

# **Influence de la mammite sur la composition de la matière azotée des laits de quartiers et sur les dosages de matière azotée par la méthode noir amido et l'appareil Infra Red Milk Analyser**

par

R. GRAPPIN, R. JEUNET, et M. ROGUINSKY

*I.N.R.A., Station Expérimentale Laitière (39) Poligny*

*I.N.R.A., Station de Pathologie de la Reproduction,  
C.R.V.Z. (37) Nouzilly*

avec la collaboration de F. COULON\*

## **I. - INTRODUCTION**

La mammite est une maladie qui atteint environ 40 p. 100 du cheptel laitier français (Plommet et Roguinsky, 1968). On sait qu'elle entraîne une baisse parfois importante de la production de lait ; par contre, son influence sur la composition chimique du lait et en particulier sur celle des matières azotées est moins précise (Waes et Belleghem, 1969). Or, la teneur en matière azotée est de plus en plus utilisée comme critère de sélection animale et de paiement du lait ; aussi, il nous a paru intéressant de préciser l'influence de la mammite, d'une part sur la composition de la matière azotée du lait et d'autre part sur la précision des dosages par les méthodes Noir Amido et Infra Red Milk Analyser (I.R.M.A.). Comme les infections se situent au niveau des quartiers de la mamelle, nous avons utilisé des laits de quartiers, mais dans la pratique, les déterminations de matière azotée se font sur des laits de mélange : traite totale des quatre quartiers dans le cas du contrôle laitier individuel et laits d'étables dans le cas du paiement.

## **II. - MATERIEL ET METHODE**

### **a) Nature des laits**

L'étude a porté sur les laits de début de traite de 83 quartiers provenant de 21 vaches de race Frisonne d'un troupeau expérimental, ayant vêlé depuis 1 mois au moins et 9 mois au plus et dont 7 sont en première lactation.

---

\* Stagiaire, élève de l'Institut Universitaire de Technologie de Lyon.

## b) Nature et gravité des infections

Sur chaque échantillon de lait est faite une identification des germes et un dénombrement cellulaire à l'aide du compteur Coulter (Zeidler et al., 1968) (tab. 1). Parmi les 83 quartiers, 43 étaient infectés par un ou deux germes différents, considérés classiquement comme pathogènes (*Streptococcus agalactiae*, *Str. dysgalactiae*, *Staphylococcus aureus*) ou comme non pathogènes (*Micrococaceae* coagulase négatives, *Corynebacterium bovis*) (tab. 1). Dix-huit vaches avaient un ou plusieurs quartiers infectés. L'état infecté ou non a été établi par culture sur gélose au sang de 0,04 ml de lait prélevé aseptiquement, par 4 examens successifs au cours des 2 mois précédents, le dernier examen ayant eu lieu le jour même des prélèvements.

Nous ne disposions pas d'un nombre suffisant d'échantillons pour faire une analyse selon la nature des germes infectants. Nous avons donc choisi de caractériser les laits de mammite par la teneur en cellules totales (N.C.T.), en prenant comme limite le seuil de 500 000 cellules par ml de lait, selon la définition retenue par le groupe de spécialistes de la Fédération Internationale de Laiterie (Kästli, 1967).

## c) Dosages chimiques

### 1) Dosage des fractions azotées

- Azote total : méthode Kjeldahl (Rowland, 1938).
- Azote soluble et caséine : méthode décrite par Rowland (1938).
- Azote non protéique (N.P.N.) : dosage par la méthode Kjeldahl de l'azote soluble dans l'acide trichloracétique à 12 p. 100 de concentration finale.

— Azote du lactosérum : dosage par la méthode Kjeldahl de l'azote du lactosérum obtenu après coagulation du lait par la pré-sure et filtration.

- Azote coagulable = azote total — azote du lactosérum.
- Azote des protéines solubles = azote soluble — N.P.N.

2) *Méthodes rapides de dosage de la matière azotée.* Les teneurs en matière azotée totale du lait ont été déterminées par la méthode au Noir Amido (Mocquot et al., 1962) et par l'appareil I.R.M.A (Adda et al., 1968).

### 3) Expression des résultats

— Ils sont exprimés en g de matière azotée ( $N \times 6,38$ ) par kg de lait. Lorsque les dosages d'azote sont faits sur des filtrats

TABLEAU 1

Répartition de 83 laits de quartiers en fonction de la nature des germes et du nombre de cellules totales du lait (N.C.T.)

\* : Entre parenthèses = nombre de quartiers ayant une infection mixte

Nature de l'infection	N.C.T. (milliers/ml)					Total	
	< 200	200-500	500-1000	1000-5000	> 5000		
<i>Staphylococcus aureus</i> . . . . .	3 + (1)*	3	3	1 + (1)*	2 + (1)*	12 + (3)*	
<i>Streptococcus agalactiae</i> . . . . .	—	1	1	1	—	3	
<i>Streptococcus uberis</i> . . . . .	—	1	1	(1)*	(1)*	2 + (2)*	
<i>Streptococcus dysgalactiae</i> . . . . .	(1)*	—	—	—	—	(1)*	
<i>Micrococcaceae</i> coagulase négatives . . . . .	7	5	4	5	—	21	
<i>Corynebacterium bovis</i> . . . . .	2	0	0	0	0	2	
Non infecté . . . . .	28	10	—	2	—	40	
TOTAL	n	41	20	9	10	3	83
	p. 100	49,4	24,1	10,8	12,0	3,7	—

(N soluble, N.P.N., lactosérum), il est tenu compte de la densité du lait et du volume du précipité.

— Les proportions ou pourcentage des différentes fractions azotées sont exprimées en p. 100 de la matière azotée totale.

4) *Correspondance entre le taux de caséine et le taux de matière azotée coagulable (M.A.C.)*. Etant donné l'étroite relation qui existe entre le taux de caséine et le taux de M.A.C., aussi bien pour les laits de mammite ( $r = 0,94$ ) que pour les laits normaux ( $r = 0,93$ ), nous n'avons pris en considération, dans nos résultats, que le seul taux de caséine.

