

Qualité hygiénique du lait de chèvre

Numérations cellulaires du lait de chèvre

GG Perrin, C Baudry

Station régionale de pathologie caprine, CNEVA, 60, rue de Pied-de-Fond,
BP 3081, 79012 Niort Cedex, France

Résumé — Contrairement à ce qui est couramment pratiqué dans l'espèce bovine, l'utilisation des numérations cellulaires comme méthode permettant d'apprécier la qualité du lait fait l'objet dans l'espèce caprine de nombreuses controverses; la nature des différentes populations cellulaires, les variations des numérations et leur incidence sur la qualité du lait sont successivement examinées. Les auteurs concluent sur la difficulté de définir des normes en l'absence d'une définition préalable de critère précis de qualité du lait.

lait de chèvre / qualité / cellule somatique / numération cellulaire

Summary — *Somatic cell counts in goat's milk.* Contrary to current practice for cow's milk, somatic cell counts for estimating goat's milk quality is still a subject of controversy. The influence on milk quality of the different somatic cell populations and the variations in cell counts has been reviewed. The accuracy of enumeration methods has been discussed. In conclusion, it appears difficult to define precise regulations for somatic cell counts in goat's milk before a general agreement has been reached on specific criteria regarding milk quality.

goat's milk / quality / somatic cell / cell count

INTRODUCTION

Dans l'espèce bovine, la numération des cellules somatiques du lait, utilisée comme méthode de diagnostic de l'état sanitaire de la mamelle permet la détermination de critères de qualité qui sont aujourd'hui reconnus par tous les partenaires de la filière de production et qui sont inscrits dans les dispositifs réglementaires

nationaux et internationaux (Schalm *et al*, 1971).

Dans l'espèce caprine en revanche, une telle utilisation suscite encore de vives controverses (Haenlein, 1987a,b); les incertitudes qui existent aujourd'hui quant à sa valeur intrinsèque en terme de méthode de diagnostic de l'état sanitaire de la mamelle rendent difficile son utilisation en vue de définir des critères de qualité précis qui, comme dans l'espèce bovine seraient susceptibles de faire l'unanimité.

LES CELLULES DU LAIT DE CHÈVRE

La structure histologique de la glande mammaire

La glande mammaire de la chèvre est constituée comme celle de tous les Mammifères, par des acinus constitués de cellules épithéliales. Ces acinus qui constituent les unités sécrétoires sont groupés en lobules et sont reliés entre eux par les canaux galactophores lesquels convergent vers la citerne qui joue un rôle de stockage.

La glande mammaire est dotée d'une double fonction, une fonction de filtration de l'eau et des microéléments du sang (sels minéraux, micromolécules...) et une fonction de sécrétion des constituants spécifiques du lait (caséines, lactose, enzymes...).

La sécrétion lactée de la chèvre est classiquement qualifiée d'«apocrine» en ce sens qu'en fin de phase sécrétoire, la partie supérieure de la cellule épithéliale se détache de sa base et est libérée dans la lumière de l'acinus sous forme de particule cytoplasmique (Wooding *et al*, 1970; Linzel, 1970 ; Dulin *et al*, 1982).

Les cellules somatiques du lait

Les populations cellulaires

Le lait contient un certain nombre d'éléments cellulaires, appelés aussi cellules somatiques, provenant les unes de la circulation sanguine et les autres des différents épithéliums du tissu mammaire (Okada, 1960 ; Schalm *et al*, 1971).

Les polynucléaires

Il s'agit de cellules présentant un noyau multilobé et un cytoplasme légèrement éo-

sinophile contenant des granules ; on distingue ces polynucléaires selon le caractère tinctorial de ces granules, en polynucléaires neutrophiles, éosinophiles et basophiles ; les neutrophiles constituent de loin la population la plus importante, leur fonction essentielle est la phagocytose.

Les lymphocytes

On les classe généralement en grandes sous-populations caractérisées par leur taille, les petits (7 à 8 μm), les moyens (12 à 15 μm) et les grands (15 à 20 μm) lymphocytes ; ils présentent tous un rapport nucléoplasmique élevé, inversement proportionnel à la taille de la cellule. Ils jouent un rôle essentiel dans les processus d'immunité tant humorale que cellulaire.

