré d'inflammation mammaire sur les quantités de matière grasse et matière protéique et les taux.....	29
DISCUSSION - CONCLUSION.....	33
① Evaluation du statut infectieux mammaire individuel.....	33
② Estimation des pertes de production laitière.....	34
1 - Incidence des infections mammaires.....	34
2 - Incidence du degré d'inflammation de la mamelle.....	34
③ Estimation des modifications de la composition du lait.....	36
BIBLIOGRAPHIE	37
ANNEXES.....	40

Une étude a été conduite pour évaluer l'incidence des infections et inflammations de la mamelle sur la production et la composition du lait chez la chèvre. Les références obtenues permettront de sensibiliser les éleveurs à partir des pertes liées à l'absence de maîtrise de la santé mammaire dans leur élevage.

L'analyse a été réalisée à l'aide de deux types de données complémentaires :

- des résultats d'analyses bactériologiques du lait issus de 1 060 chèvres provenant de 8 troupeaux, donnant une information précise sur la présence ou l'absence d'infection à un moment donné de la lactation,
- des résultats de comptages cellulaires individuels issus de 36 949 chèvres provenant de 254 troupeaux, permettant d'évaluer l'intensité et la durée des réactions inflammatoires.

Lors d'infection de la mamelle, seules celles dues à des pathogènes majeurs (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, coliformes) occasionnent une baisse significative de la production laitière de 140 à 180 ml par jour en moyenne (- 6 %). Les staphylocoques coagulase négative n'induisent en revanche, dans cette étude, aucune perte de production.

Aux baisses de production laitière, sont associées des baisses inférieures ou équivalentes (0 à - 7 %) de matière protéique et une chute plus marquée de la quantité de matière grasse (- 12 à - 13 %). Le taux protéique est donc stable quel que soit le statut infectieux mammaire chez les multipares ou augmente en cas d'infection par des pathogènes majeurs chez les primipares. Le taux butyreux, en revanche, tend à diminuer en cas d'infection de la mamelle, cette tendance s'accroissant lors d'atteinte par des pathogènes majeurs.

Sur l'ensemble de la lactation (évaluée sur une période de 200 jours), des pertes de production ont été mises en évidence y compris pour des moyennes géométriques de numérations cellulaires relativement faibles : - 66 kg (- 8,4 %) pour la classe 200 à 400 000 cellules par ml à - 218 kg (- 27,6 %) pour la classe 3 200 000 cellules par ml et plus. Les pertes de matière protéique s'apparentent à celles déterminées pour la production (- 8,5 à - 24,8 %), celles de matière grasse étant légèrement plus importantes (- 9,8 à - 31,4 %). Le taux butyreux baisse de ce fait de 0,5 à 1,7 g/kg tandis qu'une augmentation du taux protéique est perceptible au-delà de 800 000 cellules par ml (+ 0,2 à + 1,1 g/kg). Les chèvres appartenant à des troupeaux de fort potentiel laitier (741 à 1 200 kg par chèvre) présentent en moyenne des baisses de production laitière ou de quantités de matière utile semblables et donc proportionnellement plus faibles, comparées à celles établies pour les autres catégories de la population (moins de 650 kg et 651 à 740 kg par chèvre).

Cette étude témoigne de l'incidence variable des infections mammaires sur la production et la composition du lait chez la chèvre. En revanche, l'inflammation mammaire telle qu'elle peut être appréciée par l'intermédiaire des numérations cellulaires du lait est associée à des pertes de lait et de matière utile. Ce constat justifie l'utilisation des comptages de cellules somatiques en appui à l'application de stratégies raisonnées, tant sur le plan sanitaire qu'économique, de contrôle de la pathologie mammaire.

0 Contexte et objectifs de l'étude

1 - Problématique

Les inflammations mammaires ou mammites ont pour l'essentiel une origine infectieuse. Les germes impliqués dans ces infections peuvent être regroupés en deux ensembles selon leur caractère pathogène (Lerondelle et Poutrel, 1984). Il a ainsi été possible d'opposer les staphylocoques coagulase négative dans leur ensemble aux germes pathogènes majeurs regroupant *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp., *Enterococcus* sp., *Bacillus* sp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Proteus* sp., *Actinomyces pyogenes*. Les infections occasionnées par les staphylocoques coagulase négative prédominent en élevage caprin (de Crémoux, 1995 ; Lerondelle et al., 1992 ; Poutrel, 1984). Parmi les pathogènes majeurs, *Staphylococcus aureus* apparaît comme le principal agent infectieux (Lerondelle et Poutrel, 1984). La majeure partie de ces infections restent subcliniques et ne peuvent être mises en évidence qu'à l'aide de tests bactériologiques, cytologiques ou biochimiques.

Pour n'être pas directement décelées par les éleveurs, ces infections n'en ont pas moins un réel impact économique et retentissent sur la productivité de l'élevage. Chez la vache laitière, l'impact économique des infections mammaires a été évalué à de multiples reprises (Fabre et al., 1990 ; Jones et al., 1984 ; Ng-Kwai-Hang et al., 1984 ; Raubertas et Shook, 1982 ; Serieys, 1985). Chez la chèvre en revanche, leur incidence économique n'a pas été étudiée jusqu'à présent. L'évaluation d'une telle incidence est extrêmement délicate et diffère en pratique selon que l'on s'intéresse au producteur, au transformateur ou encore au consommateur. Ces différents aspects ne peuvent être totalement dissociés, les exigences de chaque secteur interférant sur l'ensemble de l'économie de la filière.

Au niveau de la production, la pathologie mammaire occupe une place particulière : associée à la santé animale, elle a également une incidence directe sur la qualité du lait et des produits de transformation et de ce fait sur la santé publique. Ces deux aspects doivent être pris en compte afin d'appréhender l'ensemble des implications économiques des infections mammaires pour le producteur.

1.1 - Incidence sur la santé animale

Chez la chèvre, l'incidence des infections mammaires sur la santé et la production animale est encore mal connue. En retentissant sur les capacités de synthèse et de filtration de la mamelle, toute inflammation mammaire induit des pertes de production et des modifications de la composition du lait (teneurs en protéines solubles et coagulables et en matière grasse) qui sont autant de manques à gagner pour l'éleveur. Dans les cas les plus graves, l'infection peut en outre être à l'origine de la mort de l'animal.

A ces pertes difficilement quantifiables, s'ajoute le coût de l'ensemble des mesures visant à améliorer la santé du cheptel. Dans ce cadre, les plans de lutte contre les mammites s'appuient sur deux démarches complémentaires, l'une thérapeutique, l'autre prophylactique. Les pertes inhérentes au contrôle des infections mammaires sont aisément calculables et regroupent :

- le coût des analyses de contrôle (numérations cellulaires individuelles ou bactériologie),

- les frais vétérinaires :

Il s'agit à la fois du coût du traitement en lactation des formes cliniques et celui des mesures préventives dont fait partie le traitement au tarissement qu'il soit envisagé de façon systématique ou sélective.

- l'élimination du lait liée à la présence d'antibiotiques :

Conséquence du traitement en cours de lactation des chèvres infectées, le lait doit être jeté pendant toute la période correspondant au délai d'attente du produit employé.

- le coût des réformes :

Les chèvres infectées durablement et incurables doivent être éliminées en tant que sources de germes pour l'ensemble du cheptel. Ces réformes sont susceptibles d'entraîner des pertes de potentiel génétique lorsque l'éleveur s'est engagé dans une politique de sélection de ses animaux.

La lutte contre les mammites induit une modification des pratiques des éleveurs et introduit de nouveaux coûts. Certains, directement consécutifs aux mesures mises en oeuvre, sont difficilement calculables : augmentation de la charge et du temps de travail (surveillance accrue des animaux, modifications du chantier et de la technique de traite, ...), augmentation éventuelle de la main d'oeuvre nécessaire au suivi du troupeau, ... D'autres constituent des investissements durables pouvant avoir des conséquences positives sur d'autres aspects de la santé animale :

- les modifications de la salle de traite et le changement du matériel de traite ;
- l'aménagement des bâtiments.

Ainsi chaque mesure ne devrait-elle pas être envisagée sous l'angle exclusif du contrôle des infections mammaires, ce qui correspondrait à en relativiser le coût par rapport à ce seul secteur.

1.2 - Incidence sur la qualité du lait et des produits laitiers

Le lait, non pasteurisé, et ses dérivés peuvent constituer des sources d'infection pour l'homme. Parmi les nombreux agents pathogènes transmissibles par cette voie, certains sont également impliqués dans les infections mammaires (*Staphylococcus aureus*, en particulier, responsable de toxi-infections alimentaires chez l'homme). Pour les éleveurs dont la production est destinée à la fabrication de produits au lait cru (plus de la moitié de la production laitière caprine), l'existence d'infections a donc une incidence directe sur la qualité sanitaire du produit final et la santé publique. Pour répondre aux exigences de salubrité des produits laitiers, des seuils de contamination maximale ont été définis (Directive CEE 92/46), le lait collecté et les fromages issus de sa transformation devant satisfaire à ces critères réglementaires.

De façon similaire, le transformateur peut être amené, pour maîtriser la qualité de la matière première, à préciser ses exigences en terme de transformation et à s'appuyer sur des grilles de paiement du lait à la qualité.

Dans ces deux cas, les infections mammaires se traduisent par des pertes liées à la réglementation de la commercialisation et/ou au paiement du lait collecté, ce qui correspond également à un manque à gagner pour l'éleveur.

2 - Objectifs attendus et finalité du projet

Pour le dépistage des infections en élevage, étape-clé de la maîtrise de la qualité sanitaire du lait, les numérations des cellules somatiques du lait présentent comparativement aux analyses bactériologiques l'avantage d'être peu coûteuses et aisément réalisables en routine. Répondant aux besoins de diagnostic et de suivi des infections en élevage, elles peuvent être employées pour appuyer en pratique la gestion sanitaire des troupeaux caprins.

Selon les orientations données à la production, la détermination d'une stratégie de lutte contre les infections de la mamelle a, pour l'éleveur, des implications économiques différentes. La qualité sanitaire du lait et corollairement les teneurs en cellules somatiques du lait seront en particulier appréhendées différemment selon que la production sera destinée à la fabrication de produits pasteurisés ou au contraire de produits au lait cru. Il est par conséquent important que les producteurs puissent disposer de références leur permettant d'apprécier objectivement les pertes qu'ils subissent et le coût des investissements à réaliser pour appliquer une stratégie raisonnée de contrôle de la pathologie mammaire.

Dans cette perspective, l'étude présentée ici a été conduite pour évaluer l'incidence des infections et inflammations de la mamelle chez la chèvre sur la production et la composition du lait.

2 Démarche suivie

L'analyse des conséquences des infections et des inflammations mammaires sur la production et la composition du lait a été réalisée à partir de deux types de données complémentaires :

- des résultats d'analyses bactériologiques du lait, donnant une information précise sur la présence ou l'absence d'infection à un moment donné de la lactation (1er volet),
- des résultats de dénombrements cellulaires individuels, ne fournissant qu'une information présomptive sur la présence d'infection, mais permettant d'évaluer l'intensité et la durée des réactions inflammatoires (2ème volet).

L'incidence du statut infectieux et du degré d'inflammation mammaire a été évaluée en mesurant successivement les variations subséquentes de production et de composition du lait, par jour (1er volet) puis à l'échelle d'une lactation (2ème volet).

Les capacités de synthèse de la mamelle dépendent cependant non seulement de la santé de la glande mammaire mais également du potentiel individuel de l'animal et de facteurs extrinsèques pouvant favoriser la production laitière et la synthèse de matière utile. L'influence relative des facteurs infectieux et non infectieux sur la production laitière a donc été étudiée.



❶ Premier volet :

Incidence des infections mammaires sur la production journalière

1 - Base de données

L'évaluation de l'incidence journalière des infections subcliniques de la mamelle a été réalisée à partir des données recueillies sur une durée d'un an à dater du mois de février 1993 sur 1 060 chèvres issues de huit troupeaux commerciaux.

Des prélèvements aseptiques de lait, réalisés à trois reprises (début, milieu et fin de campagne de traite) sur les laits de demi-mamelles, ont permis de déterminer trois catégories de statut infectieux mammaire selon la présence et la nature des agents infectieux :

- chèvre saine en l'absence d'isolement bactérien dans les laits des deux demi-mamelles,
- chèvre infectée par un pathogène mineur en cas d'isolement exclusif de staphylocoques coagulase négative dans l'une au moins des demi-mamelles,
- chèvre infectée par un pathogène majeur (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, coliformes) en cas d'isolement de cette catégorie d'agents infectieux dans l'une au moins des demi-mamelles.

Tout au long de la lactation, l'état d'infection instantané des animaux a été défini à partir des résultats des deux analyses bactériologiques encadrant la période d'observation. En l'absence de concordance entre les diagnostics bactériologiques successifs, le statut infectieux a été jugé indéterminé et les données s'y rapportant n'ont pas été conservées dans l'analyse.

Dans l'intervalle des analyses bactériologiques, des prélèvements pour la mesure des numérations cellulaires ont été réalisés mensuellement dans le cadre du Contrôle Laitier sur les laits individuels de mélange du matin et du soir. Les numérations ont été effectuées à l'aide d'un appareil Fossomatic (IDF, 1984) par le Laboratoire Central Interprofessionnel de Surgères.

Le fichier d'étude ainsi constitué comporte 5 094 enregistrements correspondant chacun au contrôle laitier mensuel de chèvres de statut infectieux mammaire défini. Chaque enregistrement est constitué par les variables suivantes :

Variables caractérisant les chèvres suivies :

- Numéro d'élevage : (E)
 - Numéro de l'animal : (A)
 - Date de mise-bas : (DATEMB)
 - Saison de mise-bas : (SMB)
- Quatre classes correspondant aux saisons climatiques ont été définies : numérotation de 1 à 4.

- Numéro de lactation : (LAC)
Cinq classes de numéro de lactation ont été établies. Les 4 premières correspondent au numéro de lactation. Au delà de la quatrième lactation, les chèvres ont été regroupées dans une cinquième classe.

Variables explorées par contrôle et par mois :

- Date de contrôle : (DATEC)
- Stade de lactation : (ST)
Douze classes de stade de lactation ont été définies (§ 2.1).
- Statut infectieux mammaire : (INF)
Trois classes de statut infectieux ont été distinguées : Sain, Infecté par des staphylocoques coagulase négative et Infecté par des pathogènes majeurs.
- Production laitière : (LAIT)
- Quantité de matière grasse : (MG)
- Taux butyreux : (TB)
- Quantité de matière protéique (MP)
- Taux protéique : (TP)

2 - Traitement et analyse statistique des données

Le dépouillement de l'ensemble des données a été réalisé à l'aide du logiciel d'analyses statistiques SAS (Statistical Analysis System) et conduit en collaboration avec le Service Biométrie de l'Institut de l'Elevage.

2.1 - Transformation des données (classes de dates)

Le stade de lactation des chèvres présentes à chaque contrôle a été déterminé en réalisant la différence entre la date de mise-bas et la date de contrôle. Des classes de dates ont été constituées à partir de la variable "stade de lactation" de façon à assurer l'indépendance des données à chaque période considérée.