### III. - RESULTATS

#### a) Relation entre la composition de la matière azotée et le nombre de cellules totales du lait

Pour étudier l'influence de la mammite sur la composition de la matière azotée, nous avons établi les corrélations entre les pourcentages des différents constituants de la matière azotée totale (p. 100 caséine, p. 100 protéines solubles, p. 100 N.P.N.) et le logarithme décimal du nombre total de cellules (fig. 1, 2, 3).

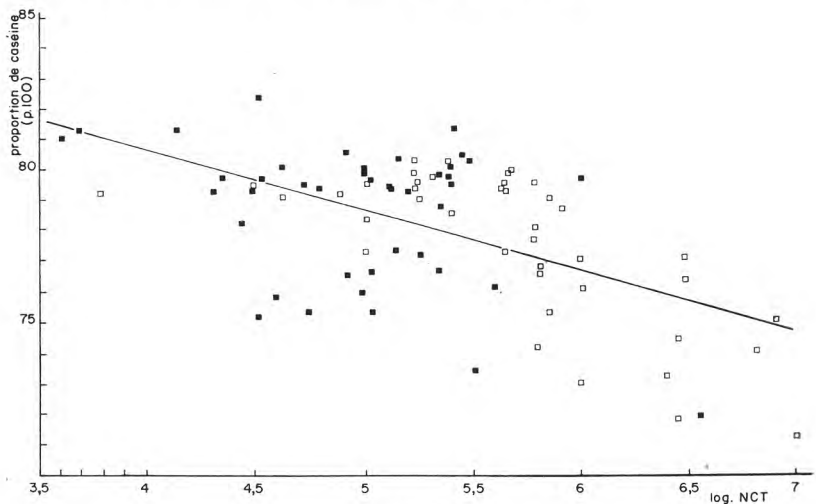


fig. 1

Relation entre la proportion de caséine (y) exprimée en p. 100 de l'azote total et le logarithme du nombre de cellules totales (x) de 83 laits de quartiers :

$$y = -2,030 \cdot x + 88,97.$$

- : quartiers sains
- : quartiers infectés

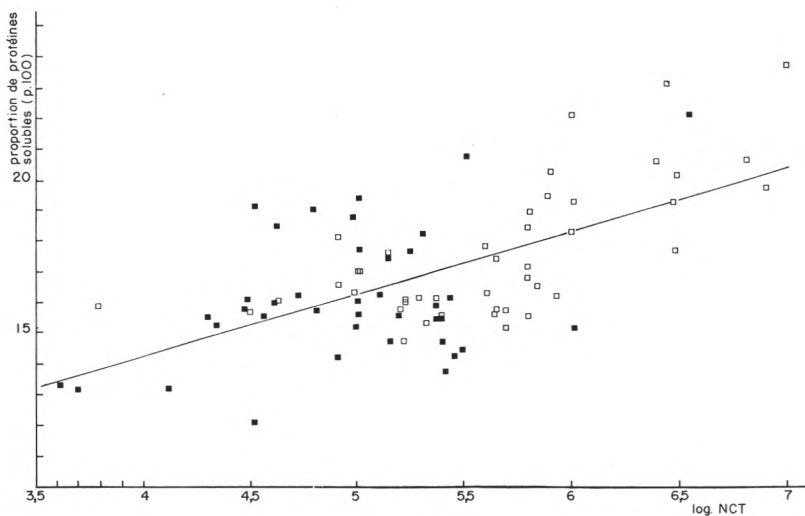


fig. 2

Relation entre la proportion de protéines solubles (y), exprimée en p. 100 de l'azote total et le logarithme du nombre de cellules (x) de 83 laits de quartiers :

$$y = 2,027 \cdot x + 6,17.$$

■ : quartiers sains

□ : quartiers infectés

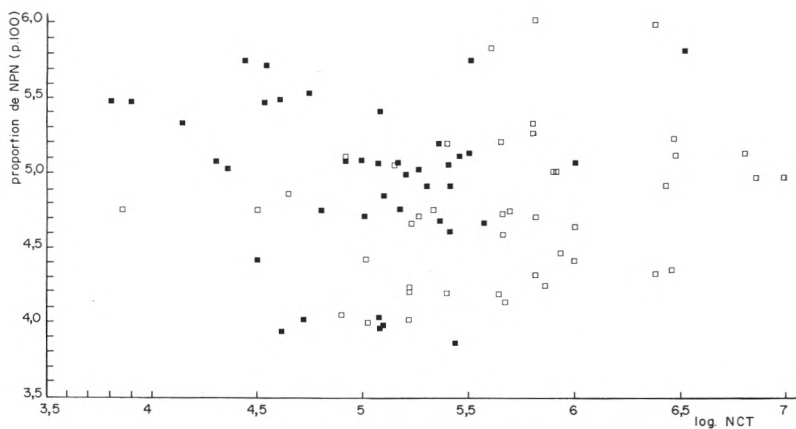


fig. 3

Relation entre la proportion de N.P.N. (y) exprimée en p. 100 de l'azote total et le logarithme du nombre de cellules totales (x) de 83 laits de quartiers :

$$y = 0,041 \cdot x + 4,85.$$

■ : quartiers sains

□ : quartiers infectés

TABLEAU 2

Analyses de covariance des teneurs en caséine, protéines solubles et N.P.N. de 22 laits de quartiers sains et 22 laits de quartiers marmiteux

Fraction azotée	Source de variation	D.L.	Somme des carrés des écarts	Somme des carrés moyens	F
Caséine . . . . .	Marmite	1	11,7246	11,7246	21,68 (++)
	Erreur	41	22,1690	0,5407	
	Totale	42	33,8936	—	
Protéines solubles . . . . .	Marmite	1	8,8966	8,8966	17,03 (++)
	Erreur	41	21,4252	0,5225	
	Totale	42	30,3218	—	
N.P.N. . . . .	Marmite	1	0,0309	0,0309	1,26 (N.S.)
	Erreur	41	1,0041	0,02449	
	Totale	42	1,0350	—	

++ : significatif au seuil de 0,01

N.S. : non significatif

La corrélation est de  $-0,58$  pour la caséine et de  $+0,62$  pour les protéines solubles. Ceci montre que l'augmentation du nombre de cellules dans le lait correspond à une baisse de la proportion de caséine (ou de matière azotée coagulable) compensée par une augmentation de la proportion des protéines solubles. En revanche, il n'existe pas de corrélation significative entre le pourcentage de N.P.N. et le logarithme du nombre de cellules totales du lait ( $r = 0,01$ ).