Les monocytes

Il s'agit de grandes cellules (20 à 25 μm) présentant un cytoplasme légèrement basophile contenant parfois des granulations azurophiles ; leur noyau volumineux a une forme irrégulière, souvent reiniforme. Les monocytes du lait sont identiques à ceux du sang, toutefois, sous l'action de certaines stimulations antigéniques, ces cellules sont «activées» et se transforment en macrophages ; les monocytes jouent également un rôle dans les processus d'immunité.

Les cellules épithéliales

Elles proviennent de la desquamation des différents épithéliums du tissu mammaire; leur taille est variable (10 à 20 μm) et leur noyau, généralement de petite taille, apparaît pauvre en chromatine. Leur morphologie varie selon leur site d'origine, leur identification précise est difficile à l'aide des techniques classiques de coloration et elle nécessite la mise en œuvre de techniques histochimiques permettant de visualiser certains éléments de leur cytoplasme.

Les autres éléments figurés du lait

Ils résultent pour l'essentiel du processus de sécrétion apocrine et se présentent sous forme de particules de cytoplasme de taille très variable (5 à 30 μm) contenant parfois des vacuoles lipidiques.

Les méthodes de numération cellulaire*Examen microscopique*

C'est une méthode comparable à celle utilisée en hématologie, qui repose sur la numération microscopique des cellules contenues dans un volume déterminé de lait ; sa mise en œuvre fastidieuse limite son utilisation aux numérations globales destinées en particulier au calibrage des compteurs automatiques, toutefois elle reste indispensable pour les numérations sélectives des différentes populations cellulaires.

*Le compteur de particules
(Coulter counter)*

Il s'agit d'une méthode qui repose sur le comptage des impulsions électriques créées par le passage de particules entre 2 électrodes. Sa limite essentielle tient à son caractère non spécifique ; en effet, cette méthode ne permet pas de différencier les éléments nucléés des globules gras ou des particules cytoplasmiques. Les résultats obtenus manquent d'exactitude et cette méthode est aujourd'hui pratiquement abandonnée.

Le compteur de type «Fossomatic»

Son principe repose sur le comptage des éléments nucléés après coloration spécifique de l'ADN des noyaux ; cette méthode présente l'avantage de ne prendre en compte que les éléments cellulaires, mais elle ne permet toutefois pas d'identifier les différentes populations de cellules. Automatisée, et d'un coût réduit, elle apparaît

aujourd'hui comme la méthode de référence.

Le CMT (California Mastitis Test)

Il ne s'agit pas d'une véritable méthode de numération, mais d'une méthode semi-quantitative permettant d'apprécier la richesse d'un lait en ADN et par voie indirecte, la concentration en cellules ; les limites de son utilisation chez la chèvre tiennent vraisemblablement au fait que les numérations classiquement observées sont généralement plus élevées que chez la vache et se situent au-delà de son seuil de sensibilité.

La numération cellulaire normale

Il n'apparaît guère possible en l'état actuel de nos connaissances de parler pour l'espèce caprine de numération normale, et cela en raison de la difficulté rencontrée à comparer les différents résultats publiés dans la littérature scientifique (Nesbakken, 1976 ; Mellenberger, 1979 ; Sheldrake *et al*, 1981 ; Dulin *et al*, 1982 ; Poutrel et Lerondelle, 1983 ; Lerondelle et Poutrel, 1984). Ces résultats révèlent en effet une très grande variabilité, qui est liée à la fois à des critères méthodologiques (méthodes de numération, expression mathématique...) et à des critères biologiques (stade de lactation, statut infectieux...).

**LES FACTEURS DE VARIATION
DES NUMÉRATIONS CELLULAIRES***Les facteurs d'origine
non inflammatoire***Les facteurs liés au prélèvement**

Les numérations cellulaires varient au cours d'une même traite et tendent à aug-

menter entre le début et la fin (Augsburger *et al*, 1983), elles varient également entre deux traites, ainsi, sur un même animal, les valeurs observées sont généralement plus élevées le soir que le matin (Randy *et al*, 1988).

Les facteurs liés à l'animal

Le stade de lactation

Très élevées au début de la lactation, les numérations cellulaires diminuent rapidement puis augmentent à nouveau progressivement jusqu'au tarissement (Perez et Schultz, 1979 ; Pettersen, 1981 ; Dulin *et al*, 1982, 1983) ; cette évolution se fait en sens inverse de celle de la production lactée.

Le numéro de lactation

Pour des animaux de statut infectieux comparable, on observe une élévation des numérations cellulaires avec l'âge (Dulin *et al*, 1982) ; ce phénomène apparaît toutefois moins sensible chez les animaux non infectés que chez les animaux infectés.