L'analyse des données a été réalisée sur des classes de 25 jours (intervalle minimum séparant deux contrôles individuels consécutifs), exception faite du début de lactation (classe de 50 jours), les effectifs concernés étant insuffisants pour permettre un tel découpage. Au delà de 300 jours de lactation, les données ont été éliminées de l'analyse compte tenu de la faiblesse des effectifs correspondants (15 individus dont 5 en première lactation) et du caractère exceptionnel de ces lactations (5 chèvres n'ont pas été taries à l'issue de la dernière campagne laitière).

2.2 - Modèles statistiques

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide d'analyses de variance multivariées. Les modèles de régression linéaire multiple employés se présentent sous la forme suivante :

$$Y_{ijklm} = \mu + E_i + SMB_j + LAC_k + ST_l + INF_m + LAC*INF_{km} + ST*INF_{lm} + \varepsilon_{ijklm}$$

Y correspond à la variable à expliquer : production (kg/l), taux butyreux (g/kg) ou taux protéique (g/kg). Parmi les facteurs explicatifs, l'élevage (E) a été considéré comme facteur aléatoire. La signification des autres facteurs a été précisée au § 1, LAC*INF et ST*INF représentant respectivement l'interaction entre le statut infectieux de la mamelle et le numéro ou le stade de lactation. ε correspond à la résiduelle du modèle appliqué.

Des modèles similaires ont été employés pour analyser les résultats des chèvres de première lactation (primipares) et ceux des chèvres multipares.

2.3 - Analyse des facteurs de variation

L'analyse des données a été réalisée à l'aide des procédures GLM et MIXED du logiciel d'analyses statistiques SAS.

Les données relatives à un même individu, telles que les résultats de production, ne peuvent être considérées comme indépendantes. De plus, le nombre variable d'enregistrements par chèvre empêche l'analyse globale de cinétiques au cours de la lactation. Les procédures employées ont néanmoins permis de prendre en compte le caractère "répété" des informations fournies par les différents contrôles d'un même animal (A).

Les moyennes estimées pour chaque modalité de chaque variable ont été ajustées de l'ensemble des autres facteurs de variation ainsi que des interactions prises en compte dans le modèle. L'effet propre de chaque facteur a ainsi pu être mis en évidence. La signification des écarts observés entre les moyennes ajustées a été évaluée à l'aide de la méthode des contrastes.

② Deuxième volet :

Incidence des inflammations sur la production par lactation

1 - Base de données

L'évaluation de l'incidence des inflammations de la mamelle à l'échelle de la lactation a été réalisée à partir des données recueillies d'août 1993 à juillet 1994 dans 254 troupeaux commerciaux des départements de Vendée, Charente et Charente-Maritime. Ces élevages, tous inscrits au Contrôle Laitier, comportent chacun un minimum de 20 chèvres ce qui représente un total de 36 949 chèvres contrôlées sur la période d'étude.

Des numérations cellulaires individuelles ont été établies dans le cadre du Contrôle Laitier sur les laits de mélange du matin et du soir au cours des 7 premiers mois de lactation de chaque chèvre. Les échantillons de laits individuels ont été analysés à l'aide d'un appareil Fossomatic (IDF, 1984) par le Laboratoire Central Interprofessionnel de Surgères.

Pour chaque chèvre, la production de lait, les taux butyreux et protéique ont été déterminés sur une période de référence égale, selon la durée de la lactation de l'animal, à 100, 200 ou 305 jours. Seules les données référencées à 200 jours, correspondant à la période de détermination des numérations cellulaires, ont été retenues dans l'analyse. La sous-population des chèvres remplissant ces conditions (durée de lactation supérieure à 200 jours mais inférieure à 305 jours) est constituée de 21 457 individus répartis dans 254 élevages.

Le fichier d'étude ainsi constitué comporte l'ensemble des variables suivantes :

Variables caractérisant les chèvres suivies :

- Numéro d'élevage : (E)
- Numéro de l'animal : (A)
- Numéro de lactation : (LAC₁)
- Parité : (PAR)
La variable PAR correspond à la séparation des chèvres primipares et multipares. Elle est subordonnée à la variable LAC₁.
- Date de mise-bas : (DATEMB₁)
- Niveau de production de l'élevage : (PROD)
Caractérisant les élevages, le niveau de production est subordonné à la variable E. Trois classes ont été définies (§ 2.1.2).

Variables caractérisant la lactation des chèvres (lactation de l'année N) :

- Numérations cellulaires individuelles :
Les résultats des 7 premiers contrôles ont été transmis.
- Moyenne des numérations cellulaires : (CLML₁)
Six classes ont été établies (§ 2.1.1).
- Intensité de l'inflammation mammaire : (INT₁)
Trois classes ont été définies à partir des numérations cellulaires individuelles selon les critères présentés au § 2.1.1
- Production laitière cumulée à 200 jours : (LAIT)
- Quantité de matière grasse : (MG)
- Taux butyreux : (TB)
- Quantité de matière protéique : (MP)
- Taux protéique : (TP)

Pour 5957 chèvres dont les numérations cellulaires individuelles avaient été établies l'année précédant la période d'étude (année N-1), l'intensité de l'inflammation mammaire (variable INT₀) a également été définie.

Ces animaux sont alors caractérisés sur la lactation N-1 par 4 variables supplémentaires :

- Numéro de lactation : (LAC₀)
- Date de mise-bas : (DATEMB₀)
- Numérations cellulaires individuelles :
Les résultats des 7 premiers contrôles ont été transmis.
- Intensité de l'inflammation mammaire : (INT₀)

2 - Traitement et analyse statistique des données

2.1 - Transformation des données

2.1.1 - Caractérisation du degré d'inflammation de la mamelle

La classification des chèvres en fonction de leurs résultats de numérations cellulaires a été envisagée selon deux modalités.

La première tient compte de l'origine infectieuse prépondérante des inflammations mammaires chez la chèvre. Trois classes de valeurs (variable INT₁) ont de ce fait été définies en se référant à l'étude de de Crémoux et al (1995) et ont permis de répertorier les 35 243 chèvres ayant fait l'objet d'au moins 3 et au plus 7 comptages de cellules somatiques (CCS) selon les critères suivants :

- une chèvre est affectée à la classe CCS1 (concentrations cellulaires faibles) si au plus une de ses numérations cellulaires est supérieure à 750 000 cellules par ml pendant la lactation ;
- une chèvre est affectée à la classe CCS2 (concentrations cellulaires moyennes) si au moins 2 numérations cellulaires sont supérieures à 750 000 cellules par ml et si au plus 2 numérations cellulaires sont supérieures à 1 750 000 cellules par ml pendant la lactation ;
- une chèvre est affectée à la classe CCS3 (concentrations cellulaires fortes) si au moins 3 numérations cellulaires sont supérieures à 1 750 000 cellules par ml pendant la lactation.

La seconde modalité de classification prend en considération la valeur informative intrinsèque des CCS qui sont par ailleurs les seules données couramment disponibles dans les élevages.

Les informations apportées par les numérations cellulaires dépassent en effet la seule estimation du statut de la mamelle vis-à-vis des infections d'origine bactérienne. La série de comptages réalisés au cours de la période de suivi constitue, dans son ensemble, un indicateur de la santé mammaire des chèvres sur la lactation et caractérise son degré d'inflammation. Ce critère a été synthétisé sous la forme d'une moyenne.

Celle-ci, compte tenu des caractéristiques de distribution des CCS, a été calculée pour chaque chèvre après transformation logarithmique des données (logarithme népérien). Les moyennes géométriques correspondantes (expression en milliers de cellules par ml) ont été obtenues par transformation inverse. Six classes ont été constituées à partir de cette nouvelle variable synthétique (CLML₁) :

0-200 ; 200-400 ; 400-800 ; 800-1 600 ; 1 600-3 200 ; > 3 200.

2.1.2 - Détermination de niveaux de production

Le niveau de production de chaque élevage a été estimé à partir de la moyenne des productions individuelles à 200 jours des chèvres le constituant. Trois classes de niveaux de production d'effectifs sensiblement égaux (93 à 94 élevages par classe) ont ensuite été déterminées :

390-650 kg ; 651-740 kg ; 741-1200 kg.

2.2 - Evaluation présomptive de l'incidence des infections mammaires sur la production laitière et la composition du lait

2.2.1 - Incidence de l'intensité de la réponse inflammatoire aux infections de la mamelle

L'analyse de l'intensité de la réponse inflammatoire aux infections de la mamelle a été effectuée à l'aide d'une méthode descriptive univariée permettant, sur des lots homogènes, de comparer des chèvres à faibles numérations cellulaires (CCS1) et des chèvres à moyennes (CCS2) et/ou à fortes numérations cellulaires (CCS3).

La comparaison des variables de production (quantité produite à 200 jours et taux) entre les chèvres de la classe CCS1 et l'ensemble des autres (CCS2 + CCS3) a été réalisée sur des lots d'animaux de même élevage, de même race et de même numéro de lactation afin de contrôler l'incidence des facteurs autres qu'infectieux. Seuls les lots comportant à la fois plus de 5 chèvres CCS1 et plus de 5 chèvres (CCS2 + CCS3) ont été conservés, soit un total de 404 lots issus de 186 élevages.

Le nombre moyen par lot de chèvres CCS1 et de chèvres (CCS2 + CCS3) est respectivement de 12,4 et 14,2.

Dans chaque lot et pour chacune des trois variables étudiées (production, taux butyreux et taux protéique) ont été calculés :

- l'écart absolu (EA)
Pour le lot l : $EA_l = \text{moyenne des chèvres (CCS2 + CCS3)}_l - \text{moyenne des chèvres CCS1}_l$
- l'écart relatif (ER), calculé en pourcentage de la moyenne des chèvres CCS1 du lot
Pour le lot l : $ER_l = (EA_l / \text{moyenne des chèvres CCS1}_l) * 100$
- les moyennes des écarts absolus et relatifs par race et numéro de lactation
Pour chaque sous-population de lots nr définis par le numéro de lactation n et la race r :
Moyenne des écarts absolus : $EMA_{nr} = \text{moyenne des écarts } EA_l \text{ des lots } nr$
Moyenne des écarts relatifs : $EMR_{nr} = \text{moyenne des écarts } ER_l \text{ des lots } nr$

Les moyennes des EMA_{nr} et EMR_{nr} , structurellement corrigées des facteurs élevage, numéro de lactation et race, ont permis d'estimer les gains ou pertes (en %) de production, de taux butyreux ou de taux protéique des lots de chèvres (CCS2 + CCS3) comparativement aux lots de chèvres à faible numérations cellulaires (CCS1).

Ont ensuite été pris en compte les différents niveaux (moyen et fort) de l'intensité de la réaction inflammatoire de la mamelle, ce qui a conduit à retenir :

- 366 lots issus de 177 élevages permettant de comparer en moyenne 12,9 chèvres CCS2 à 12,6 chèvres CCS1,
- 41 lots issus de 32 élevages permettant de comparer 8,5 chèvres CCS3 à 13,8 chèvres CCS1.

L'analyse statistique des écarts a été réalisée sur les moyennes corrigées à l'aide du test de différence moyenne relative aux échantillons appariés (risque à 5 %). L'exploration et le traitement statistique des données ont été effectués par la Station Régionale de Pathologie Caprine de Niort à l'aide du logiciel BI (LOGINSERM-INSERM, 1979-1987).

2.2.2 - Incidence de l'ancienneté de l'inflammation mammaire

• Modèles d'analyse

L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide de deux analyses de variance successives. Le premier modèle de régression employé comporte le facteur élevage comme seul facteur explicatif de la production ou des taux (Modèle 1 : $Y_i = \mu + E_i + \varepsilon_i$). Les résidus issus de ce modèle constituent un second fichier de données présentant différentes particularités :

- une indépendance vis-à-vis du facteur élevage en tant que facteur explicatif direct ;
- une distribution normale centrée réduite.

Pour faciliter l'interprétation ultérieure des résultats, une constante égale à la moyenne générale de la variable à expliquer dans l'échantillon a été ajoutée aux valeurs résiduelles.

L'analyse statistique des données transformées a été réalisée à l'aide d'une analyse de variance multivariée :

Modèle 2 : $Y'_{jkl} = \mu' + LAC_j + INT_{ok} + INT_1 + INT_{1i} * INT_{ok} + \epsilon'_{jkl}$

Y' correspond à la nouvelle variable à expliquer : "résidus + moyenne" de la production (kg), du taux butyreux (g/kg) ou du taux protéique (g/kg).

La signification des différents facteurs a été précisée au § 3.3.1, INT₁*INT₀ représentant l'interaction entre l'intensité de la réaction inflammatoire de la mamelle au cours des lactations N et N-1.

ε' correspond à la résiduelle du modèle appliqué.

• Analyse des facteurs de variation

L'analyse des données a été réalisée à l'aide de la procédures GLM du logiciel d'analyses statistiques SAS. Pour chaque modalité de chaque variable, les moyennes ajustées ont été calculées. La signification des écarts observés a été déterminée à l'aide de contrastes.

2.3 - Evaluation de l'incidence du degré moyen d'inflammation de la mamelle sur la production laitière et la matière utile

L'analyse statistique des données a été conduite selon le protocole défini au § 2.2.2 :

Modèle 1 : $Y_i = \mu + E_i + \epsilon_i$

Au cours de la première étape d'analyse, les écarts entre élevages ont été corrigés à la fois sur le plan de la production laitière et celui des numérations cellulaires. C'est donc la moyenne logarithmique des numérations cellulaires ajustée de l'effet élevage (CLML'1_i), qui a été introduite dans le modèle 2.

Modèle 2 : $Y'_{jkl} = \mu' + PAR_j + LAC1(PAR_j) + PROD_k + E(PROD_k) + CLML'1_i + \epsilon'_{jkl}$

Y' correspond à la nouvelle variable à expliquer : "résidus + moyenne" de la production (kg), des taux (butyreux, protéique (g/kg)), de la matière grasse ou de la matière protéique).

LAC1(PAR_j) et E(PROD_k) indiquent que les variables LAC1 et E sont respectivement hiérarchisées à PAR et PROD.

Dans l'analyse de la production à 200 jours et pour faciliter l'interprétation des résultats, la moyenne ajoutée aux valeurs résiduelles n'est pas constante et égale à la moyenne globale dans la population mais ajustée aux classes de niveaux de production. Cet ajustement a été réalisé à l'aide des moyennes de production intra-classes (**tableau 1**) et a permis de restaurer les écarts entre les différents niveaux de production.

Les résultats des primipares et des multipares ont été analysés en suivant la même procédure.