Pour estimer de façon plus précise les différences de composition entre les laits de mammite et les laits normaux, nous avons comparé sur 11 animaux les teneurs en caséine, protéines solubles et N.P.N. des laits de 22 quartiers mammiteux (plus de 500 000 cellules/ml) et de 22 quartiers sains (moins de 500 000 cellules/ml). Mais comme les teneurs des différentes fractions azotées sont fonction de la richesse totale du lait en matière azotée, nous avons effectué des analyses de covariance pour ramener tous les laits au même taux de matière azotée totale.

Le modèle mathématique est le suivant :

$$y_i = \bar{y} + m + b \cdot x$$

$y_i$  : variable dépendante (taux de caséine, taux de protéines solubles ou taux de N.P.N.).

$\bar{y}$  : moyenne des  $y_i$ .

$m$  : effet dû à la mammite.

$b$  : facteur de covariation liant  $x$  à  $y_i$ .

$x$  : variable indépendante (teneur en matière azotée totale).

Les tests F des analyses de covariance (tab. 2) indiquent une influence hautement significative de la mammite sur les taux de caséine et de protéines solubles et par voie de conséquence, sur leurs proportions respectives. Le tableau 3 montre en effet, que les pourcentages de caséine et de protéines solubles des laits mammiteux sont respectivement inférieur de 3,3 p. 100 et supérieur de 3,0 p. 100 à ceux des laits ayant moins de 500 000 cellules/ml. Les proportions de N.P.N. sont, par contre, semblables.

## **b) Influence de la mammite sur les résultats des dosages de matière azotée totale par les méthodes Noir Amido et I.R.M.A.**

En utilisant comme référence les teneurs en matière azotée déterminées par la méthode Kjeldahl, nous avons étudié l'incidence de la mammite sur la précision des dosages par les méthodes Noir Amido et I.R.M.A.

Les différences par rapport à la méthode Kjeldahl sont exprimées en erreurs relatives, en p. 100 de la valeur Kjeldahl.

TABLEAU 3

Composition moyenne en matières azotées de 44 laits de quartiers en fonction du nombre de cellules totales (N.C.T.)

N.C.T. (milliers/ml)	n	M.A.T.	Caséine		Protéines solubles		N.P.N.	
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	p. 100	$\bar{x}$	p. 100	$\bar{x}$	p. 100
< 500 000	22	33,29	26,26	78,9	5,40	16,2	1,62	4,87
> 500 000	22	35,09	26,51	75,6	6,74	19,2	1,73	4,93
Différence				- 3,3		+ 3,0		+ 0,06

n : nombre de laits

$\bar{x}$  : moyenne en g/kg

p. 100 : proportion, en p. 100 de la matière azotée totale (M.A.T.).

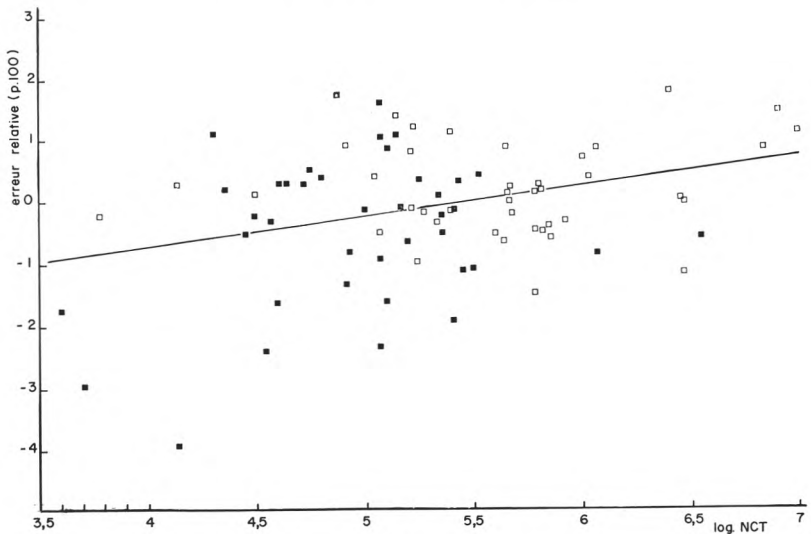


fig. 4

Dosage de la matière azotée par la méthode au Noir Amido. Relation entre  
Noir Amido — Kjeldahl  
l'erreur relative par rapport au Kjeldahl ( $y = \frac{\text{Noir Amido} - \text{Kjeldahl}}{\text{Kjeldahl}} \cdot 100$ )

et le logarithme du nombre des cellules totales (x) de 83 laits de quartiers :

■ : quartiers sains

□ : quartiers infectés.

a) *Méthode au Noir Amido* : Nous avons trouvé une corrélation de + 0,31 (significative au seuil de 0,05) entre l'erreur relative et le logarithme du nombre de cellules totales du lait, indiquant que la méthode au Noir Amido surestime légèrement le taux de matière azotée des laits anormaux (fig. 4).

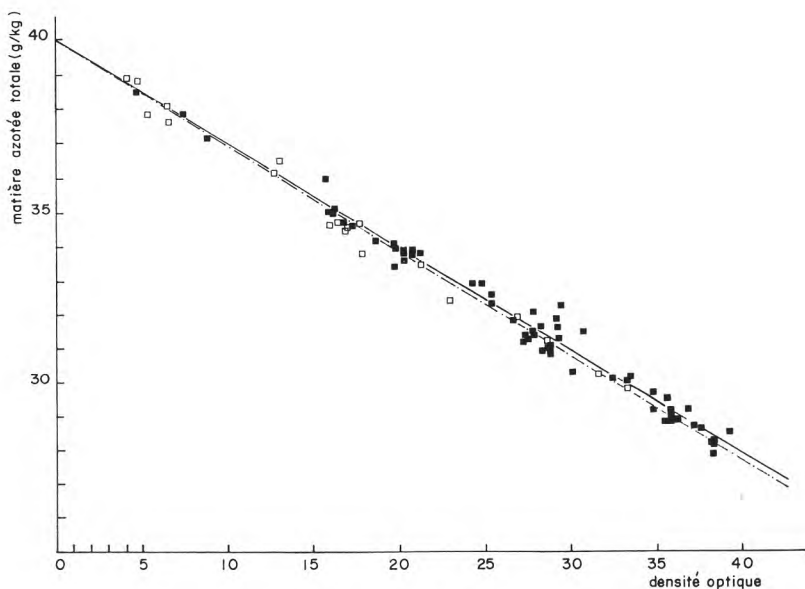


fig. 5

Dosage de la matière azotée par la méthode au Noir Amido. Relation entre le taux de matière azotée totale (y) et la densité optique (x).