La race

En l'état actuel de nos connaissances, il n'apparaît pas possible de mettre en évidence un «effet race» toutefois, des études complémentaires mériteraient d'être conduites en vue de comparer les résultats obtenus sur des races laitières améliorées et sur des races laitières traditionnelles, et cela dans des conditions identiques de conduite d'élevage, de traite et de statut infectieux.

Le patrimoine génétique

Il n'existe pas à notre connaissance d'étude spécifique consacrée à l'incidence d'un tel facteur, toutefois, selon Wyler (1993, communication personnelle) le niveau cellulaire des animaux posséderait un fort coefficient d'héritabilité.

Les facteurs d'origine inflammatoire

Afin de maintenir son homéostasie et de lutter contre toutes les agressions de quelque nature qu'elles soient, le tissu mammaire, comme tous les autres tissus de l'organisme, est capable de déclencher une réaction inflammatoire.

L'inflammation du tissu mammaire : la mammite

Cette réaction relève d'un processus biologique général complexe, non spécifique, qui se traduit par des réactions vasculo-sanguines s'exprimant par de la congestion, de l'œdème et par la diapédèse de leucocytes et par des réactions cellulaires locales caractérisées par des infiltrations interstitielles de cellules mononucléées.

Les réactions vasculo-sanguines

Elles sont sous la dépendance de substances chimiques appelées médiateurs de l'inflammation (histamine, sérotonine, interleukines) qui provoquent des phénomènes de congestion active (la dilatation de capillaires) et de congestion passive (migration de globules rouges vers les tissus, augmentation de la pression hydrostatique, extravasation d'eau et de substances protéiques, œdème).

Au cours de cette phase, certaines substances contenues notamment dans les parois bactériennes (exotoxines) et/ou libérées par les macrophages (prostaglandines, leucotriènes...) provoquent la dilatation des vaisseaux sanguins et la migration des leucocytes vers les tissus en vue d'assurer la fonction de phagocytose ; ce phénomène est appelé la diapédèse (Sandholm et Mattila, 1986).

Les réactions cellulaires

Ces réactions vasculo-sanguines sont très rapidement associées à des réactions cel-

lulaires caractérisées par la mobilisation de cellules mononucléées impliquées dans la réponse immunitaire du tissu.

L'ensemble de ces réactions inflammatoires du tissu mammaire est regroupé sous le terme de mammite ; ainsi, une mammite est l'expression d'une réaction de défense du tissu mammaire caractérisée par le déroulement d'une chaîne complexe de manifestations biologiques non spécifiques se traduisant entre autre par la migration des polynucléaires du sang vers les tissus.

Il convient à cet égard de souligner que toutes les méthodes paracliniques de dépistage et de diagnostic des mammites reposent sur la mesure d'un de ces maillons ; le dosage de certains ions (chlorures) ou la conductimétrie permettent d'évaluer l'intensité des vasculo-sanguines ; les numérations, le CMT (California Mastitis Test) visent à mesurer les réactions cellulaires.

On classe généralement les mammites en 3 grandes catégories :

- les mammites aiguës caractérisées par une association de réactions locales (congestion, modification de la sécrétion lactée) et de réactions générales (fièvre, abattement) ;
- les mammites subaiguës qui ne présentent pas de symptôme apparent et dont le diagnostic nécessite la mise en œuvre d'examen complémentaires ;
- les mammites chroniques qui ne se traduisent pas par des symptômes généraux mais par des symptômes locaux persistants (indurations plus ou moins étendues de la glande mammaire).

Les principales étiologies des mammites

Les mammites peuvent donc être provoquées par de nombreux agents étiologiques de nature non infectieuse et infectieuse.

Les étiologies non infectieuses

Les agents physiques

Outre les traumatismes externes, les traumatismes internes se traduisant par des érosions ou des micro-hémorragies provoquées le plus souvent par des défauts de réglage de la machine à traire (vide ou rapport de pulsation inadapté) sont susceptibles de déclencher des réactions inflammatoires locales et des élévations des numérations cellulaires (Lu *et al*, 1991).

Les agents chimiques

Certains agents chimiques tels que les principes actifs ou les excipients de préparations thérapeutiques intramammaires provoquent parfois de façon fugace, des modifications des numérations cellulaires (Long *et al*, 1984).

Si le rôle précis de l'alimentation est loin d'être bien défini, les régimes riches en composants azotés sont souvent mis en cause, ce qui permet d'avancer l'hypothèse selon laquelle certains métabolites (urée) excrétés par la mamelle et présents dans le lait pourraient avoir un caractère irritatif sur le tissu mammaire (Issartial, 1990).