Tableau 1 : Production moyenne des chèvres selon le niveau de production (en kg) des élevages dont elles sont issues

	Niveaux de production		
	390 - 650	651 - 740	741 - 1 200
Primipares	523,9	624,6	712,5
Multipares	616,2	733,1	874,4
Total	572,3	699,1	846,6

PREMIER VOLET :

INCIDENCE DES INFECTIONS DE LA MAMELLE SUR LES VARIATIONS JOURNALIERES DE LA PRODUCTION LAITIERE

❶ Caractéristiques générales de la population

1 - Caractéristiques zootechniques des élevages

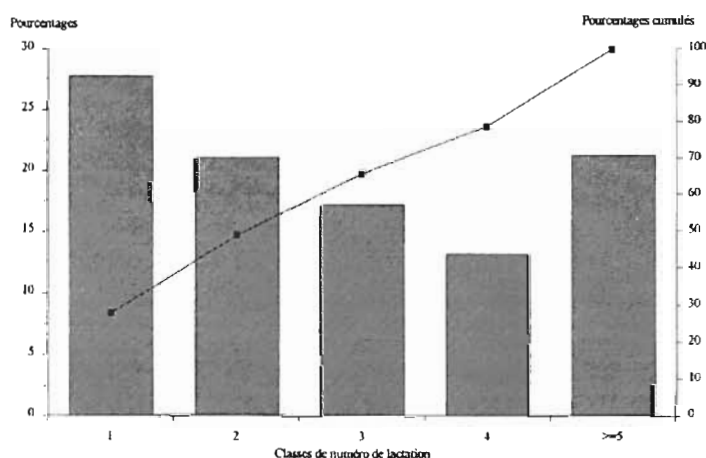
Les 8 élevages choisis, adhérents au Contrôle Laitier, sont caractérisés par des niveaux de production élevés (700 à 1 000 kg de lait par chèvre et par an). Les effectifs des troupeaux sont tous supérieurs à 100 chèvres (128 chèvres en moyenne). Une seule race (Alpine ou Saanen) est en général représentée par élevage. Le renouvellement des cheptels est important et varie de 15 à 36 %.

Bien que sélectionnés pour leurs numérations cellulaires de lait de troupeau régulièrement élevées (supérieures à 1 million de cellules par ml), les huit élevages enquêtés ne se démarquent pas, sur ce critère, de l'ensemble des exploitations caprines de la région Poitou-Charentes. 63 % d'entre elles présentaient en effet en 1993 des résultats de comptages cellulaires supérieurs à un million de cellules par ml et 17,3 % des résultats supérieurs à deux millions de cellules par ml.

2 - Structure générale de la population

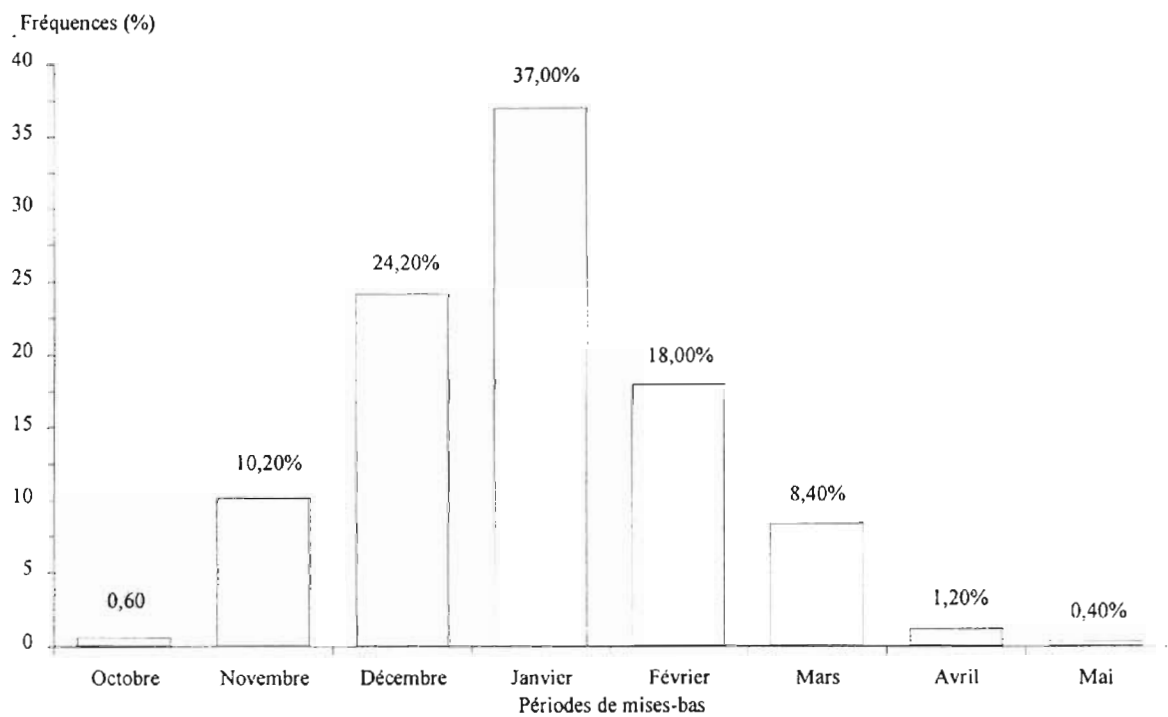
L'effectif total de la population étudiée est de 1 060 chèvres se répartissant en races Alpine (51,3 %), Saanen (44 %) ou croisées (4,7 %). 27 et 21,3 % des individus sont respectivement en première et deuxième lactation, classes d'âge les plus représentées dans la population (*figure 1*).

Figure 1 : Répartition des individus par classes de numéro de lactation (N)
d'après de Crémoux (1995)



Les mises-bas se répartissent de novembre à mai (**figure 2**). Celles des chèvres en première lactation sont plus tardives (33% en février et 21,6% en mars), que celles des multipares, plus groupées en décembre (25,5 %) et janvier (44 %).

Figure 2 : Répartition des dates de mise-bas (DATEMB) dans la population d'après de Crémoux (1995)



Cette répartition explique l'important déséquilibre observé entre les effectifs selon la saison de mises-bas (variable SMB) : 65,7 % des enregistrements correspondent à des mises-bas d'hiver contre 1,7 % de mises-bas de printemps et 32,6 % de mises-bas d'automne.

3 - Statut infectieux mammaire

Sur l'ensemble de la lactation, 62 % des chèvres ont été infectées, plus de 93 % des infections étant occasionnées par des staphylocoques coagulase négative (**tableau 2**). La fréquence des infections augmente avec l'âge de l'animal : 47 % des chèvres en première lactation sont saines contre 28 % des chèvres en cinquième lactation et plus (**tableau 3**).

Tableau 2 : Fréquence des différents statuts infectieux individuels sur l'ensemble de la lactation d'après de Crémoux (1995)

Statut infectieux	Nombre de prélèvements	Fréquence des statuts infectieux	
		% des prélèvements	% des isollements bactériens
Absence d'infection	1 112	37,65	-
Infections par des SC-	1 718	58,18	93,32
Infections par des PM	123	4,16	6,68

Tableau 3 : Fréquence des statuts infectieux par classe d'âge d'après de Crémoux (1995)

Numéro de lactation	Statuts infectieux					
	Individus sains		Infectés par SC-		Infectés par PM	
	Nb	% lac (1)	Nb	% lac	Nb	% lac
1	360	47,06	376	49,15	29	3,79
2	245	37,63	335	60,68	11	1,69
3	188	35,88	316	60,31	20	3,82
4	144	37,21	215	55,56	28	7,25
≥ 5	175	27,96	416	66,45	35	5,59

(1) % lac : A numéro de lactation fixé, proportions des différents statuts infectieux.

La prévalence des infections diffère sensiblement en fonction des troupeaux. Sur l'ensemble de la lactation, la proportion des prélèvements stériles varie selon les élevages de 39 à 62 %. La prévalence des infections dues à des staphylocoques coagulase négative est élevée (36 à 58 %), les germes pathogènes majeurs restant minoritaires (0,6 à 4,6 % des échantillons).

4 - Numérations cellulaires individuelles mensuelles

Le statut infectieux est le facteur principal de variation des numérations cellulaires, les pathogènes majeurs provoquant des inflammations de la mamelle beaucoup plus marquées que celles dues aux staphylocoques coagulase négative (**tableau 4**).

Tableau 4 : Relations entre numérations cellulaires individuelles et statut infectieux de la glande mammaire d'après de Crémoux (1995)

Statut infectieux	Effectifs	Numérations cellulaires
		Moyenne géométrique (x 10 ³ /ml)
Absence d'infection	1 857	493 a *
Staphylocoques coagulase négative	3 038	1 078 b
Pathogènes majeurs	199	2 731 c

* une lettre différente est attribuée à des groupes significativement différents (p ≤ 0,05).

L'influence sur les comptages cellulaires individuels des facteurs physiologiques tels que le numéro et le stade de lactation est subordonnée au statut infectieux de la glande mammaire. En cas d'infection par des pathogènes majeurs, les numérations cellulaires des chèvres primipares et multipares ne diffèrent pas significativement. Par contre, chez les individus sains ou infectés par des staphylocoques coagulase négative, les comptages cellulaires des chèvres âgées sont significativement plus élevés (*tableau 5*).

Tableau 5 : Influence du numéro de lactation et du statut infectieux de la mamelle sur les numérations cellulaires individuelles.

Numéro de lactation	Individus sains		Infectés par SC-		Infectés par PM		Total	
	Nb	m.g. (10 ³ /ml)	Nb	m.g. (10 ³ /ml)	Nb	m.g. (10 ³ /ml)	Nb	m.g. (10 ³ /ml)
		*		*		*		*
Primipares	539	414 a	583	981 a	52	2 692 a	1 174	690 a
Multipares	1 318	530 b	2 452	1 102 b	147	2 746 a	3 917	891 b

m.g. : moyenne géométrique

* A statut infectieux donné, une lettre différente est attribuée à des groupes significativement différents (p ≤ 0,05)

② Caractéristiques de la production et de la composition du lait

1 - Distribution des variables de production et composition du lait

La production laitière journalière moyenne est de 2,83 kg pour l'ensemble de la population, 48,7 % des chèvres présentant une production comprise entre 2 et 3,5 kg/jour (*tableau 6*). La distribution de la variable LAIT diffère selon la parité des chèvres. Centrée sur une moyenne plus faible chez les primipares (2,4 kg/jour contre 3,0 kg/jour pour les multipares), elle est également caractérisée par un écart interquartiles restreint (1,2 contre 1,6 pour les multipares). Ainsi 61,3 % des primipares ont une production variant de 2 à 3 kg/jour tandis que la plage de production correspondant à environ 60 % de l'effectif des multipares s'étend de 2 à 4 kg/jour (*annexe 2*).

Tableau 6 : Distribution des variables de production (LAIT), taux butyreux (TB) et taux protéique (TP) en fonction de la parité

	Primipares			Multipares			Ensemble		
	LAIT (kg/l)	TB (g/kg)	TP (g/kg)	LAIT (kg/l)	TB (g/kg)	TP (g/kg)	LAIT (kg/l)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Effectifs	1 174	1 171	1 172	3 914	3 916	3 915	5 088	5 087	5 087
1er Quartile	1,8	28,1	27,8	2,1	27,1	27,2	2,0	27,4	27,3
Médiane	2,4	32,9	30,5	3,0	31,4	29,4	2,8	31,7	29,6
3ème Quartile	3,0	38,3	33,6	3,7	36,1	32,1	3,6	36,6	32,4
Moyenne	2,38	34,1	31,3	2,96	32,2	30,1	2,83	32,6	30,4
Ecart-type	0,84	8,7	5,1	1,17	7,5	4,6	1,13	7,9	4,7

Les taux butyreux et protéique moyens sont respectivement égaux à 32,6 et 30,4 g/kg, les primipares se caractérisant par des taux supérieurs de 1 (TP) à 2 (TB) g/kg à ceux des multipares (**tableau 6**).

2 - Analyse des modèles d'étude

Sur l'ensemble de la population, 40 % des variations de production laitière, 37 % des variations de matière protéique, 33 % des variations de matière grasse, 15 % des variations de taux butyreux et 22 % des variations de taux protéique peuvent être imputées aux variables introduites dans le modèle.

Dans l'analyse globale de la population, les trois facteurs contribuant le plus et de manière très significative aux variations de production et de taux sont le stade de lactation, le numéro de lactation et le numéro d'élevage. Le statut infectieux mammaire n'intervient que dans une moindre mesure mais reste très significatif. L'effet de la saison de mise-base n'est significatif que sur le TP.

Les moyennes ajustées correspondant à l'influence des facteurs physiologiques de variations quantitatives et qualitatives de la production laitière des chèvres sont rapportées en **annexes 1 à 4**. La suite des résultats portera sur l'incidence du facteur infectieux (INF).

③ Incidence des infections mammaires sur la production laitière journalière et la composition du lait

L'incidence des infections mammaires sur la production et la composition du lait est significativement différente entre les primipares et les multipares. Les résultats sont donc présentés séparément.

1 - Chez les primipares

Sur notre échantillon, les primipares infectées par des staphylocoques coagulase négative présentent des productions moyennes et des quantités de matière utile ajustées significativement plus élevées que celles obtenues pour les chèvres de statut infectieux mammaire différent. Les infections occasionnées par des pathogènes majeurs induisent par contre une baisse (mais non significative ($p \leq 0,05$)) de la production laitière journalière. Les écarts observés entre chèvres saines et infectées par des pathogènes majeurs ont été évalués à 140 ml par jour (soit - 6,3 %) (**tableau 7**).

Les quantités de matière protéique des chèvres saines ou infectées par des pathogènes majeurs ne diffèrent pas significativement ce qui se traduit par une augmentation du TP et des écarts de composition pouvant atteindre 2 g/kg (**tableau 7**) (+ 6,7 %).

Lors d'infections par des pathogènes majeurs, la quantité de matière grasse s'infléchit de façon plus marquée que la quantité de lait. La baisse observée est de - 12,3 % comparativement aux résultats des chèvres saines. Corollairement, le taux butyreux tend à diminuer en cas d'infection de la mamelle (**tableau 7**).

Tableau 7 : Relations entre la production laitière journalière et la composition du lait des primipares et le statut infectieux mammaire individuel

Statut infectieux	Saine	Infectée par SC-	Infectée par PM
Nombre de résultats	537	582	52
Production (kg/j)	2,28 b*	2,64 a	2,14 b
Matière grasse (g/j)	74,3 b	82,4 a	65,2 c
Matière protéique (g/j)	67,9 b	77,9 a	67,9 b
TB (g/kg)	32,6 a	31,2 b	30,5 b
TP (g/kg)	29,8 b	29,5 c	31,8 a

* une lettre différente est attribuée aux résultats significativement différents ($p \leq 0,05$).

2 - Chez les multipares

Les moyennes ajustées montrent que, chez les multipares comme chez les primipares, seules les infections dues à des pathogènes majeurs se traduisent par une baisse de production (**tableau 8**). Celle-ci est de l'ordre de 180 ml par jour (- 6 %).

A cette baisse significative de la production laitière sont associées une baisse équivalente de la quantité de matière protéique (- 7 %) et une chute plus marquée de la quantité de matière grasse (- 13,3 %).

Le taux protéique est donc stable : pas de différence significative entre les différentes catégories de statut infectieux (**tableau 8**). Le taux butyreux, en revanche, diminue en cas d'infection, cette tendance s'accroissant lors d'atteinte par des pathogènes majeurs.