- et ——— : laits ayant moins de 500 000 cellules/ml et droite de régression correspondante.  
 $y = 0,304 \cdot x + 40,052$ .  
 $n = 61$  ;  $r = 0,990$  ;  $\sigma_r = 0,35$  g/kg.
- et -.-.-.- : Laits ayant plus de 500 000 cellules/ml et droite de régression correspondante.  
 $y = 0,308 \cdot x + 40,019$ .  
 $n = 21$  ;  $r = 0,994$  ;  $\sigma_r = 0,32$  g/kg.

Par contre, les équations de régression des valeurs Kjeldahl sur les densités optiques Noir Amido, calculées pour les laits normaux et les laits mammiteux, sont confondues (fig. 5).

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la précision des dosages Noir Amido, exprimée en écart-type résiduel, est aussi bonne

pour les laits infectés ( $\sigma_r = 0,32$  g/kg) que pour les laits normaux ( $\sigma_r = 0,35$  g/kg).

b) *Méthode I.R.M.A.* : L'incidence de la mammité sur les dosages de matière azotée semble beaucoup plus nette pour I.R.M.A. que pour la méthode Noir Amido, puisque nous obtenons un coefficient de corrélation de + 0,47 (significatif au seuil de 0,05) entre l'erreur relative et le logarithme du nombre de cellules totales du lait (fig. 6). Cependant, là aussi, les équations de régression par rapport à la méthode Kjeldahl, calculées pour les quartiers sains et les quartiers mammitieux, sont confondues (fig. 7).

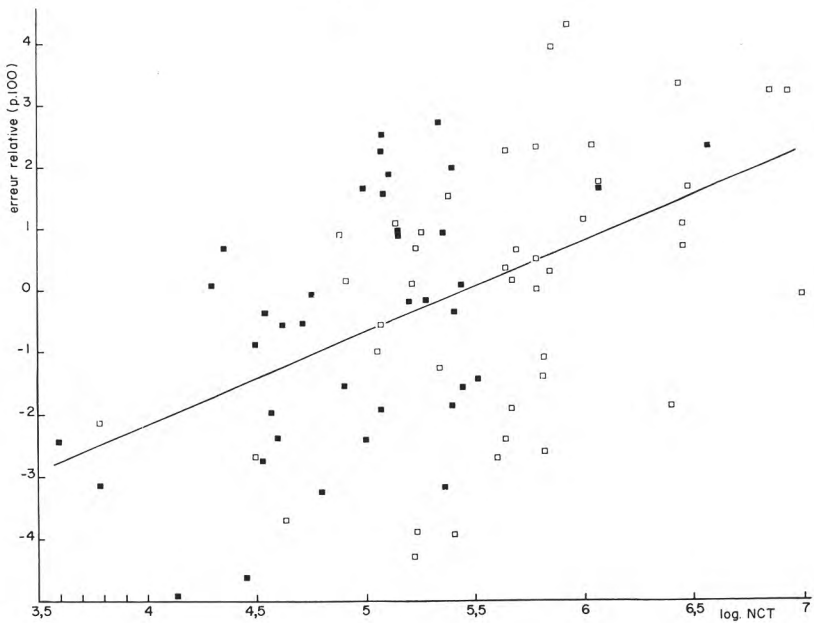


fig. 6

Dosage de la matière azotée par I.R.M.A. Relation entre l'erreur relative par rapport au Kjeldahl ( $y = \frac{\text{I.R.M.A.} - \text{Kjeldahl}}{\text{Kjeldahl}} \cdot 100$ ) et le logarithme du nombre de cellules totales ( $x$ ) de 83 laits de quartiers :

$$y = 1,469 \cdot x - 8,031.$$

■ : quartiers sains

□ : quartiers infectés.

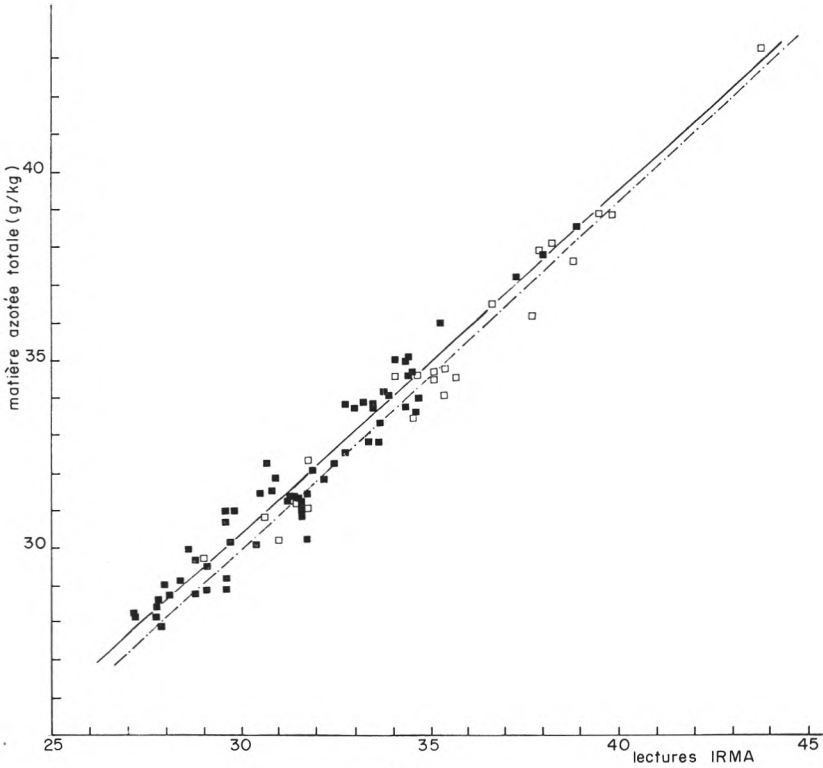


fig. 7

Dosage de la matière azotée par I.R.M.A. Relation entre le taux de matière azotée totale (y) et les lectures I.R.M.A. (x).