Les étiologies infectieuses

À quelques rares exceptions, l'ensemble des auteurs s'accordent pour considérer les étiologies infectieuses comme tout à fait essentielles dans le déclenchement des mammites et comme facteurs principaux susceptibles de provoquer des élévations des numérations cellulaires (Pettersen, 1981 ; Poutrel, 1984a ; Vihan, 1987 ; Hinckley et Williams, 1990) ; ces agents peuvent être d'origine bactérienne ou virale.

Les staphylocoques

Il s'agit des germes les plus fréquemment isolés dans les mammites de la chèvre (Lerondelle et Poutrel, 1984 ; Manser,

1986; Binder, 1986) ; on les regroupe classiquement en 2 grandes catégories, les staphylocoques qui possèdent une coagulase (coagulase positifs) sont cliniquement considérés comme des «pathogènes majeurs» et les staphylocoques qui ne possèdent pas de coagulase (coagulase négatifs) sont eux considérés comme des «pathogènes mineurs». Dans la première catégorie, on trouve en particulier *Staphylococcus aureus* dont certaines souches sécrètent des toxines nécrosantes susceptibles de provoquer des mammites gangreneuses et des entérotoxines, et dans la seconde catégorie, on regroupe une vingtaine d'espèces au sein desquelles *Staphylococcus epidermidis*, *S caprae*, *S lentus*, *S xylosus* sont fréquemment rencontrés. À l'exception de *S lentus* qui serait susceptible de provoquer des mammites aiguës, les autres espèces expriment un pouvoir pathogène faible et induisent une réaction inflammatoire modérée (Poutrel, 1984b, c).

La plupart des travaux consacrés à l'étude de l'influence des agents bactériens sur les numérations cellulaires concernent les staphylocoques ; à la lumière de ces travaux, il apparaît très clairement que les infections provoquées par les staphylocoques coagulase positifs dits pathogènes majeurs ont une incidence beaucoup plus forte que les autres agents infectieux ; en ce qui concerne les staphylocoques coagulase négatifs, dits pathogènes mineurs, il existe un certain nombre de divergences quant à l'expression de leur pouvoir pathogène ; il est dans l'ensemble considéré comme faible en comparaison de celui des pathogènes majeurs.

Les mycoplasmes

Chez la chèvre, les mycoplasmes occupent une place non négligeable dans l'étiologie des mammites. Plusieurs espèces possèdent un tropisme mammaire, *Mycoplasma agalactiae*, *M capricolum* et *M putrefaciens* (Adler *et al*, 1980; Gaillard-

Perrin, 1985) ; leur incidence clinique est extrêmement variable et va du portage chronique et asymptomatique de quelques individus à l'agalaxie totale de la totalité des individus et cela semble-t-il quelle que soit l'espèce considérée.

Les agents viraux

Le virus de l'arthrite encéphalite caprine (CAEV) possède un tropisme pour la glande mammaire au sein de laquelle il provoque des mammites subaiguës et chroniques caractérisées par des infiltrations intersticielles du tissu périglandulaire par des cellules inflammatoires mononucléées ; son incidence sur l'élévation des numérations cellulaires semble modérée, et cela pourrait en partie s'expliquer par la nature différente de la réponse inflammatoire induite par des agents bactériens et viraux (Kennedy-Stoskopf *et al*, 1985; Lerondelle *et al*, 1992).

RELATIONS ENTRE NUMÉRATIONS CELLULAIRES ET QUALITÉ DU LAIT

Numérations cellulaires et qualité hygiénique du lait

Bien que les numérations cellulaires ne soient que des indicateurs d'un statut inflammatoire de la mamelle et qu'elles ne puissent en aucun cas permettre de mettre en cause d'une façon spécifique un agent pathogène, leur élévation peut révéler la présence de germes dangereux pour la santé humaine (staphylocoques, listeria...).

Numérations cellulaires et composition chimique du lait

Tout processus inflammatoire se traduit au niveau de la glande mammaire par une augmentation des fonctions de filtration et une diminution des fonctions de synthèse.

Ce phénomène a été démontré pour ce qui concerne la matière grasse (Jarman et Caruolo, 1984, 1987), en revanche, les résultats concernant l'incidence de mammites sur la matière protéique apparaissent plus contradictoires. Il semble en effet que si la fraction synthétisée (caséines) est diminuée, cette diminution est compensée par l'augmentation des fractions protéiques solubles et par celle de la fraction protéique des cellules somatiques (Caruolo, 1974).