Tableau 8 : Relations entre la production laitière journalière et la composition du lait des multipares et le statut infectieux mammaire individuel

Statut infectieux	Saine	Infectée par SC-	Infectée par PM
Nombre de résultats	1 318	2 448	147
Production (kg/j)	2,98 a*	2,96 a	2,80 b
Matière grasse (g/j)	94,3 a	91,0 b	81,8 c
Matière protéique (g/j)	86,5 a	85,7 a	80,4 b
TB (g/kg)	31,6 a	30,7 b	29,2 c
TP (g/kg)	29,0 a	28,9 a	28,7 a

* une lettre différente est attribuée aux résultats significativement différents ($p \leq 0,05$).

DEUXIEME VOLET :

INCIDENCE DES INFLAMMATIONS DE LA MAMELLE SUR L'ENSEMBLE DE LA LACTATION

① Evaluation présomptive de l'incidence des infections mammaires sur la production laitière et les taux

1 - Distribution des numérations cellulaires individuelles

Les enregistrements recueillis dans le cadre de cette étude proviennent de 254 élevages de plus de 20 chèvres répartis dans les trois départements de Charente, Charente-Maritime et Vendée qui représentent respectivement 33 %, 19 % et 48 % des effectifs concernés.

La classification des animaux selon leur appartenance aux trois classes de numérations cellulaires individuelles a été réalisée sur la sous-population des chèvres ayant fait l'objet d'au moins trois comptages cellulaires individuels soit, en moyenne 95,6 % des animaux. Par élevage, les proportions minimale, moyenne et maximale de chèvres à faibles numérations cellulaires (CCS1) sont respectivement de 1,3 %, 41,3 % et 85,5 %. La classe CCS2 est prépondérante et concerne en moyenne 47,1 % des chèvres tandis que les proportions minimale, moyenne et maximale de chèvres à fortes numérations cellulaires (CCS3) sont respectivement de 0 %, 11,6 % et 44,2 %.

Dans les deux races dominantes, les niveaux d'inflammation observés sont du même ordre de grandeur : 60% pour la race Saanen et 59 % pour la race Alpine.

Des différences sont en revanche perceptibles selon l'âge des animaux. Parmi les 35 243 chèvres classées, les individus les plus âgés présentent les niveaux d'inflammation les plus élevés (**tableau 9**). Ainsi 72,2 % des chèvres en cinquième lactation et plus présentent une inflammation modérée à forte (24,8 % appartiennent la classe CCS3) contre 45,9 % pour les chèvres en première lactation (dont 14,4 % dans la classe CCS3).

Tableau 9 : Distribution des numérations cellulaires individuelles selon l'âge des chèvres

Numéro de lactation	Effectifs	Classes de numérations cellulaires individuelles		
		CCS1	CCS2	CCS3
1	9 756	54,1 %	39,3 %	6,6 %
2	7 291	45,4 %	45,3 %	9,3 %
3	5 652	37,5 %	48,8 %	14,0 %
4	4 937	33,3 %	52,3 %	15,4 %
≥ 5	7 607	27,8 %	54,3 %	17,9 %
Total	35 243	40,8 %	47,1 %	12,0 %

2 - Evaluation de l'ancienneté des inflammations de la mamelle

L'intensité de la réaction inflammatoire des mamelles des chèvres présentes sur deux lactations consécutives (années N et N-1) a pu être évaluée sur 5957 individus répartis dans 180 élevages (**tableau 10**).

Les informations recueillies ne peuvent être rattachées directement à la persistance d'infections mammaires même si celles-ci sont sous-jacentes. Elles permettent en revanche de suivre l'évolution des niveaux inflammatoires sur cet échantillon et d'en dresser le bilan.

Tableau 10 : Evaluation de l'intensité de la réaction inflammatoire de la mamelle au cours de deux lactations consécutives de 5 957 chèvres

Intensité de la réaction inflammatoire		Effectifs	%	% par catégorie de classe de numérations cellulaires de l'année N-1
Année N-1	Année N			
Effectifs (%)				
CCS1 : 2 332 (39,1 %)	CCS1	1 242	20,8	53,3
	CCS2	978	16,4	41,9
	CCS3	112	1,9	4,8
CCS2 : 3 095 (51,9 %)	CCS1	578	9,7	18,7
	CCS2	1 920	32,2	62,0
	CCS3	597	10,0	19,3
CCS3 : 530 (8,9 %)	CCS1	21	0,4	4,0
	CCS2	191	3,2	36,0
	CCS3	318	5,3	60,0
TOTAL : 5 957 Dont :	CCS1	1 841	30,9	
	CCS2	3 089	51,9	
	CCS3	1 027	17,2	

Seules 53,3 % des chèvres ont conservé une mamelle faiblement inflammée au cours de deux lactations consécutives. Les inflammations survenues chez les 1090 chèvres restantes sont pour l'essentiel modérées (89,7 % des individus). A contrario, 22,7 % des chèvres des classes (CCS2 + CCS3) améliorent la santé de leurs mamelles à l'issue de l'année N-1 et au cours de la lactation suivante et se situent alors dans la classe CCS1. A la lactation N, seules 30,9 % des chèvres appartiennent néanmoins à la classe CCS1 contre 39,1 % à la lactation N-1 (**tableau 10**).

Les inflammations modérées à fortes (sans distinction) persistent dans 83,5 % des cas. Cette proportion recouvre des situations très variées correspondant à des modifications du degré d'inflammation d'une ou des deux demi-mamelles. 60 % des chèvres de la classe CCS3 et 62 % des chèvres de la classe CCS2 sont cependant répertoriées dans les mêmes strates de niveau inflammatoire à la lactation suivante.

3 - Evaluation de l'incidence de la réaction inflammatoire

3.1 - Incidence sur la production laitière et les taux

Les chèvres des classes CCS2 et CCS3 présentent dans 79,2 % des lots une production de lait à 200 jours inférieure à celle des chèvres CCS1, ce qui représente en moyenne corrigée - 67 kg soit - 8,5 % (**tableau 11**).

Tableau 11 : Comparaison de la production laitière et des taux à 200 jours de lactation des chèvres de faibles numérations cellulaires (CCS1) et des chèvres à numérations cellulaires modérées à fortes (CCS2 + CCS3)

404 lots	Moyenne des lots		Ecart absolu moyen	Ecart relatif moyen	Proportions de lots avec des écarts négatifs
	CCS1	CCS2 + CCS3			
Effectifs des lots	4994	5906			
Nombre de comptages cellulaires par chèvre	6,71	6,68			
Production à 200 jours (kg)	788 a*	721 b	- 67	-8,5 %	79,2 %
Taux butyreux (g/l)	31,8 a	31,5 b	- 0,3	- 0,94 %	56,9 %
Taux protéique (g/l)	28,6 a	29,2 b	+ 0,6	+ 2,1 %	25,5 %

* une lettre différente est attribuée à des groupes significativement différents ($p \leq 0,05$).

Le taux butyreux est plus faible chez les chèvres à numérations cellulaires modérées ou fortes mais dans seulement 56,9 % des lots. Le taux protéique est supérieur chez les chèvres (CCS2 + CCS3) comparativement à celui des chèvres de la classe CCS1 : + 0,6 g/kg soit + 2,1 %. Les écarts sont en effet positifs dans 74,5 % des lots étudiés.

3.2 - Influence de la nature de l'agent infectieux présumé

Des baisses de production ont été observées dans 74,3 % des lots des chèvres CCS2 et 92,7 % des lots des chèvres CCS3 (**tableaux 12 et 13**). Les chèvres CCS2 présentent une production inférieure de 55 kg à celle des chèvres CCS1 (- 7 %). Cet écart atteint 132 kg (- 17 %) pour les chèvres CCS3.

Tableau 12 : Comparaison de la production laitière et des taux à 200 jours de lactation des chèvres de la classe CCS1 et des chèvres de la classe CCS2.

366 lots	Moyenne des lots		Ecart		Proportion de lots avec des écarts négatifs
	CCS1	CCS2	Absolu moyen	Relatif moyen	
Effectifs des lots	4631	4706			
Nombre de comptages cellulaires par chèvre	6,70	6,67			
Production à 200 jours (kg)	789 a*	734 b	- 55	- 7%	74,3 %
Taux butyreux (g/l)	31,7 a	31,4 a	- 0,3	- 0,95 %	55,7 %
Taux protéique (g/l)	28,6 a	29,1 b	+ 0,5	+ 1,7 %	33,6 %

* une lettre différente est attribuée à des groupes significativement différents ($p \leq 0,05$).

Tableau 13 : Comparaison de la production laitière et des taux à 200 jours de lactation des chèvres de la classe CCS1 et des chèvres de la classe CCS3

41 Lots	Moyenne des lots		Ecart		Proportion de lots avec des écarts négatifs
	CCS1	CCS3	Absolu moyen	Relatif moyen	
Effectifs des lots	564	347			
Nombre de comptages cellulaires par chèvre	6,70	6,72			
Production à 200 jours (kg)	778 a*	647 b	- 132	-16,7 %	92,7 %
Taux butyreux (g/l)	30,7 a	31,1 a	+ 0,4	+ 1,3 %	56,7 %
Taux protéique (g/l)	28,5 a	30,2 b	+ 1,6	+ 5,6 %	4,9 %

* une lettre différente est attribuée à des groupes significativement différents ($p \leq 0,05$).

Par rapport à celui des chèvres à faibles numérations cellulaires, le taux butyreux n'est plus faible chez les chèvres de la classe CCS2 que dans 55,7 % des lots. Le taux protéique est par contre supérieur dans près de 2 lots sur 3, ce qui correspond à un écart de + 0,5 g/kg en moyenne corrigée soit + 1,7 % (**tableau 12**). En cas de forte inflammation de la mamelle (classe CCS3), le taux butyreux n'est pas significativement différent de celui des chèvres CCS1. Le taux protéique est plus élevé chez les chèvres CCS3 dans la majeure partie des lots examinés (95,1 %) : + 1,6 g/kg soit + 5,6 % (**tableau 13**).

3.3 - Influence de l'ancienneté de l'inflammation de la mamelle

3.3.1- Influence sur la qualité du lait

A la lactation N, les productions des chèvres à faibles numérations cellulaires sont significativement plus élevées que celles des autres catégories de chèvres quel que soit leur statut initial en terme d'inflammation à la lactation N-1 (**tableau 14**). En outre, une chèvre de la classe CCS1 ayant présenté une inflammation modérée à forte à la lactation précédente produit moins qu'une chèvre ayant conservé un niveau d'inflammation faible au cours de deux lactations consécutives. Ainsi, la production d'un animal appartenant à la classe CCS2 ou à la classe CCS3 à la lactation N-1 est-elle inférieure respectivement de 6 et 33 kg en moyenne à celle d'un animal répertorié dans la classe CCS1 sur 2 lactations. Ces différences ne sont toutefois pas significatives (**tableau 14**).

Tableau 14 : Ancienneté de la réaction inflammatoire de la mamelle sur la production laitière, les taux butyreux et protéique à 200 jours

Intensité de l'inflammation mammaire		Effectifs	Production laitière (en kg)	Taux butyreux (g/kg)	Taux protéique (g/kg)
lactation N-1	lactation N				
CCS1	CCS1	1242	772 a*	31,2 a*	27,7 c*
	CCS2	978	718 b	30,8 b	28,1 b
	CCS3	112	682 c	30,9 ab	28,7 b
CCS2	CCS1	578	767 a	30,7 b	27,8 c
	CCS2	1920	712 b	30,6 b	28,3 b
	CCS3	597	626 d	30,4 b	29,3 a
CCS3	CCS1	21	740 a	32,3 a	27,3 c
	CCS2	191	704 b	30,4 b	28,3 bc
	CCS3	318	633 d	30,6 b	29,7 a

* Une lettre différente est attribuée à des résultats significativement différents ($p \leq 0,05$).

De façon générale, l'influence d'une inflammation passée se traduit par une diminution globale de la moyenne ajustée de la production à 200 jours. Les écarts observés ne sont toutefois significatifs que pour les chèvres présentant une forte inflammation mammaire (CCS3) sur la lactation en cours (**tableau 14**).

3.3.2- Influence sur le taux butyreux et protéique

L'incidence de l'ancienneté des inflammations a été étudiée au sein de chacune des catégories de numérations cellulaires définies pour l'année N (variable INT1). Dans les trois sous-populations ainsi constituées, on observe conjointement, lorsqu'une inflammation est survenue pendant la lactation N-1, une baisse du taux butyreux (- 0,22 à - 0,52 g/kg) et une augmentation du taux protéique (+ 0,11 à + 0,96 g/kg) (**tableau 14**). L'amplitude des variations induites est modérée chez les chèvres des classes CCS1 ou CCS2. Parmi les chèvres appartenant à la classe CCS3, celles qui présentaient déjà une inflammation à la lactation N-1 présentent des taux protéiques significativement plus élevés, cette tendance s'accroissant si l'inflammation préexistante était déjà élevée (CCS3) (**tableau 14**).

Aucune interaction entre les niveaux inflammatoires des années N et N-1 n'a été observée.

② Evaluation de l'incidence du degré moyen d'inflammation mammaire

1 - Analyse des modèles d'étude

L'analyse du facteur élevage par le modèle 1 montre qu'environ 30% des variations de production et de composition du lait proviennent de différences entre élevages. Les variables explicatives introduites dans le modèle 2 expliquent pour leur part environ 17 % des variations de la production de lait, des quantités de matière grasse et de matière protéique non imputables au facteur élevage (part de variance expliquée respectivement de 16,6 % ; 16,8 % et 16,4 %). Leur intervention dans les modifications de TB et de TP est plus faible comme l'indique la part de variance expliquée égale respectivement à 0,8 % et 5,5 %.

2 - Incidence du degré moyen d'inflammation mammaire sur la production laitière à 200 jours

2.1 - Incidence sur la production laitière de l'ensemble de la population

Il existe une relation significative entre la production laitière des chèvres à 200 jours et la moyenne géométrique de leurs numérations cellulaires individuelles.

En prenant comme référence les chèvres dont la moyenne géométrique des numérations cellulaires, sur la lactation, reste inférieure ou égale à 200 000 cellules par ml, les pertes de production prédites par le modèle varient de 66 à 218 kg selon le degré d'inflammation de la mamelle (**tableau 15**). Entre 800 000 et 1 600 000 cellules par ml, une chèvre perd ainsi environ 16,4 % de sa production et 21,2 % entre 1 600 000 et 3 200 000 cellules par ml.

Tableau 15 : Relations entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml) et la production laitière à 200 jours

Classes de numérations cellulaires	Effectifs	Production à 200 j (kg)	Ecart de production	
			(kg)	(%)
1 0-200	235	789,6	0,0	0,0
2 200-400	2 169	723,3	- 66,3	- 8,4
3 400-800	6 070	700,2	- 89,4	- 11,3
4 800-1 600	7 841	660,0	- 129,6	- 16,4
5 1 600-3 200	4 291	622,3	- 167,3	- 21,2
6 > 3 200	1 054	571,4	- 218,2	- 27,6

2.2 - Influence de la parité

Les pertes de production entre les classes de numérations cellulaires extrêmes atteignent 196 kg pour les primipares et 241 kg pour les multipares (**tableau 16**).