■ et ——— : Laits ayant moins de 500 000 cellules/ml et droite de régression correspondante.

$$y = 0,915 - x + 2,92$$

$$n = 61 ; r = 0,969 ; \sigma_r = 0,62 \text{ g/kg.}$$

□ et - - - - : Laits ayant plus de 500 000 cellules/ml et droite de régression correspondante.

$$y = 0,923 - x + 2,30$$

$$n = 22 ; r = 0,984 ; \sigma_r = 0,60 \text{ g/kg.}$$

#### IV. - DISCUSSION

1) Pour estimer les modifications de production et de composition du lait dues à la mammite, Forster et *al.* (1967) font, au niveau de chaque animal, des comparaisons entre quartiers opposés dont l'un a une réaction nulle ou faible au California Mastitis Test (estimation du nombre de cellules par réaction avec un détergent) et

TABLEAU 4

Comparaison, sur 10 animaux, de la composition en matières azotées des laits de quartiers opposés dont l'un a moins de 500 000 cellules/ml (pris comme terme de comparaison) et l'autre plus de 500 000 cellules/ml

Nombre de cellules du quartier infecté (milliers/ml)	Différence de composition en matières azotées entre quartiers opposés							
	M.A.T.		Caséine		Protéines solubles		N.P.N.	
	d	p. 100	d	p. 100	d	p. 100	d	p. 100
619	+ 0,54	1,4	- 0,53	1,9	+ 1,04	10,2	0	0
728	+ 1,25	3,8	+ 0,94	3,8	+ 0,26	4,0	+ 0,05	3,0
865	+ 1,38	4,0	+ 0,74	2,7	+ 0,58	11,0	+ 0,04	2,2
2 539	+ 2,63	8,8	+ 0,90	3,9	+ 1,58	30,8	+ 0,15	8,4
2 894	+ 1,53	4,8	- 0,41	1,7	+ 1,70	28,0	+ 0,25	17,9
3 024	+ 1,13	3,7	+ 0,37	1,6	+ 0,72	14,9	+ 0,05	3,2
3 064	+ 5,99	18,2	+ 3,51	13,4	+ 2,38	46,0	+ 0,11	6,9
7 027	+ 3,61	10,6	+ 0,62	2,3	+ 2,77	55,0	+ 0,22	12,8
8 302	+ 4,29	14,1	+ 2,43	10,3	+ 1,73	33,6	+ 0,12	7,5
10 082	+ 8,21	27,6	+ 3,13	13,1	+ 4,73	109,7	+ 0,36	23,5
Moyenne	+ 3,05	9,7	+ 1,17	4,7	+ 1,75	34,9	+ 0,13	8,5

d : différence exprimée en valeur absolue (en g/kg)      p. 100 : différence exprimée en valeur relative p. 100

l'autre une réaction positive. Pour un animal sain, la composition de la matière azotée des quartiers opposés étant à peu près identique, cette technique permet de faire des comparaisons, non seulement au niveau des proportions des différents éléments, mais aussi au niveau des teneurs, car on élimine les facteurs individuels. Elle n'a pu être utilisée dans cette étude car nous disposions d'un nombre trop faible de quartiers infectés ayant plus de 500 000 cellules/ml, ces quartiers étant par ailleurs assez mal répartis au sein du troupeau. Néanmoins, pour vérifier si nos résultats sont valables et apprécier les variations des taux des différentes fractions azotées, nous avons effectué 10 comparaisons entre quartiers opposés dont l'un a un nombre de cellules inférieur (ou très proche) de 500 000/ml et l'autre plus de 500 000/ml (tab. 4).

Dans le cas de mammite aiguë, on note une nette augmentation du taux de matière azotée totale qui peut atteindre, avec 10 millions de cellules, 27 p. 100 du taux du quartier sain. Cette augmentation (tab. 4), de la teneur en matière azotée totale des quartiers mammites, déjà notée par Asworth et Blosser (1964), Kiermeier et Keis (1965), Hosoya et *al.* (1966), Asworth et *al.* (1967), semble due, aussi bien à une augmentation du taux de protéines solubles (1,75 g/kg), qu'à une augmentation du taux de caséine (+ 1,17 g/kg). Heeschen (1966), Waite et Blackburn (1963), ne constatent, par contre, aucune modification de la teneur en azote des laits de mammite. En valeur relative, ce sont les protéines solubles qui augmentent le plus : + 34,9 p. 100 en moyenne, contre 4,7 p. 100 pour le taux de caséine (tab. 4. L'augmentation du taux de N.P.N., très faible en valeur absolue (+ 0,13 g/kg), n'est cependant pas négligeable puisqu'elle représente 8,5 p. 100 de la valeur moyenne du N.P.N.

L'augmentation du taux de caséine avec la mammite ne semble pas être automatique car 2 échantillons sur 10 ont un taux plus faible. D'ailleurs, Waes et Van Belleghem (1969) notent certaines contradictions entre les auteurs au sujet des modifications du taux de caséine des laits de mammite. C'est ainsi que sur des échantillons de laits individuels Waite et Blackburn (1957) trouvent une baisse d'environ 1,5 g/kg de la richesse en caséine pour des laits individuels ayant plus de 1 million de cellules/ml.

Par contre, l'augmentation de la quantité de protéines solubles que nous avons constatée dans cette étude, est admise à peu près par tous les auteurs (Lecce et Legates, 1959 ; Kizza et Sobina, 1962 ; Bortree et *al.*, 1962 ; Hosoya et *al.*, 1966) qui soulignent qu'elle est due à une plus grande perméabilité de la membrane épithéliale de la mamelle aux protéines du sang dans le cas d'infection.

En définitive, bien que le taux de caséine des laits des quartiers malades soit égal voire même supérieur à celui des laits des quartiers sains, la part relative de la caséine dans la matière azotée totale du lait va se trouver plus faible puisque la quantité de protéines solubles augmente, en valeur relative, beaucoup plus que la

quantité de caséine (34,9 p. 100 contre 4,7 p. 100), confirmant ainsi les résultats du paragraphe a. Au niveau de la composition de la matière azotée, la mammite se traduit donc par une baisse de la proportion de caséine qu'on peut estimer en moyenne de 3 p. 100 et par une augmentation correspondante de la proportion des protéines solubles (1). Rowland et Zein-El-Dine (1938), donnent en moyenne une différence de 7 p. 100 du pourcentage de caséine ou « casein number » entre quartiers sains et quartiers infectés et proposent de l'utiliser comme test de détection des mammites, idée reprise plus tard par Asworth (1965).