Numérations cellulaires et aptitudes technologiques

Des incidents de fabrication fromagère et des défauts organoleptiques liés à l'utilisation de laits riches en cellules ont été signalés, mais des études complémentaires mériteraient d'être menées sur ce sujet (Devillard, 1980). Pour ce qui concerne les aspects organoleptiques, on peut penser que les différentes enzymes contenues dans les cellules somatiques pourraient jouer un rôle important non seulement dans les processus de maturation, mais aussi dans le développement de certaines caractéristiques organoleptiques des produits transformés.

LA NOTION DE NORME

Le souhait formulé par les différents acteurs de la filière caprine de disposer de normes permettant de caractériser la qualité d'un lait, impose impérativement que soient définis aussi précisément que possible l'objet et les objectifs de ces normes. Il existe plusieurs branches à l'alternative, doit-on définir une norme pour les laits de mélange ou pour les laits individuels, et dans l'un et l'autre cas que peut-on en attendre ?

L'analyse des numérations cellulaires de laits de troupeaux réalisée au cours d'un cycle de production permet de définir des profils généraux et de classer ces troupeaux en fonction de leur niveau de numérations (Baudry *et al*, 1993) et pourrait servir de base de réflexion pour la définition d'objectifs globaux.

L'analyse des numérations cellulaires de laits individuels permet quant à elle de connaître la dispersion des résultats, et par là même de mieux appréhender les différents facteurs de variations qui participent au résultat final du lait de mélange. Elle permet en effet d'identifier les animaux dits « à risques » qui sont susceptibles en raison de leur nombre et de leur niveau cellulaire, d'avoir une influence défavorable sur le résultat global.

Toutefois, tant pour les laits de mélange que pour les laits individuels, il convient de rappeler à nouveau que ces normes ne permettront d'évaluer que l'état inflammatoire des mamelles et qu'elles n'auront qu'une valeur prédictive relative quant à la caractérisation d'un statut infectieux.

Moins que des normes, on peut aujourd'hui faire état de tendances. Des résultats de travaux récents permettent de penser que le seuil des numérations cellulaires pour des mamelles non infectées par des « pathogènes mineurs » et non inflammées ne devrait pas excéder 300 000 cellules/ml (Baudry *et al*, résultats non publiés) ; par ailleurs, pour des mamelles infectées par des « pathogènes majeurs », le seuil de 1 000 000 de cellules/ml proposé par Poutrel et Lerondelle en 1983 demeure semble-t-il valide; reste bien sûr à analyser et à interpréter tous les résultats compris entre ces 2 valeurs.

CONCLUSION

On constate donc que si des tendances apparaissent, il est aujourd'hui prématuré

de proposer des normes susceptibles de faire l'unanimité. Les travaux en cours devront être poursuivis et approfondis, et on peut penser d'ores et déjà que la détermination de normes devra intégrer la notion de stade physiologique, mais aussi reposer sur les résultats de plusieurs numérations cellulaires, tel que cela est pratiqué dans l'espèce bovine.