A moyenne de numérations cellulaires égale, les primipares perdent moins de lait que les multipares au delà de 800 000 cellules par ml mais davantage pour des inflammations mammaires modérées (**tableau 16**). Ces résultats doivent toutefois être relativisés en tenant compte, pour chaque classe de numération cellulaire, des effectifs impliqués dans la prédiction de la production et de l'amplitude des variations de la variable analysée. En particulier, les estimations, par les modèles statistiques, de la production laitière à 200 jours des primipares sont plus robustes pour les classes 2 à 5. Les écarts de production obtenus entre les chèvres appartenant à ces deux classes sont de 66 kg pour les primipares et 136 kg pour les multipares. Les pertes estimées par référence à la classe 2 sont systématiquement supérieures pour les multipares (environ multipliées par 2).

Tableau 16 : Relations entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml) et la production laitière à 200 jours selon la parité

Classes de numérations cellulaires		Primipares				Multipares			
		Nb	Production kg	Ecart de production		Nb	Production kg	Ecart de production	
				kg	(%)			kg	(%)
1	0-200	138	740,6	0,0	0,0	97	838,8	0,0	0,0
2	200-400	1004	655,3	- 85,1	- 11,5	1165	791,3	- 47,5	- 5,7
3	400-800	2217	641,4	- 99,0	- 13,4	3853	759,1	- 79,7	- 9,5
4	800-1 600	1899	613,3	- 127,1	- 17,2	5942	706,6	- 132,1	- 15,8
5	1 600-3 200	709	589,2	- 151,2	- 20,4	3582	655,3	- 183,5	- 21,9
6	> 3 200	146	544,8	- 195,6	- 26,4	908	598,0	- 240,8	- 28,7
		6113	630,7			15547	724,8		

Nb : effectifs.

2.3 - Influence du niveau de production

Pour un degré d'inflammation mammaire donné, les pertes de production laitière des chèvres sont du même ordre de grandeur quel que soit le niveau de production des troupeaux auxquels elles appartiennent (**tableau 17**).

Proche de 70 kg pour des numérations cellulaires moyennes comprises entre 200 et 400 000 par ml, la baisse de production dépasse 200 kg pour des valeurs supérieures à 3 200 000 cellules par ml. Elle est donc proportionnellement moins importante pour les individus à fort niveau de production (**tableau 17**).

Tableau 17 : Relations entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml) et la production laitière à 200 jours selon le niveau de production des troupeaux

Niveaux de production (kg)	Classes de numérations cellulaires		Effectifs	Production laitière kg	Ecart de production	
					kg	(%)
390-650	1	0-200	73	663,7	0,0	0,0
	2	200-400	619	603,0	- 60,8	- 9,2
	3	400-800	1765	572,1	- 91,7	- 13,8
	4	800-1 600	2382	531,3	- 132,4	- 19,9
	5	1 600-3 200	1213	495,0	- 168,7	- 25,4
	6	> 3 200	304	441,6	- 222,1	- 33,5
	Total		6356	551,1		
651-740	1	0-200	89	803,6	0,0	0,0
	2	200-400	744	732,8	- 70,7	- 8,8
	3	400-800	2220	703,7	- 99,9	- 12,4
	4	800-1 600	2878	660,3	- 143,2	- 17,8
	5	1 600-3 200	1573	614,2	- 189,4	- 23,6
	6	> 3 200	363	576,9	- 226,7	- 28,2
	Total		7867	681,9		
741-1200	1	0-200	73	931,1	0,0	0,0
	2	200-400	806	858,1	- 73,0	- 7,8
	3	400-800	2085	847,2	- 83,9	- 9,0
	4	800-1 600	2581	808,5	- 122,5	- 13,2
	5	1 600-3 200	1505	774,0	- 157,1	- 16,9
	6	> 3 200	387	709,9	- 221,2	- 23,7
	Total		7437	821,5		

3 - Incidence du degré d'inflammation mammaire sur les quantités de matière grasse et matière protéique et les taux

3.1 - Incidence sur la quantité de matière grasse et le taux butyreux

On observe une liaison significative ($p \leq 0,0001$) entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles des chèvres sur leur lactation et la quantité de matière grasse (ou le taux butyreux).

Une augmentation de la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles se traduit par une diminution de la matière grasse et du taux butyreux par rapport à la classe 1 de référence. Les écarts de matière grasse varient de - 9,8 % (classe 2) à - 31,4 % (classe 6) (**tableau 18**).

La baisse correspondante de taux butyreux est égale à 0,5 g/kg soit - 1,6 % pour la classe 2 et 1,7 g/kg soit - 5,3 % pour la classe 6.

Tableau 18 : Relations entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml) et le taux butyreux

Classes de numérations cellulaires		Effectifs	Matière grasse		Taux butyreux	
			kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
1	0-200	235	25,5	0,0	32,3	0,0
2	200-400	2169	23,0	- 9,8	31,8	- 1,6
3	400-800	6070	21,8	- 14,5	31,2	- 3,4
4	800-1 600	7841	20,5	- 19,6	31,1	- 3,7
5	1 600-3 200	4291	19,1	- 25,1	30,8	- 4,6
6	> 3 200	1054	17,5	- 31,4	30,6	- 5,3

Comme pour la production laitière, les primipares perdent moins de matière grasse que les multipares au delà de 800 000 cellules par ml mais davantage en deçà de cette valeur. En revanche, sur la plage d'estimation des classes 2 à 5, les pertes de quantité de matière grasse produites vont de -3,9 à - 13 % pour les primipares et restent inférieures à celles des multipares (- 5,9 à - 19,8 %).

Les moyennes corrigées des taux butyreux obtenus par les primipares et les multipares ne diffèrent pas significativement. L'évolution de ces valeurs lorsque les numérations cellulaires progressent témoigne toutefois d'une incidence plus marquée de l'inflammation mammaire chez les primipares (**tableau 19**). Dans cette sous-population, les pertes de TB dépassent 1,5 g/kg (4,6 %) lorsque la moyenne des numérations cellulaires est supérieure à 400 000 cellules par ml. Chez les multipares, en revanche, elles restent inférieures à 1,2 g/kg (3,7 %) quel que soit le degré d'inflammation de la mamelle (**tableau 19**).

Tableau 19 : Relations entre la moyenne des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml), la quantité de matière grasse et le taux butyreux selon la parité

Classes de numérations cellulaires		Primipares					Multipares				
		Nb	Matière grasse		Taux butyreux		Nb	Matière grasse		Taux butyreux	
			kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)		kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
1	0-200	138	24,1	0,0	32,5	0,0	97	26,9	0,0	32,1	0,0
2	200-400	1004	20,7	- 14,1	31,7	- 2,5	1165	25,3	- 5,9	31,9	- 0,6
3	400-800	2217	19,9	- 17,4	31,0	- 4,6	3853	23,8	- 11,5	31,3	- 2,5
4	800-1 600	1899	18,8	- 22,0	30,7	- 5,5	5942	22,1	- 17,8	31,3	- 2,5
5	1 600-3 200	709	18,0	- 25,3	30,5	- 6,2	3582	20,3	- 24,5	31,0	- 3,4
6	> 3 200	146	16,4	- 32,0	30,1	- 7,4	908	18,5	- 31,2	30,9	- 3,7
Total		6113	19,6		31,1		15547	22,8		31,5	

3.2 - Incidence sur la matière protéique et le taux protéique

La liaison entre la classe de numérations cellulaires et la quantité de matière protéique (ou le taux protéique) est très significative ($p < 0,0001$).

Les pertes de matière protéique (en % de la classe 1 de référence) s'apparentent à celles déterminées pour la production.

Au delà de 800 000 cellules par ml, une augmentation de la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles est associée à une augmentation du TP : par référence à la classe 1, + 0,2 g/kg (+ 0,6 %) pour la classe 4 et + 1,1 g/kg (+ 3,9 %) pour la classe 6 (**tableau 20**).

Tableau 20 : Relations entre la moyenne géométrique des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml), la quantité de matière protéique et le taux protéique

Classes de numérations cellulaires		Effectifs	Matière protéique		Taux protéique	
			kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
1	0-200	235	22,1	0,0	28,0	0,0
2	200-400	2169	20,3	- 8,5	28,0	0,0
3	400-800	6070	19,6	- 11,6	27,9	- 0,4
4	800-1 600	7841	18,6	- 15,9	28,2	+ 0,6
5	1 600-3 200	4291	17,8	- 19,6	28,6	+ 2,0
6	> 3 200	1054	16,6	- 24,8	29,1	+ 3,9

Les moyennes corrigées des taux protéiques des primipares et des multipares sont significativement différentes. En outre, l'analyse séparée des variations du TP selon les classes de numérations cellulaires montre des divergences entre ces deux catégories de la population. Chez les primipares, une inflammation de la mamelle entraînant des valeurs moyennes de numérations cellulaires inférieures ou égales à 1 600 000 cellules par ml se traduit d'abord par une diminution modérée du TP (- 0,19 à - 0,34 g/kg). Des inflammations plus marquées induisent au contraire une augmentation du TP (**tableau 21**). Chez les multipares, comme dans la population dans son ensemble, les valeurs de numérations cellulaires et de TP progressent simultanément (**tableau 21**). Au delà de 3 200 000 cellules par ml, le lait de ces chèvres est caractérisé par un gain de TP de l'ordre de 2 g/kg (+ 3,16 % par référence à la classe 1).

Tableau 21 : Relations entre la moyenne des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml), la quantité de matière protéique et le taux protéique selon la parité

Classes de numérations cellulaires		Primipares					Multipares				
		Nb	Matière protéique		Taux protéique		Nb	Matière protéique		Taux protéique	
			kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)		kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
1	0-200	138	21,5	0,0	29,0	0,0	97	22,8	0,0	27,2	0,0
2	200-400	1004	18,8	- 12,6	28,6	- 1,3	1165	21,7	- 4,7	27,5	+ 1,1
3	400-800	2217	18,3	- 14,8	28,5	- 1,7	3853	20,8	- 8,6	27,4	+ 0,9
4	800-1 600	1899	17,6	- 18,1	28,7	- 1,1	5942	19,6	- 13,9	27,8	+ 2,2
5	1 600-3 200	709	17,1	- 20,3	29,1	+ 0,2	3582	18,5	- 19,0	28,2	+ 3,7
6	> 3 200	146	16,1	- 25,2	29,5	+ 1,6	908	17,2	- 24,4	28,8	+ 6,0
Total		6113	18,2		28,9		15547	20,1		27,8	

3.3 - Influence du niveau de production sur la composition du lait

Les résultats de composition du lait des chèvres selon le niveau de production des élevages dont elles font partie sont présentés en **annexe 5 et 6**.

En ce qui concerne la matière grasse (MG) et la matière protéique (MP), on retrouve les tendances mises en évidence pour la production laitière. Les pertes de matière utile à 200 jours par rapport à la classe 1 sont en effet comprises entre 2 et 9 kg (classes 2 à 6) pour la MG et entre 2 et 6 kg pour la MP. Ainsi, sont-elles proportionnellement moins grandes pour les chèvres appartenant à des élevages de haut niveau de production. Les résultats sont similaires sur la plage de 200 000 - 3 200 000 cellules par ml (classes 2 à 5).

Le niveau de production n'apparaît pas en revanche comme un facteur de variation important vis-à-vis des taux. Son influence sur les taux est peu (TP) ou pas (TB) significative. La prise en compte de ce facteur n'est donc pas déterminante dans l'étude de l'incidence des inflammations mammaires sur les taux butyreux et protéique. Dans ce domaine, toute interprétation de l'influence du niveau de production s'avère délicate.

0 Evaluation du statut infectieux mammaire individuel

La prévalence des infections a été évaluée de façon globale, soit par estimation dans 8 troupeaux du statut infectieux mammaire instantané dans l'intervalle des contrôles bactériologiques (1er volet), soit par classification dans 254 troupeaux des chèvres contrôlées en fonction de l'ensemble des résultats de comptages cellulaires individuels recueillis au cours de la lactation (2ème volet).

Dans ce second cas et en se référant aux résultats obtenus par de Crémoux et al (1995), les chèvres des classes CCS2 et CCS3 peuvent être considérées comme présumées infectées par, respectivement, des staphylocoques coagulase négative et des pathogènes majeurs.

La répartition des statuts infectieux individuels, réels ou présumés, ainsi déterminés témoigne d'un niveau d'infection élevé, de l'ordre de 59,1 à 63,5 %. Dans les huit troupeaux suivis sur un plan bactériologique, ces résultats ont été obtenus à partir d'une proportion de 47 % de demi-mamelles infectées (Poutrel et de Crémoux, 1994) qui s'oppose aux valeurs plus faibles (28,9 %, 32,6 %, 25 %, 36 % et 25 %) rapportées respectivement par Pettersen (1981), Poutrel et Lerondelle (1983), Hunter (1984), Manser (1986) ou Lerondelle et al. (1992). Si dans l'étude de Poutrel et de Crémoux (1995), ces écarts pouvaient être imputés aux modalités de sélection des troupeaux (numérations cellulaires de lait de troupeau supérieures à un million de cellules sur l'ensemble de la lactation précédente), cette hypothèse ne peut être invoquée pour interpréter les données du Contrôle Laitier. Force est de constater la forte incidence des infections mammaires en élevage caprin laitier.

La classe CCS2 est majoritaire et représente 79,7 % des inflammations mammaires (47,1 % des mamelles des chèvres caractérisées à l'aide des numérations cellulaires). Bien que l'utilisation de tests de diagnostic présomptif des infections fondés sur les numérations cellulaires biaise structurellement toute évaluation de la prévalence des infections, il est intéressant de constater la prépondérance de ces inflammations modérées imputables pour une large part, selon de Crémoux et al (1994), aux staphylocoques coagulase négative. Les travaux de Mellenberger (1979), Pettersen (1981), Sheldrake et al. (1981), Lerondelle et Poutrel (1984), Kalogridou-Vassiliadou et al. (1992), Lerondelle et al. (1992) attestent également la prédominance de ces germes comparativement aux pathogènes majeurs. Si la classe CCS3 ne représente en moyenne que 12 % des chèvres de la population contrôlée, cette proportion augmente chez les individus en cinquième lactation et plus. Baugartner (1993) signale également l'augmentation du degré d'inflammation mammaire qui accompagne la progression du niveau d'infection chez les animaux âgés.

L'évolution du degré d'inflammation mammaire entre les lactations N et N-1 observée dans le second volet de l'étude, traduit vraisemblablement l'importance des nouvelles infections qui ont dû survenir pendant la période de suivi. Bien que la proportion de chèvres répertoriées dans la classe CCS2 reste stable (51,9 %) ce qui témoigne d'un niveau d'infections par des pathogènes mineurs à peu près constant, il est notable que la situation sanitaire des troupeaux se dégrade au cours du temps.

Cette altération de la santé mammaire du cheptel peut être consécutive à une forte pression d'infection initiale et à une persistance élevée que ce soit pendant la lactation ou la période sèche. De Crémoux (1995) montre ainsi que, si la persistance des infections par des pathogènes majeurs dépend des germes impliqués, elle est supérieure à 75 % pour *Staphylococcus aureus* et 85 % pour les streptocoques et les

entérocoques. Lerondelle et Poutrel (1984) estiment par ailleurs la persistance des mammites dues à des staphylocoques coagulase négative à 75 % et 55,4 % pour, respectivement, la lactation et la période sèche. Selon de Crémoux (1995), la proportion de guérisons spontanées à ces mêmes infections n'est parallèlement que de 13 % au cours de la lactation et de 21,3 % pendant la période sèche.