2) En comparant les résultats des dosages de matière azotée par Kjeldahl et par Noir Amido ou I.R.M.A. des 20 quartiers opposés, on note que par rapport aux quartiers sains, les résultats Noir Amido et I.R.M.A. des laits mammiteux sont, en moyenne, surestimés de 0,9 p. 100 et 1,7 p. 100 (en valeur relative).

Pour le Noir Amido, ces erreurs s'expliquent par la modification des proportions de caséine et de protéines solubles des laits de mammite. En effet, comme les protéines solubles ont une capacité de fixation du Noir Amido supérieure de 20 p. 100 environ à celle de la caséine (Alais et *al.*, 1961 ; Asworth et Chaudry, 1962), il s'ensuit que pour une même teneur en matière azotée, un lait de mammite donne, avec la méthode Noir Amido, un résultat plus élevé qu'un lait normal. En fait, cette surestimation des valeurs Noir Amido est faible. Signalons que Alais et *al.* (1961), sur deux échantillons de lait de mammite, sont arrivés à des conclusions différentes ; par contre Posthumus (1969), sur 73 laits individuels ne trouve pas de corrélation significative entre le nombre de cellules et les différences Noir Amido - Kjeldahl.

Avec la méthode I.R.M.A., les différences ont certainement une autre origine. Goulden (1964) a montré que l'augmentation du taux de lactose du lait entraîne une baisse des résultats de matière azotée donnés par I.R.M.A. Le taux de lactose étant en général peu variable, son influence sur la précision des dosages I.R.M.A. est négligeable. Il n'en est pas de même avec des laits de mammite dont la teneur en lactose est plus faible que celle des laits normaux (5 g/kg en moyenne dans notre essai).

Bien que la corrélation entre les erreurs de dosage par les méthodes au Noir Amido ou I.R.M.A. et le nombre de cellules soit positive, nous avons trouvé, pour les laits ayant moins de

---

(1) REMARQUE : Dans cette étude, nous avons décomposé la matière azotée en trois variables : la caséine, les protéines solubles et le N.P.N. Comme le taux de N.P.N. ne semble pas être modifié, ou très peu, par la mammite, il ne reste que deux variables : la caséine et les protéines solubles. De ce fait, si nous raisonnons sur des proportions, nous devons toujours trouver pour les deux variables, caséine et protéines solubles, des résultats à peu près symétriques.

500 000 cellules/ml et pour ceux ayant plus de 500 000 cellules/ml des droites de régressions confondues (fig. 5 et 7). Ces résultats peuvent paraître contradictoires, mais ils s'expliquent en partie par le fait que nous avons arbitrairement scindé les échantillons de lait en deux lots (plus de 500 000 et moins de 500 000 cellules/ml) et que l'influence de la mammite ne devient sensible que lorsque le nombre de cellules dépasse 2 ou 3 millions, ce qui, dans notre échantillon, ne représente que 10 p. 100 des laits.

Quant à la précision des dosages, Tarassuk et *al.* (1967), obtiennent pour le Noir Amido une corrélation très faible de 0,68 avec des laits de mammite, si nous devons souligner que pour la totalité des échantillons analysés, y compris des laits de mélange des 4 quartiers, 95 p. 100 des résultats Noir Amido et I.R.M.A. ont respectivement une erreur inférieure à  $\pm 0,67$  g/kg et à  $\pm 1,40$  g/kg. Cette très bonne précision des dosages vient certainement du fait que les 96 laits ainsi analysés proviennent de 21 animaux, limitant ainsi l'influence individuelle.

## CONCLUSION

Etant donné la proportion importante d'animaux mammites plusieurs objections ont été avancées à propos de la précision et de la valeur des dosages de matière azotée utilisés pour la sélection animale ou le paiement du lait. En particulier, considérant que la caséine est pour l'industrie fromagère la partie essentielle des matières azotées, ne va-t-on pas surestimer la valeur des laits de mammite lorsqu'on utilise des méthodes dosant la totalité ou presque de la matière azotée ? D'autre part, comme les laits de mammite ont une teneur en matière azotée élevée, est-il à craindre qu'une sélection sur le taux de matière azotée soit une sélection indirecte des animaux mammites ; la mammite, ou tout du moins le nombre de cellules totales, étant un caractère assez héritable (Afifi, 1969) ?

Globalement, nos résultats confirment l'influence de la mammite sur la précision des dosages, sur la proportion de caséine et sur la richesse du lait en matière azotée ; mais pour juger de la portée pratique de cette influence, nous devons faire une remarque importante. Nos résultats sont obtenus sur des laits de quartiers. Or, pour le contrôle laitier individuel et le paiement du lait, les déterminations de matière azotée sont faites sur des laits provenant de la traite totale d'un animal ou d'un troupeau. Ce sont donc, dans tous les cas, des laits de mélange pour lesquels l'influence de la mammite dépendra de la proportion des quartiers infectés, de la gravité des infections et de la quantité de lait produite par chaque quartier. Au cours d'une récente enquête (Roguinsky, 1969), nous avons trouvé que 25 p. 100 environ des quartiers sont infectés par des germes de mammite. Parmi eux, 16 p. 100 ont une réaction négative au C.M.T.,

TABLEAU 5

Composition théorique en matière azotée (calculée d'après les équations des figures 1 et 2) d'un lait de quartier, sain et atteint de mammite

Composition		Lait de quartier	
		sain (10 <sup>5</sup> cellules/ml)	mammiteux (3.10 <sup>6</sup> cellules/ml)
Azote total		30,00	33,00
Caséine	g/kg	23,64	25,02
	p. 100	78,82	75,81
Protéines solubles	g/kg	4,89	6,37
	p. 100	16,30	19,31