RÉFÉRENCES

- Adler HE, Da Massa AJ, Brooks DL (1980) Caprine mycoplasmosis: *Mycoplasma putrefaciens*, a new cause of mastitis in goats. *Am J Vet Res* 41, 1677-1679
- Augsburger von H, Meyer B, Rahm S, Geyer M (1983) über den Zellgehalt des Milch von säugenden Gemtsfarbigen Gebirgsziegen. *Schweiz Arch Tierheilk* 125, 103-108
- Baudry C, Jaubert G, Perrin G (1993) Typologie des élevages de chèvres en fonction de la numération cellulaire du lait de troupeau. *Rev Med Vet* 144, 335-341
- Binder C (1986) Untersuchungen zur subklinischen Mastitis der Ziege unter besonderer Berücksichtigung der Micrococcaceae. Inaugural Dissertation, 158 p
- 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
- Devillard JP (1980) Mammites chroniques inapparentes de la chèvre. *Bull GTV* 3, 93-97
- Dulin AM, Paape MJ, Wergin WP (1982) Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. *J Food Prot* 45, 435-439
- Dulin AM, Paape MJ, Schultze WD, Weinland BT (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
- Gaillard-Perrin G (1985) Isolement de *Mycoplasma putrefaciens* dans 2 troupeaux de chèvres présentant des symptômes d'agalactie. *Rev Med Vet* 137, 67-70
- Haenlein GFW (1987a) High somatic cell counts do not equal mastitis-always. *Dairy Goat J* 65, 29-30
- Haenlein GFW (1987b) Cow and goat milk aren't the same, especially in somatic cell content. *Dairy Goat J* 65, 31
- Issartial J (1990) La numération cellulaire individuelle du lait de chèvre : rôle du virus de l'arthrite encéphalite caprine (CAEV). Thèse de Doctorat Vétérinaire, Lyon
- Hinckley LS, Williams LF (1981) Diagnosis of mastitis in goats. *Vet Med Small Anim Clin* 76, 711-712
- Jarman RF, Caruolo EV (1983) Mammary temperature response to endotoxin infusion. *J Dairy Sci* 66, suppl 1, 218
- Jarman RF, Caruolo EV (1987) Temperature and milk composition responses of the non-infected mammary gland to infusion of *E coli* LPS and *S aureus* vaccines and to intravenous *E coli* LPS in the goat. *J Vet Med* 34, 561-573
- Kennedy-Stoskopf S, Narayan O, Standberg JD (1985) The mammary gland as a target organ for infection with caprine arthritis encephalitis virus. *J Comp Pathol* 95, 609-617
- Lerondelle C, Poutrel B (1984) Characteristics of non-clinical mammary infections in goats. *Ann Rech Vet* 15, 105-112
- Lerondelle C, Richard Y, Issartial J (1992) Factors affecting somatic cell counts in goat milk. *Small Ruminant Res* 8, 129-139
- Linzell JL (1970) Milk secretion. *Nature* 228, 1007
- Long PE, Heavner JE, Ziv G, Geleta JN, Nepote K (1984) Depletion of antibiotics from the mammary gland of goats. *J Dairy Sci* 67, 707-712
- Lu CD, Potchoiba MJ, Loetz ER (1991) Influence of vacuum level, pulsation ratio and rate on milking performance and udder in dairy goats. *Small Ruminant Res* 5, 1-8
- Manser PA (1986) Prevalence, causes and laboratory diagnosis of subclinical mastitis in the goat. *Vet Rec* 118, 552-554
- Mellenberger R (1979) Somatic cell count in goat's milk. *Proc 18th Annu Meet of Nat Mast Council* Louisville, 18, 41-43
- Nesbakken T (1976) Celletallet i geitemelk (The cell count in milk of goats). *Nord Vet Med* 28, 550-556
- Okada M (1960) Histology of the mammary gland. VII. Histological and histochemical stu-

- dies of cells in the milk of domestic animals. *Tohoku J Agric Res* 11, 31-51
- Perez M, Schultz LH (1979) Somatic cells in goat milk. *Proc 18th Annu Meet of Nat Mast Council*, Louisville, 44-49
- Pettersen KE (1981) Cell count in goat's milk. *Acta Vet Scand* 22, 226-237
- Poutrel B (1984a) Les mammites de la chèvre. In: Les maladies de la chèvre. *Colloq INRA*, INRA, Versailles, 28, 199-217
- Poutrel B (1984b) *Staphylococcus sciuri* subsp *lentus* associated with goat mastitis. *Am J Vet Res* 45, 2084-2085
- Poutrel B (1984c) Udder infection of goat by coagulase-negative staphylococci. *Vet Microbiol* 9, 131-137
- Poutrel B, 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
- Randy HA, Wildman EE, Caler WA, Tulloch GL (1988) Effect of age and time of milking on day-to-day variation in milk yield, milk constituents and somatic cell counts. *Small Ruminant Res* 1, 151-155
- Sandholm M, Mattila T (1986) Mechanisms of infection and inflammation of the mammary gland - an overview. *Proceedings of symposium on mastitis control and hygienic production of milk*, Helsinki, Finlande 10-12 juin, 7-13
- Schalm OW, Carrol EJ, Jain NC (1971) Bovine mastitis. *Physical and chemical tests for detection of mastitis*. Lea & Febiger, Philadelphia, 128-157
- Sheldrake RF, Hoare RJT, Woodhouse VE (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
- Vihan VS (1987) Observation of efficacy of various indirect diagnostic tests for detection of subclinical mastitis in goats. *Indian Vet J* 64, 715-716
- Wooding FB, Peaker M, Linzell JL (1970) Theories of milk secretion: evidence from the electron microscopic examination of milk. *Nature* 226, 762-764