② Estimation des pertes de production laitière

1 - Incidence des infections mammaires

Dans cette étude, seules les infections dues à des pathogènes majeurs occasionnent une baisse significative de la production laitière de 140 à 180 ml par jour en moyenne (- 6 %). Dulin et al. (1982) constatent en revanche des productions journalières par des demi-mamelles infectées par des staphylocoques coagulase négative inférieures à celles obtenues par des demi-mamelles saines (1,64 contre 2,17 kg par jour). Cette apparente contradiction peut être liée à la nature des germes impliqués, les staphylocoques coagulase négative regroupant de très nombreuses souches et espèces de pathogénicité variable (Maisi et al., 1991 ; Poutrel, 1984ab ; de Crémoux, 1995). En outre, la mesure de la production des chèvres a été effectuée dans le cadre de nos travaux à l'échelle de l'individu et non de la demi-mamelle, ce qui limite l'intensité de la liaison causale avec le facteur infectieux.

En ce qui concerne les pathogènes majeurs, l'existence de formes cliniques a été mise en rapport avec une réduction marquée de la production laitière. Abu-Samra et al. (1988) évoquent en particulier les mammites gangreneuses occasionnées par *Staphylococcus aureus*, infections sévères entraînant la réduction et l'altération de la sécrétion lactée. Les données bibliographiques relatives aux conséquences des mammites sur la production laitière sont toutefois peu nombreuses dans l'espèce caprine, et parfois contradictoires. Dans les travaux de Jarman et al. (1984, 1987), les productions horaires mesurées restent ainsi pratiquement constantes quel que soit le statut infectieux de la mamelle. Stehling et al. (1986) obtiennent par contre une production moyenne plus importante en présence de toxine staphylococcique, une toxine streptococcique ayant un effet opposé. Caruolo (1974) observe, indépendamment de la nature des micro-organismes impliqués, des écarts de production entre les demi-mamelles saines et infectées proches de ceux obtenus dans la présente étude au niveau individuel (0,48 kg contre 0,68 kg en l'absence d'infection). Le coefficient de corrélation de - 0,52 déterminé par cet auteur traduit la liaison négative entre infections et production laitière. La réponse de la mamelle à une infection semble donc dépendre à la fois de l'origine de l'infection, du pouvoir pathogène des germes (lui-même variable selon la souche en cause) mais aussi de facteurs de sensibilité individuels.

Plus généralement, la part des infections dans les variations de la production laitière individuelle doit être relativisée par rapport à l'ensemble des autres facteurs liés à l'animal (variabilité individuelle, potentiel génétique, numéro et stade de lactation) ou à la gestion du troupeau (modalités d'alimentation du cheptel en particulier) susceptibles d'intervenir. Les coefficients de détermination obtenus à l'issue des différentes analyses statistiques permettent d'apprécier en effet la faible implication du facteur infectieux comparativement aux autres facteurs explicatifs.

2 - Incidence du degré d'inflammation de la mamelle

Malgré une relation forte et significative entre la présence d'infection mammaire et les valeurs de numérations cellulaires du lait, l'incidence sur la production laitière de ces deux facteurs pris indépendamment l'un de l'autre diffère. Les infections par des staphylocoques coagulase négative n'induisent par exemple aucune perte de production et sont même associés, chez les primipares, à une

augmentation sensible de la quantité de lait produite par jour. Sur les deux classes de 400 000-800 000 et 800 000-1 600 000 cellules par ml qui correspondent aux plages de numérations cellulaires les plus fréquemment observées avec ce type d'infection, on constate cependant une baisse de production à 200 jours variant de - 89 à - 130 kg ce qui équivaudrait à une perte de l'ordre de 500 ml par jour. Obtenant chez la vache laitière des résultats équivalents, Vishinsky et al. (1995) ont envisagé l'hypothèse selon laquelle les animaux fort producteurs seraient plus sensibles aux infections mammaires. La relation de cause à effet entre le niveau de production réalisé par l'animal et l'existence d'une mammite est alors inversée. Chez la chèvre, il est important de rappeler la variabilité des numérations cellulaires en cas d'infection par des staphylocoques coagulase négative et l'influence persistante des facteurs physiologiques de variation tels que le stade et le numéro de lactation. Les numérations cellulaires n'apparaissent pas comme la simple traduction des infections d'origine bactérienne, mais constituent en elles-mêmes un indicateur de la santé de la mamelle. Elles reflètent son degré d'inflammation quelle qu'en soit l'origine : infectieuse (infection bactérienne ou virale, pathologie générale ou spécifique de la mamelle) ou traumatique. Ce constat met en exergue la complémentarité des analyses des statuts infectieux et des numérations cellulaires individuelles, celles-ci devant être considérées en tant que telles et non sur le plan strict de leur liaison avec les infections.

Comme chez la vache laitière (Fabre et al, 1990 ; Miller et al, 1983) des pertes de production ont été signalées y compris pour des numérations cellulaires relativement faibles (moins de 400 000 cellules par ml). Les chèvres ayant au moins deux numérations cellulaires supérieures à 750 000 cellules par ml (CCS2) présentent une baisse significative de leur production à 200 jours comparativement aux chèvres ayant de faibles niveaux de concentrations cellulaires au cours de leur lactation (- 6,6 %). La réduction de la production laitière reste cependant modérée (- 55 kg environ sur une période de 200 jours) à l'instar de l'inflammation mammaire suscitée. S'agissant de chèvres ayant au moins trois numérations cellulaires supérieures à 1 750 000 cellules par ml (CCS3), les écarts de production laitière s'accroissent et atteignent - 16,7 %. Pour l'espèce caprine, Baudry et al. (1994) ont constaté qu'à stade de lactation fixé, l'écart de production entre les chèvres dont les numérations cellulaires sont les plus fortes (valeurs se situant dans le dernier quartile) et celles dont les numérations cellulaires sont les plus faibles (valeurs se situant dans le premier quartile, toujours inférieur à 500 000 cellules par ml) atteint - 0,10 kg par jour sur les 50 premiers jours de lactation et - 0,46 kg par jour du 50^{ième} au 220^{ième} jours. En extrapolant les données journalières rapportées par ces auteurs à une période de 200 jours, la perte de production cumulée représente environ 74 kg et est conforme à celle évaluée sur le second volet de l'étude. L'ancienneté des inflammations ou, plus largement des traumatismes de la mamelle retentit également sur les capacités de synthèse de la mamelle et se traduit par une baisse de production. Cette tendance s'exprime de façon plus marquée chez les chèvres présentant une forte inflammation mammaire, ces dernières paraissant à la fois plus réceptives et plus sensibles aux infections et/ou aux agressions de la mamelle.

Les différents modèles d'analyse font apparaître des pertes de production supérieures pour les multipares par rapport aux primipares. En étudiant l'incidence des mammites sur la production laitière, Dulin et al. (1983) constatent de façon similaire que les chutes de production en cas d'infection sont plus importantes pour les chèvres âgées, au delà de leur troisième lactation : - 1,3 kg/jour contre - 0,4 à - 0,5 kg/jour pour les individus en première et deuxième lactation. Des tendances identiques ont été signalées à de multiples reprises dans l'espèce bovine (Batra, 1986 ; Fabre et al., 1990 ; Jones et al., 1984).

L'influence du niveau de production moyen de l'élevage est variable selon la parité et la plage de numérations cellulaires prise en compte pour établir les comparaisons entre classes. Il semble néanmoins que, sur une période de 200 jours, les pertes de lait soient, en valeurs absolues, semblables ou supérieures pour les chèvres appartenant à des troupeaux de fort potentiel laitier, les valeurs relatives (en % de la production de la classe de numérations cellulaires la plus basse) témoignant de la moindre pénalisation de ces animaux par rapport aux autres catégories de la population. Dans l'espèce bovine, les coefficients de régression issus de l'analyse de la production en fonction des numérations cellulaires sont, selon Jones et al. (1984), identiques quel que soit le niveau de production des troupeaux.

③ Estimation des modifications de la composition du lait

Chez la chèvre, les infections mammaires occasionnées par des pathogènes majeurs et les fortes inflammations entraînent des baisses significatives des quantités de matière grasse et de matière protéique produites.

Les conséquences des infections sur les taux traduisent d'abord un phénomène global de concentration/dilution. Ce seul facteur physique ne permet toutefois pas d'expliquer toutes les variations observées dans la composition du lait.

Il est important de noter que, davantage encore que la production laitière, les taux sont peu affectés par le statut infectieux de la mamelle (infections subcliniques) ou son degré d'inflammation. La variabilité des taux butyreux et protéique rend délicate toute interprétation de l'influence de ces facteurs.

Les proportions de lots présentant des écarts négatifs définies dans le second volet de l'étude illustrent plus particulièrement la faible corrélation entre le taux butyreux et l'inflammation mammaire : les chèvres présentant une inflammation mammaire modérée à forte ont un taux butyreux inférieur à celui des chèvres de la classe CCS1 dans seulement 56,9 % des lots. De même, dans les travaux menés par Randy et al. (1988), la corrélation entre la quantité de matière grasse et les numérations cellulaires est négative (- 0,01) mais non significative. Park (1991) détermine en revanche une corrélation positive mais là encore faible et non significative entre ces deux paramètres (+ 0,03). Les baisses du taux butyreux induites par l'ensemble des infections de la mamelle ou de fortes inflammations mammaires sont du même ordre et peuvent atteindre 1 à 2 g/kg dans les cas les plus extrêmes (infections par des pathogènes majeurs, numérations cellulaires supérieures à 3 200 000 cellules par ml). Ces résultats confirment les tendances observées par Baudry et al. (1994). Ces auteurs évaluent à - 0,14 g/kg les pertes de taux butyreux concernant les classes à numérations cellulaires élevées pendant les 220 premiers jours de la lactation. Il faut souligner cependant la réelle inadéquation du modèle d'analyse pour appréhender les variations de taux butyreux.

Si le taux protéique s'accroît, dans l'ensemble, en cas d'infection ou avec l'intensité de l'inflammation mammaire, cette progression n'est toutefois pas toujours continue mais peut présenter deux phases successives descendante puis ascendante. L'évolution de la teneur en matière protéique est en effet la traduction de deux phénomènes opposés, l'augmentation des protéines solubles (filtration accrue) venant compenser en plus ou moins grandes proportions la diminution de la synthèse des caséines (Caruolo, 1974). L'importance des perturbations biochimiques dépend de la sévérité des inflammations mammaires. Seules les infections dues à des pathogènes majeurs s'accompagnent ainsi d'une augmentation du taux protéique (+ 2 g/kg). Sur une lactation de 200 jours, le taux protéique augmente de 0,4 à 1,9 g/kg selon le degré de l'inflammation mammaire. Baudry et al. (1994) indiquent, pour des échantillons à fortes numérations cellulaires (dernier quartile de la population) des écarts comparables de + 1,32 g/kg sur les 100 premiers jours de lactation à + 1,95 g/kg au cours des 120 jours suivants. Selon ces auteurs, l'hypothèse d'une augmentation du taux protéique liées aux protéines des cellules somatiques elles-mêmes n'est pas à exclure compte tenu de l'importance de la concentration cellulaire en cas d'infection.

ABU-SAMRA M.T., ELSANOUSI S.M., ABDALLA M.A., GAMEEL A.A., ABDEL AZIZ M., ABBAS B., IBRAHIM K.E.E. ET IDRIS S.O., 1988. *Studies on gangrenous mastitis in goats*, Cornell Vet., 78, 281-300.

BAUDRY C., de CREMOUX R., PERRIN G., 1994. *Composition et concentration cellulaire du lait de chèvre au cours de la lactation*, Proc. Int. Symp. Somatic cell counts and milk of small ruminants. Bella. Italie.

BATRA T.R., 1986. *Relationship of somatic cell concentration with milk yield in dairy cows*, Can. J. Anim. Sci., 66, 607-614.

BAUGARTNER, 1993. *Investigation of cell content in sheep's and goat's milk*, Sheep Dairy News, 10, 18-20.

CARUOLO EV, 1974. *Milk yield, composition, and somatic cells as a function of time of day in goats under a continuous lighting regimen*, Br. Vet. J., 130, 380-387.

de CREMOUX R., 1995. *Etude sur les cellules somatiques du lait de chèvre pour le diagnostic, le contrôle des infections mammaires et l'amélioration de la qualité sanitaire du lait*. Rapport de synthèse, Institut de l'Elevage, INRA Tours-Nouzilly, S.R.P.C., C.A. 79, G.T.V. 79, L.C.I. de Surgères, 157 pp.

DULIN A.M. et al., 1982. *Effect of stage of lactation and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk*, J. Dairy Sci., 65 (suppl.1), 85-86.

DULIN A.M., PAAPE M.J., SCHULTZE W.D. et WEINLAND B.T., 1983. *Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk*, J.Dairy Sci., 66, 2426-2433.

EAST N.E., BIRNIE E.F. et FARVER T.B., 1987. *Risk factors associated with mastitis in dairy goats*, Am. J. Vet. Res., 48, 776-779.

FABRE J.M., ROUSSE P., CONCORDET D. et BERTHELOT X., 1990. *Relations entre comptages cellulaires individuels et production en élevage bovin laitier dans le Sud-Ouest de la France : analyse critique des méthodes statistiques utilisées*, Revue Méd. Vét., 141, 5, 361-368.

HUNTER A.C., 1984. *Microflora and somatic cell content of goat milk*, Vet. Rec., 114, 318-320.

International Dairy Federation, 1984. *Recommended methods for somatic cell counting in milk*, Bulletin of the International Dairy Federation, Brussels, Doc, 168, 5-6.

JARMAN R.F. et CARUOLO E.V., 1984. *Temperature and milk composition responses to infusion of E. coli LPS and S. aureus vaccines in the goat*, Zbl. Vet. Med. A, 31, 740-750.

JARMAN R.F. et CARUOLO E.V., 1987. *Temperature and milk composition responses of the non-infused mammary gland to infusion of E. coli LPS and S. aureus vaccines and to intravenous E. coli LPS in the goat*, J. Vet. Med. A, 34, 561-573.

JONES GM, PEARSON RE., CLABAUGH G.A. et HEALD C.W., 1984. *Relationships between somatic cell counts and milk production*, J. Dairy Sci., 67, 1823-1831.

KALOGRIDOU-VASSILIADOU D., MANOLKIDIS K. et TSIGOIDA A., 1992. *Somatic cell counts in relation to infection status of the goat udder*, J. Dairy Res., 59, 21-28.

LERONDELLE C. et POUTREL B., 1984. *Characteristics of non-clinical mammary infections of goats*, Ann. Rech. Vet., 15, 105-112.

LERONDELLE C., RICHARD Y. et ISSARTIAL J., 1992. *Factors affecting somatic cell counts in goat milk*, Small Rumin. Res., 8, 129-139.