4,5 p. 100 une réaction  $\pm$ , 25,0 p. 100 une réaction +, 31,5 p. 100 une réaction ++, et 23 p. 100 une réaction ++++. Comme d'autre part, la production laitière par quartier diminue respectivement de 9 p. 100, 19 p. 100, 31 p. 100 et 43 p. 100 pour les différents résultats C.M.T. (Forster et *al.*, 1967), on peut dire que le pourcentage final de laits anormaux (C.M.T. ++ et ++++) ne représente, après calcul, que 10 p. 100 environ de la quantité totale du lait produit. Il convient d'y ajouter les laits de quartiers irrités (C.M.T. ++ et ++++) mais non infectés, ce qui porte ce chiffre à approximativement 15 p. 100 du lait produit. A titre d'exemple, nous donnons dans le tableau 5 la composition théorique d'un lait de quartier sain et de ce même quartier atteint de mammite aiguë (3.10<sup>6</sup> cellules/ml) ; ou si on se place au niveau individuel, la composition du lait d'une vache saine et celle de cette même vache dont les quatre quartiers sont atteints. Dans l'enquête mentionnée plus haut (Roguinsky, 1969) nous avons trouvé qu'il y avait 14 p. 100 des animaux atteints dans 3 ou 4 quartiers. Mais il est peu vraisemblable que tous les quartiers de ces animaux soient atteints simultanément de mammite grave. En conséquence, la proportion des vaches produisant un lait de composition anormale (semblable à celle du tableau 5) et pour lesquelles cette composition anormale puisse être reconnue comme d'origine mammiteuse, est certainement bien inférieure à 14 p. 100.

Quant au lait de troupeau, nous ne possédons pas d'enquête récente donnant la proportion d'animaux et le nombre de quartiers infectés, ainsi que le degré d'infection, mais il est très improbable qu'il y ait beaucoup de troupeaux dont la totalité des animaux soient atteints, dans les quatre quartiers, de mammite aiguë.

Le but de cette étude a été de montrer les relations existant entre la mammite (caractérisée par le N.C.T. du lait de début de traite) et la composition de la matière azotée du lait de quartier. Il serait hasardeux d'extrapoler nos résultats aux laits individuels ou de troupeaux, notamment lorsque les tests cytologiques sont faits sur le lait de la traite totale (de l'individu ou du troupeau), car, d'une part la relation entre le N.C.T. du lait de début de traite et le N.C.T. de la traite totale est imprécise et d'autre part parce qu'il intervient, aussi bien au niveau du nombre de cellules qu'au niveau de la composition, un effet de dilution signalé plus haut. C'est ainsi que Schneider et *al.* (1966) ont calculé qu'un lait de « bulk tank » ayant moins de 1 million de cellules/ml contient moins de 18 p. 100 de lait réagissant très positivement au test C.M.T. (++) et (+++).

En fait, seule une étude réalisée directement sur des laits individuels et des laits de troupeaux permettrait de connaître de façon exacte les relations entre le N.C.T. de ces laits et leur composition. Cette étude serait d'autant plus intéressante que le dénombrement des cellules du lait est un test utilisé pour déterminer la qualité hygiénique du lait. Il serait également intéressant de connaître l'importance relative de la mammite sur les variations de composition de la matière azotée du lait par rapport aux autres facteurs de variation, tels que l'individu, le troupeau, la saison ou l'alimentation.

### Résumé

Pour étudier l'influence de la mammite sur la composition de la matière azotée et sur la précision des dosages par les méthodes Noir Amido et I.R.M.A., nous avons déterminé le nombre de cellules totales ainsi que les teneurs en azote total, caséine, protéines solubles et N.P.N. des laits de début de traite de 83 quartiers dont 43 sont infectés, parmi lesquels 22 sont considérés comme mammiteux (plus de 500 000 cellules/ml).

La corrélation entre le nombre de cellules totales du lait et les pourcentages (par rapport à l'azote total) de caséine, protéines solubles et N.P.N. est respectivement de  $-0,58$  (hautement significatif),  $+ 0,62$  (id.) et  $+ 0,01$  (non significatif).

Par analyse de covariance, nous avons montré que la mammite a une influence significative sur le taux de caséine et de protéines solubles qui se traduit, par rapport à la matière azotée totale, par

une baisse moyenne de 3 p. 100 de la proportion de caséine et par une augmentation équivalente de la proportion des protéines solubles. La comparaison sur 10 animaux, de la composition des laits de quartiers opposés dont l'un a moins de 500 000 cellules/ml et l'autre plus de 500 000 cellules/ml, a mis en évidence une augmentation, en valeur relative, de 4,7 p. 100 du taux de caséine et de 34,9 p. 100 du taux de protéines solubles des laits mammiteux.

Lorsque le nombre de cellules est élevé, la mammite entraîne une légère surestimation des résultats des dosages de matière azotée par le Noir Amido ou par I.R.M.A. Mais les droites de régression Kjeldahl / Noir Amido et Kjeldahl / I.R.M.A. des laits de mammite et des laits normaux sont confondues.

La mammite a, en définitive, une influence significative, mais assez faible, sur la précision des dosages de matière azotée.

Au niveau des laits individuels et des laits de troupeaux, l'influence de la mammite sur la composition du lait et la précision des dosages dépendra de la proportion des quartiers infectés et du degré d'infection.

### Summary

To study the relationship between mastitis and the distribution of the different proteins and the influence of mastitis on the accuracy of proteins determinations by Amido Black and I. R. M. A. methods, the foremilk of 83 quarters, from which 43 are infected and 22 considered as mastitic (more than 500 000 cells/ml), were analysed for total proteins, casein, whey-proteins and N.P.N.

Between the total cell count and the proportion of casein, whey-proteins and N.P.N. (in the total nitrogen) the correlation is respectively of  $-0,58$  ( $++$ ),  $+0,62$  ( $++$ ) and  $0,01$  (N.S.).

Casein and whey-proteins contents are influenced by mastitis. The proportion of casein decrease by about 3 p. 100 with a correlative increase of whey-proteins.

Out of 10 comparisons of milk from opposite quarters (one with less than 500 000 cells/ml and the other with more than 500 000 cells/ml) we have shown a relative increase of  $+4,7$  p. 100 and  $34,9$  p. 100 for casein and whey-proteins contents.