MAISI P. et RIIPINEN I., 1991. *Pathogenicity of different species of staphylococci in caprine udder*, Br. Vet. J., 147, 126-132.

MANSER P.A., 1986. *Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat*, 118, 552-554.

MELLENBERGER R., 1979. *Somatic cell counts in goat's milk*, Proc. 18th Ann. Meet. Nat. Mastitis Counc., 41-43.

MILLER R.H., EMANUELSSON U., PERSSON E., BROLUND L., PHILIPSSON J. et FUNKE H., 1983. *Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition*, Acta Agricultura Scandinavica, 33, 203-223.

NG-KWAI-HANG J.F., HAYES J.F., MOXLEY JE et MONARDES H.G., 1984. *Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk*, J. Dairy Sci., 67, 361-366.

PARK Y.W., 1991. *Interrelationships between somatic cell counts, electrical conductivity, percent fat and protein in goat milk*, Small Rumin. Res., 5, 367-375.

PETTERSEN K.E., 1981. *Cell content in goat's milk*, Acta Vet Scand., 22, 226-237.

POUTREL B. et LERONDELLE C., 1983. *Cell Content of goat milk : California Mastitis Test, Coulter Counter, and Fossomatic for predicting half infection*, J. Dairy Sci., 66, 2575-2579.

POUTREL B., 1984a. *Udder infection of goats by coagulase-negative staphylococci*, Vet. Microbiol., 9, 131-137.

RANDY H.A., WILDMAN E.E., CALER W.A. et TULLOCH G.L., 1988. *Effect of age and time of milking on day-to-day variation in milk yield, milk constituents and somatic cell counts*, Small Rum. Res., 1, 151-155.

RAUBERTAS R.F. et SHOOK G.E., 1982. *Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield*, J. of Dairy Sci., 65, 419-425.

Statistical Analysis System, 1990. *SAS User's Guide : Statistics*. SAS. Inst. Inc. Box 8000, SAS Circle - Cary, NC 27 511 -8000.

SERIEYS F., 1985. *Relation entre concentration cellulaire du lait individuel, production laitière et sensibilité des vaches aux infections mammaires*, Ann. Rech. Vet., 16, 3, 271-277.

SHELDRAKE R.F., HOARE R.J.T. et WOODHOUSE V.E., 1981. *Relationship of somatic cell count and cell volume analysis of goat's milk to intramammary infection with coagulase-negative staphylococci*, J. Dairy Res., 48, 393-403.

SHOOK G.E., 1982. *A linear scale for scoring somatic cell counts*, J. Dairy Sci. Suppl. 1, 108.

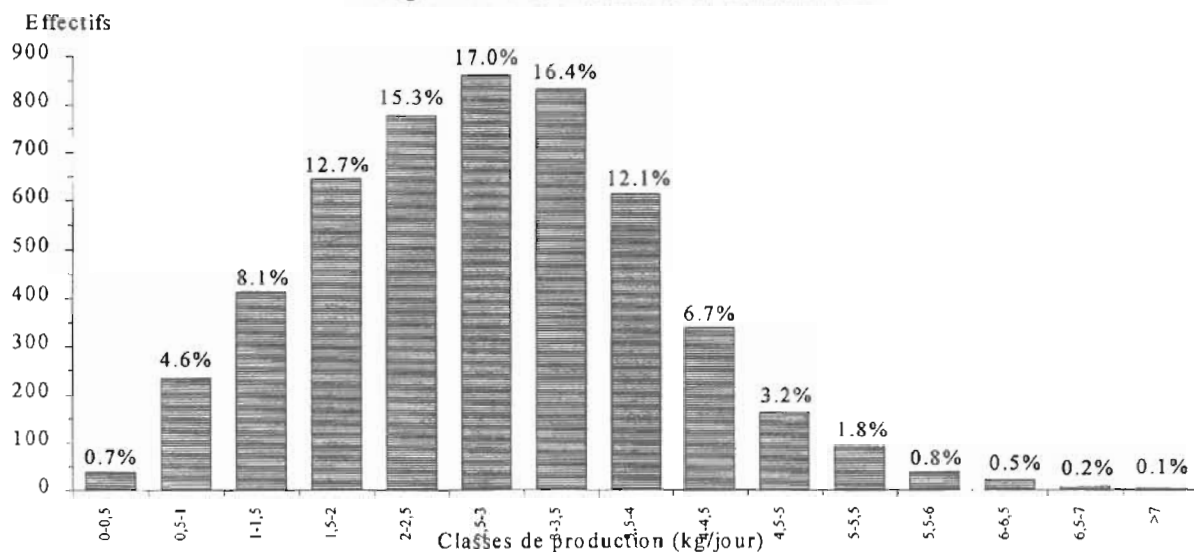
SHOOK G.E., 1982. *Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability*, Proc. 21 st Ann. Meet. National Mastitis Council, 150-166.

STEHLING R.N, VARGAS O.P., SANTOS dos E.C. et DUARTE R.M., 1986. *Estudo da evolução da mamite caprina induzida por enterotoxina estafilococica e estreptococica*, Arq. Bras. Med. Vet. Zoot., 38, 701-717.

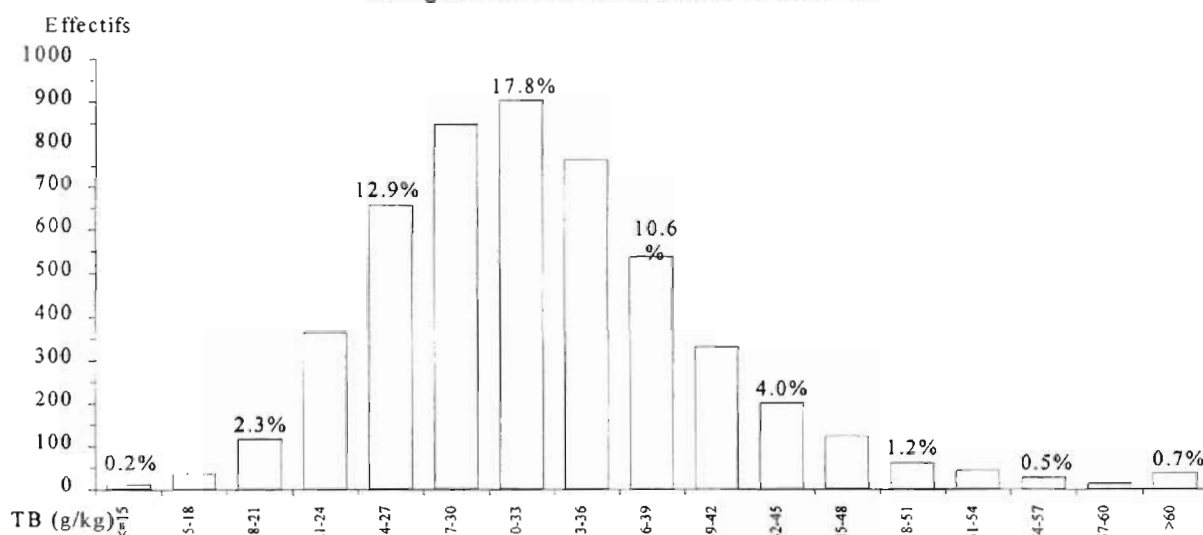
VISHINSKY Y. et MARKUSFELD-NIR O., 1995. *The association between loss of production, high somatic cell counts, and type of bacteria involved*, The 3rd International Mastitis Seminar, Proceedings S3, 36-39.

Histogrammes des variables de production (LAIT), taux butyreux (TB) et taux protéique (TP) pour l'ensemble de la population

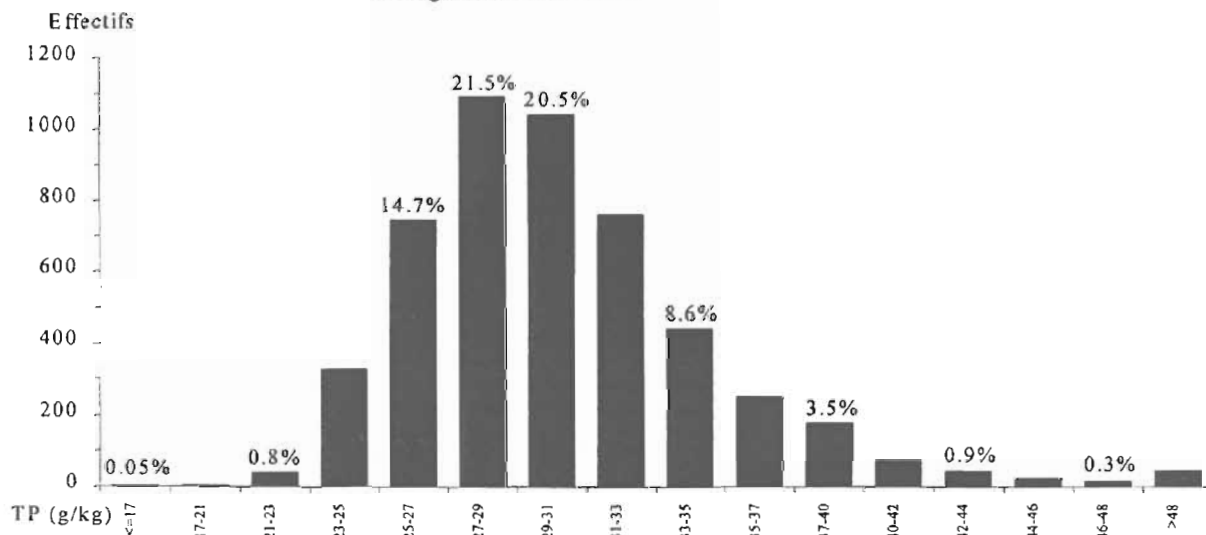
Histogramme des effectifs de la variable LAIT



Histogramme des effectifs de la variable TB

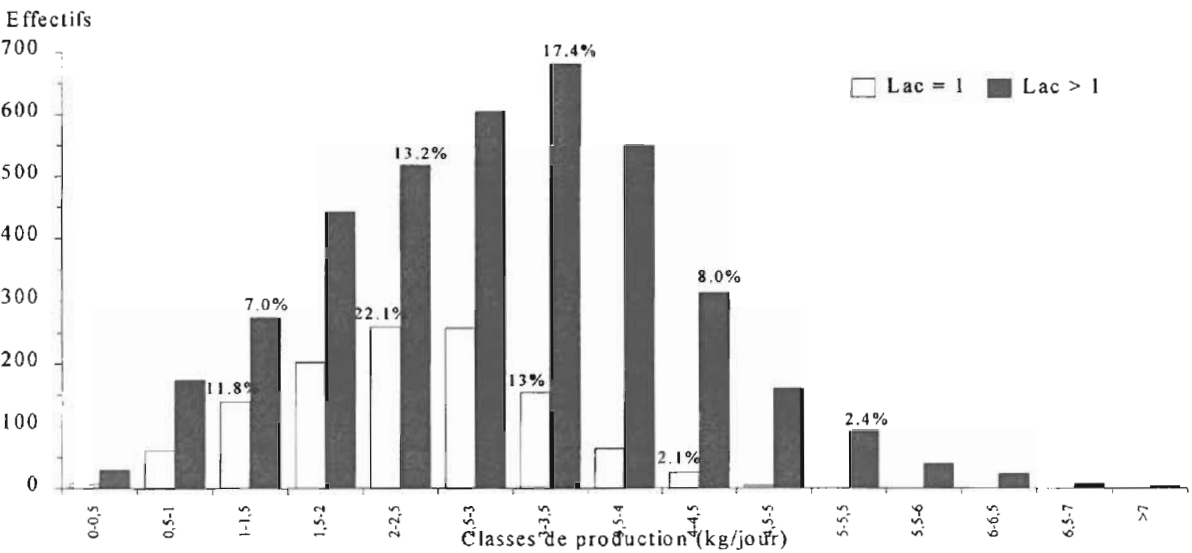


Histogramme des effectifs de la variable TP

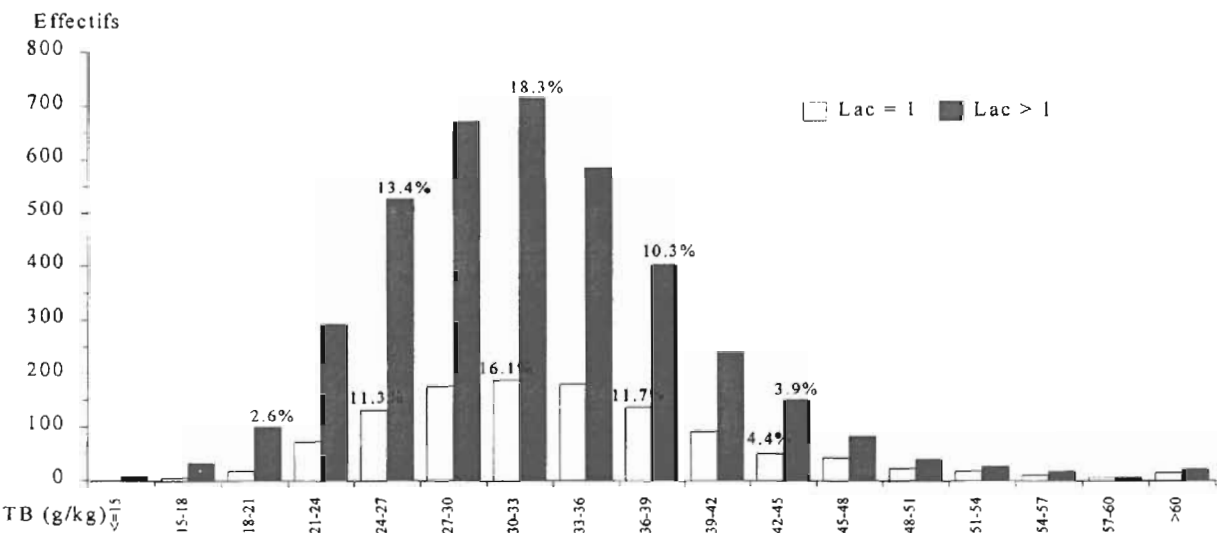


Histogrammes des variables de production (LAIT), taux butyreux (TB) et taux protéique (TP) pour les primipares et les multipares