With a high total cell count, there is a slight increase of the Amido Black and I.R.M.A. proteins measures but the regression coefficients of Amido Black / Kjeldahl and I. R. M. A. / Kjeldahl, calculated for mastitic milks on the one hand and normal milks on the other hand, are identical.

In fact, the influence of mastitis on the accuracy of the protein determinations is significant but relatively low.

For individual and herd milks the influence of mastitis is related to the proportion of infected quarters and the level of infection.

### Références bibliographiques

- ADDA (J.), BLANC-PATIN (E.), JEUNET (R.), GRAPPIN (R.), MOCOQUOT (G.), POUJARDIEU (B.), RICORDEAU (G.) (1968). — Essais d'utilisation de l'Infra Red Milk Analyser. *Le Lait* 48, 145-154, 293-302.
- AFIFI (Y. A.) (1968). — Genetical influence on leucocyte counts in the milk of cows. *Neth. Milk and Dairy J.*, 22, 3-15.
- ALAIS (C.), RIBADEAU-DUMAS (B.), SAINT-LEBE (L.) (1961). — Etude de la réaction des protéines du lait avec le « Noir Amido ». Application ou dosage rapide des matières azotées du lait. *Le Lait*, 41, 241-293.
- ASWORTH (U. S.), CHAUDRY (M. A.) (1962). — Dye-binding capacity of milk for amido black 10 B and orange G. *J. Dairy Sci.*, 45, 952-957.
- ASWORTH (U. S.), BLOSSER (T. H.) (1964). — Relationship between the California mastitis test and the chemical composition of milk from opposite quarters. *J. Dairy Sci.*, 47, 696.
- ASWORTH (U. S.) (1965). — Rapid Method for the determination of casein in milk by the dye-binding method and for the detection of mastitis. *J. Dairy Sci.*, 48, 537-540.
- ASWORTH (U. S.), FORSTER (T. L.), LUEDECKE (L. O.) (1967). — Relationship between California mastitis test reaction and composition of milk from opposite quarters. *J. Dairy Sci.*, 50, 1078-1082.
- BORTREE (A. L.), CARROLL (E. J.), SCHALM (O. W.) (1962). — Whey protein patterns of milk from cows with experimentally produced mastitis. *J. Dairy Sci.*, 45, 1465-1471.
- FORSTER (T. L.), ASWORTH (U. S.), LUEDECKE (L. O.) (1967). — Relation between California mastitis test reaction and production and composition of milk from opposite quarters. *J. Dairy Sci.*, 50, 675-682.
- GOULDEN (J. D. S.) (1964). — Analysis of milk by infra-red absorption. *J. Dairy Res.*, 31, 273-284.
- HEESCHEN (W.) (1966). — Der Eiweisgehalt der Rohmilch und seine Beziehung zur Sekretionsstörung der Milchdrüse. *Cong. Int. Lait.*, A : 2, 391-398.
- HOSOYA (H.), K. WABARA (Y.), IGARAJHI (Y.), KUGOY (T.) (1966). — Studies on quality improvement of raw milk V. Changes of nitrogen distribution in mastitis milk. *J. Fd. hyg. Soc. Japan.*, 7, 349-353. *Réf. Dairy Sci. Abstr.*, 1968, 4213.
- KASTLI (P.) (1957). — Définition de la mammite. *Bull. Ann. Féd. Int. lait.*, III, doc. 37, 32-36.
- KIERMEIER (F.), KEIS (K.) (1965). — Beeinflussung des Eiweisshaltes und der Eiweisbestandteile der Milch durch Euterentzündungen. *Milchwissenschaft*, 20, 663-665.
- KISZA (J.), SOBINA (A) (1962). — Einige Veränderungen in den Milchproteinen normaler und anormaler Milch (Colostrum und Mastitis). *Milchwissenschaft*, 17, 544-49.
- LECCE (J. G.), LEGATES (J. E.) (1959). — Changes in the paper electrophoretic whey-protein pattern of cows with acute mastitis. *J. Dairy Sci.*, 42, 698-704.
- MOCOQUOT (G.), BLANC-PATIN (E.), JEUNET (R.) (1962). — La méthode pratique des dosages des protéines du lait. *Bull. Techn. d'Inf.*, 168, 375-82.

- PLOMMET (M.), ROGUINSKY (M.) (1968). — Enquête sur les germes de mammite en 1967. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 41, 213-21.
- POSTHUMUS (G.) (1969). — Communication personnelle.
- ROGUINSKY (M.) (1969). — Résultats non publiés.
- ROWLAND (S. J.) (1938). — The determination of the nitrogen distribution in milk. *J. Dairy Res.*, 9, 42-46.
- ROWLAND (S. J.), ZEIN-EL-DINE (M.) (1938). — The casein number. A chemical method for diagnosis of mastitis. *J. Dairy Res.*, 9, 174-81.
- TARASSUK (N. P.), ABE (N.), MOATS (W. A.) (1967). — The Dye-Binding of milk proteins. *Agricultural Research Service. U.S. department of Agriculture. Techn. Bull.*, 1369.
- SCHNEIDER (R.), JASPER (O. E.), EIDE (R. N.) (1966). — The relationship between bulk tank microscopic cell counts and the individual cow California mastitis test reactions. *Am. J. Vet. Res.*, 27, 1169-75. *Réf. Dairy Sci. Abstr.*, 1967, 708.
- WAES (G.), BELLEGHEM VAN (N.) (1969). — Influence de la mammite sur les propriétés technologiques du lait et sur la qualité des produits laitiers. *Le Lait*, 49, 266-290.
- WAITE (R.), BLACKBURN (P. S.) (1957). — The chemical composition and the cells count of milk. *J. Dairy Res.*, 24, 328-339.
- WAITE (R.), BLACKBURN (P. S.) (1963). — The relationship between milk yield composition and tissue damage in a case of subclinical mastitis. *J. Dairy Res.*, 30, 23-33.
- ZEIDLER (H.), TOLLE (A.), HEESCHEN (W.) (1968). — Verbesserte Preparations-technik zur elektronischen Bestimmung des Zellgehaltes in Milch. *Milchwissenschaft*, 23, 565-568.

*Reçu pour publication en mai 1970.*

### Remerciements

*Les auteurs remercient MM. Mocquot, Plommet et Ricordeau pour leurs conseils et les corrections qu'ils ont apportées au manuscrit.*

---