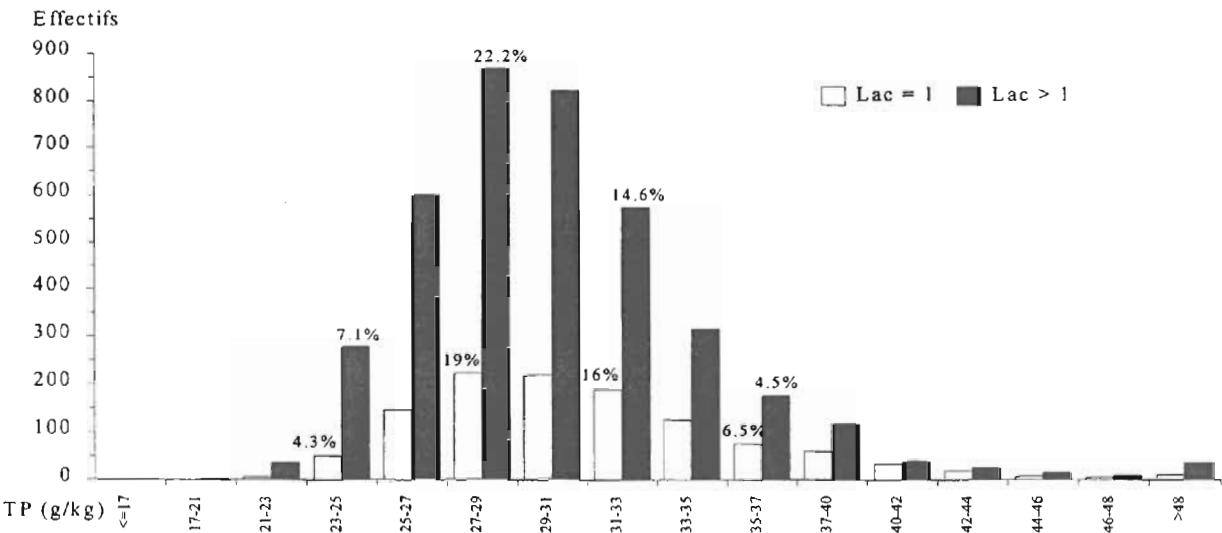
Histogramme des effectifs de la variable LAIT



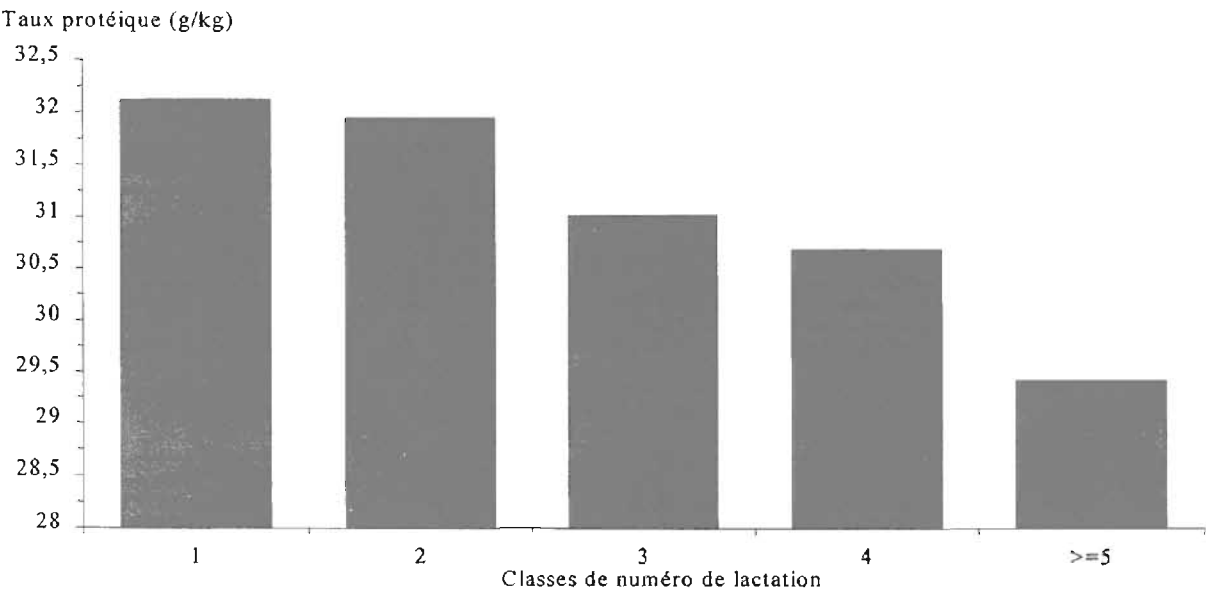
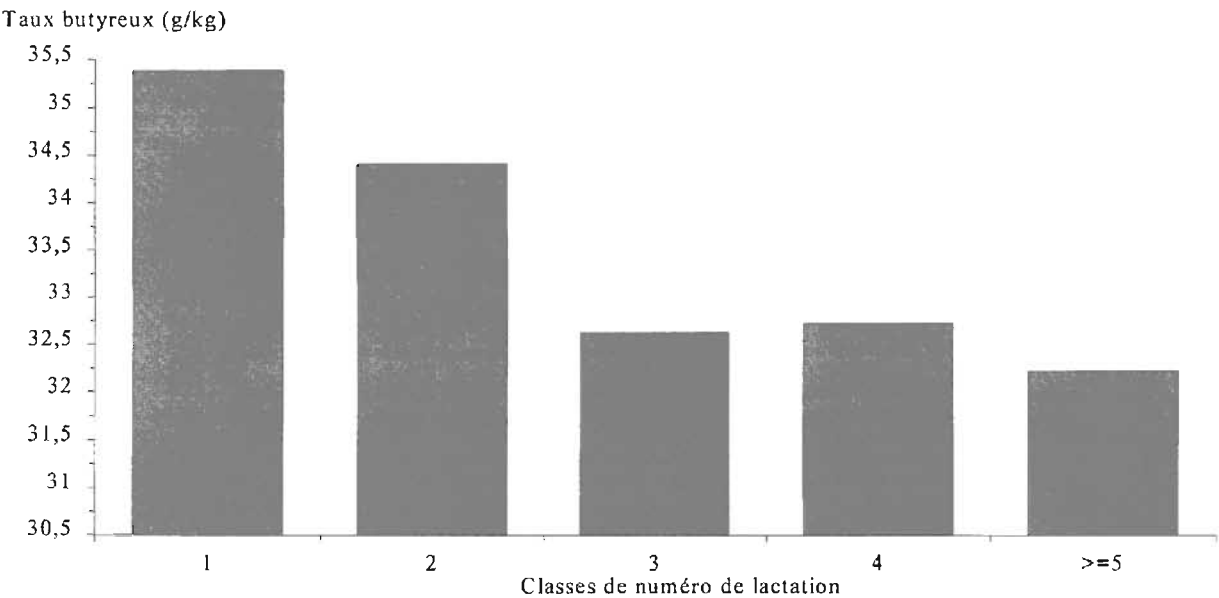
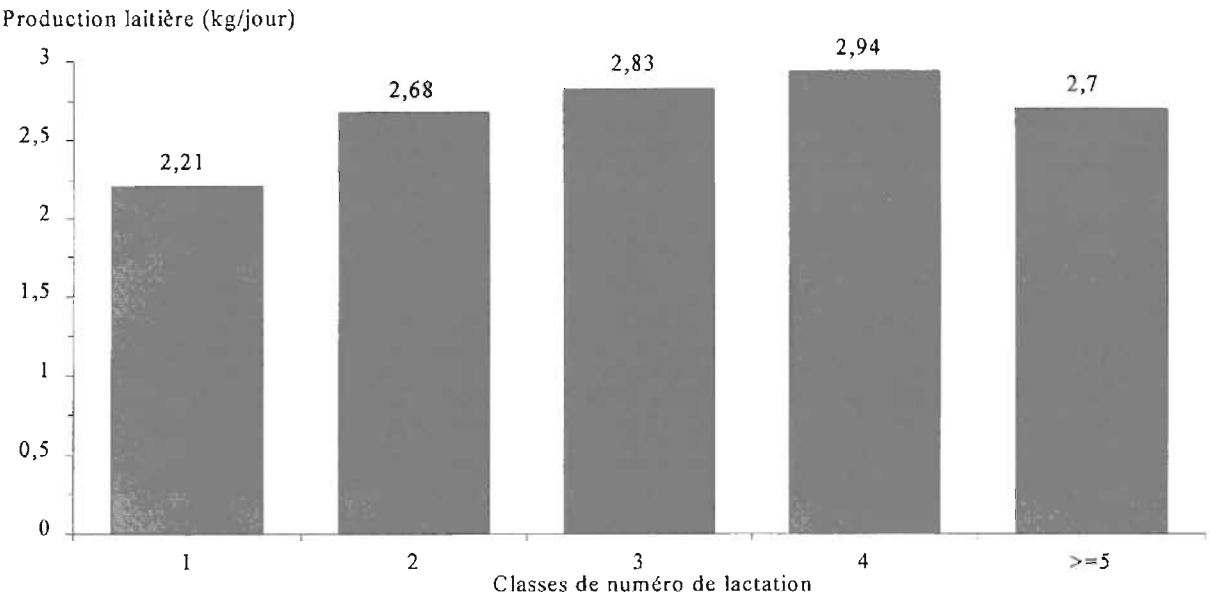
Histogramme des effectifs de la variable TB



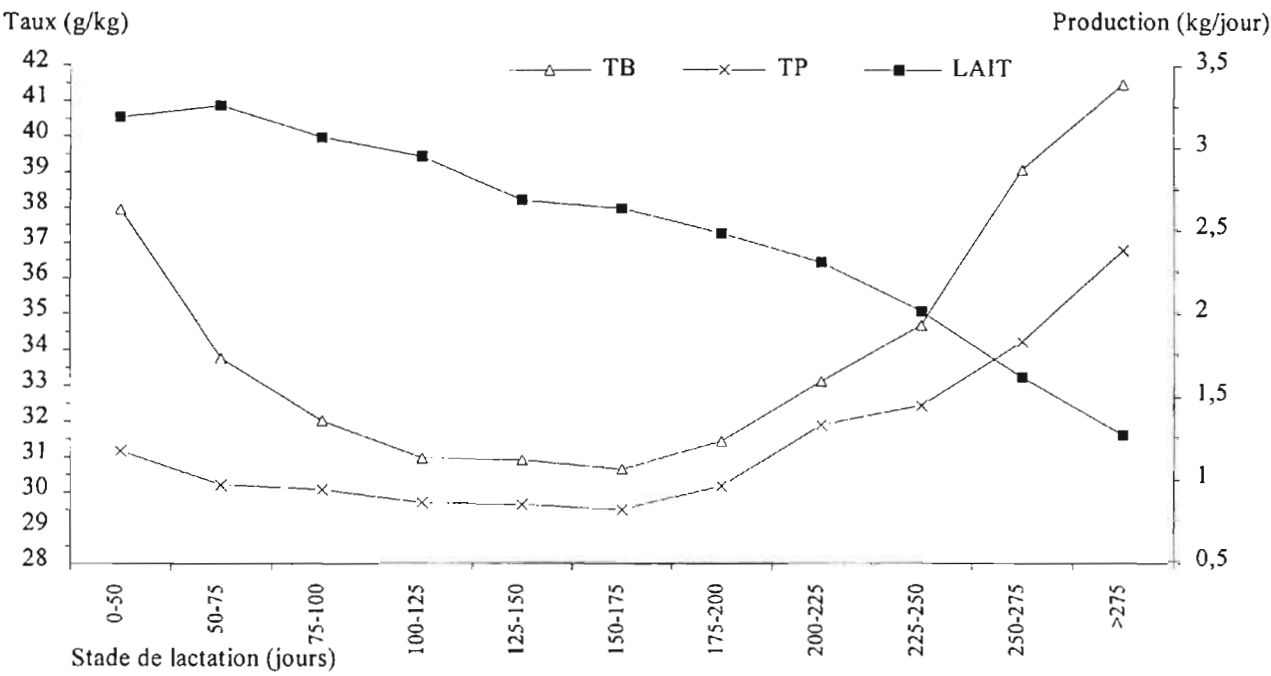
Histogramme des effectifs de la variable TP



Influence du numéro de lactation sur la production laitière et la composition du lait



Influence du stade de lactation sur la production laitière et la composition du lait



Influence de la saison de mise-bas sur la production laitière et la composition du lait

	Saison de mise-bas		
	Hiver	Printemps	Automne
Production laitière (kg/j)	2,54	2,34	2,60
Taux butyreux (g/kg)	33,7	35,8	33,1
Taux protéique (g/kg)	31,2	32,6	30,6

Relations entre la moyenne des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml), la quantité de matière grasse et le taux butyreux selon le niveau de production des troupeaux

Niveaux de production (kg)	Classes de numérations cellulaires		Effectifs	Matière grasse		Taux butyreux	
				kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
390-650	1	0-200	73	22,6	0,0	34,0	0,0
	2	200-400	619	19,7	- 12,8	32,6	- 4,0
	3	400-800	1765	18,4	- 18,4	32,2	- 5,4
	4	800-1 600	2382	17,0	- 24,4	32,1	- 5,6
	5	1 600-3 200	1213	15,8	- 30,1	31,9	- 6,2
	6	> 3 200	304	14,1	- 37,3	32,0	- 5,8
	Total		6356	17,9			
651-740	1	0-200	89	25,9	0,0	32,3	0,0
	2	200-400	744	23,5	- 9,2	32,1	- 0,4
	3	400-800	2220	22,3	- 14,2	31,6	- 2,0
	4	800-1 600	2878	20,7	- 20,1	31,4	- 2,8
	5	1 600-3 200	1573	19,2	- 25,9	31,3	- 3,0
	6	> 3 200	363	18,0	- 30,7	31,1	- 3,5
	Total		7867	21,6			
741-1200	1	0-200	73	29,8	0,0	32,1	0,0
	2	200-400	806	27,5	- 7,9	32,0	- 0,1
	3	400-800	2085	26,5	- 11,2	31,3	- 2,5
	4	800-1 600	2581	25,2	- 15,5	31,2	- 2,7
	5	1 600-3 200	1505	23,9	- 20,0	30,8	- 3,8
	6	> 3 200	387	21,7	- 27,4	30,5	- 4,8
	Total		7437	25,8			

Relations entre la moyenne des numérations cellulaires individuelles (en milliers par ml), la quantité de matière protéique et le taux protéique selon le niveau de production des troupeaux

Niveaux de production (kg)	Classes de numérations cellulaires		Effectifs	Matière protéique		Taux protéique	
				kg	Ecart (%)	g/kg	Ecart (%)
390-650	1	0-200	73	19,2	0,0	28,9	0,0
	2	200-400	619	17,2	- 10,2	28,6	- 1,1
	3	400-800	1765	16,3	- 15,2	28,4	- 1,6
	4	800-1 600	2382	15,3	- 20,5	28,7	- 0,6
	5	1 600-3 200	1213	14,4	- 24,9	29,1	+ 0,7
	6	> 3 200	304	13,2	- 31,1	29,9	+ 3,6
	Total		6356	15,9			
651-740	1	0-200	89	22,9	0,0	28,5	0,0
	2	200-400	744	21,0	- 8,2	28,7	+ 0,7
	3	400-800	2220	20,2	- 11,8	28,7	+ 0,8
	4	800-1 600	2878	19,1	- 16,5	29,0	+ 1,6
	5	1 600-3 200	1573	18,0	- 21,3	29,3	+ 3,0
	6	> 3 200	363	17,1	- 25,1	29,7	+ 4,3
	Total		7867	19,7			
741-1200	1	0-200	73	27,0	0,0	29,0	0,0
	2	200-400	806	24,8	- 8,1	29,0	- 0,3
	3	400-800	2085	24,4	- 9,9	28,8	- 0,9
	4	800-1 600	2581	23,4	- 13,3	29,0	- 0,2
	5	1 600-3 200	1505	22,7	- 16,0	29,3	+ 1,1
	6	> 3 200	387	21,2	- 21,6	29,9	+ 2,8
	Total		7437	23,9			