

- [5] FOKKER. *Forsch. Med.*, 1890, **8**, 7.
 [6] FROST. *J. Infect. Diseases*, 1904, **1**, 599.
 [7] GARRE. *Centr. f. Bakt.*, 1887, **2**, 312.
 [8] GORINI. a) *J. Bact.*, 1922, **7**, 276.
 b) *Proc. World's Dairy Congress*, 1923, **I**, 308.
 c) *Atti. R. Acad. Naz. Lincei Cl. Sc. Mat. e. Nat.*, 1927, **6**, 338.
 [9] GUNDEL. *Centr. Bakt. Parasitenk.* I Abt., 1927, **104**, 463.
 [10] HOYBERG. *Zeitscr. Fleisch. Milchhyg.*, 1911, **21**, 133.
 [11] HUMMER. *Centr. Bakt.* II Abt., 1927, **71**, 407.
 [12] ORLA-JENSEN. *Centr. Bakt. Parasitenk.* II Abt., 1930, **80**, 321.
 [13] JONES et SIMMS. a) *J. Expt. Med.*, 1930, **51**, 327.
 b) *Science*, 1930, **72**, 456.
 [14] KELLY. *Scientific Agriculture*, 1930, **10**, 328.
 [15] SONCKE KNUDSEN. Royal Vet. Agric. Coll. Copenhagen, *Year-Book* for 1929.
 [16] KÖNING. *Milchw. Centralb.* I, 1905, 49, 97, 215, 289, 337.
 [17] OLITSKY. *Inaug. Dissert.*, Berne, 1891.
 [18] MARSHALL. *J. Dairy Science*, 1920, **3**, 406.
 [19] MAZÉ. *C. R. Acad. Sc.*, 1924, **178**, 1434.
 [20] MORGAN. *New Zealand Journ. Agric.*, 1928, **37**, 305.
 [21] PORCHER et LAMBERT. *Le Lait*, 1930, **10**, 640.
 [22] ROSENEAU et MCCOY. *Hyg. Lab. U.S. Public Health Service Bull.*, 1908, 56.
 [23] SAGASTUME. *Rev. Fac. Cim. Quim.* (Univ. Nacion, La Plata, 1929, **5**, (2), 99.
 [24] SERGENT. *Rev. Hyg. Med. Prev.*, 1929, **51**, 850.
 [25] STORCH. *Jahr. Thierchem.*, 1889, **14**, 170.
 [26] LUTHER THOMSON. *J. Bact.*, 1929, **17**, 379.
 [27] WIDAL et SICARD. *C. R. Soc. Biol.*, 1897, **49**, 804.

LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE ET LES LAITS PATHOLOGIQUES (1)

par

MAURICE BOUIN

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

On entend couramment par lait pathologique un lait dont la composition est plus ou moins profondément modifiée sous l'influence d'une cause morbide. Selon Ch. PORCHER, on doit réserver le nom de lait pathologique à celui qui provient d'une mamelle malade, et non point à celui qui provient d'un animal malade dont la mamelle ne serait pas touchée par le processus pathologique. « A mamelle saine répond du lait sain, ou, disons plus exactement, du lait non modifié chimiquement... » (2).

(1) Paru dans le *Volume jubilaire du Professeur Ch. Porcher*.

(2) Ch. PORCHER. *Traité de Physiologie normale et pathologique* publié sous la direction du Professeur G. H. ROGER, art. *La sécrétion lactée*. T. XI, p. 379. Masson édit. 1927.

Il nous paraît que les deux notions de : état pathologique de l'animal producteur du lait et modification plus ou moins profonde de la composition du lait, doivent être associés pour constituer le lait pathologique dans le sens habituellement admis.

En effet, comme le fait très justement remarquer Ch. PORCHER, « chez la vache, en raison des circonstances déplorables dans lesquelles elle est entretenue et traitée, il n'est pas exagéré de dire que *la mamelle saine est l'exception et la mamelle infectée, la règle* ». Il s'en faut de beaucoup que les laits pathologiques se présentent avec une pareille fréquence, et il serait plus juste de dire que les laits notablement modifiés dans leur composition, par trop pathologique, sont fort heureusement l'exception.

De toutes les constantes utilisées pour la caractérisation du mouillage dans le lait de vache, deux seulement sont à retenir : le point de congélation du lait, le Δ , et la constante moléculaire simplifiée réelle de MM. MATHIEU et FERRÉ. Toutes les autres constantes sont en défaut dans les laits pathologiques.

Le point de congélation du lait montre une remarquable fixité, et c'est là, de toute évidence, le meilleur critérium que nous possédions de la pureté des laits. En règle générale, le point de congélation est peu modifié dans les laits pathologiques, mais il faut cependant savoir que le Δ peut parfois montrer des écarts sensibles autour de sa valeur moyenne dans les laits provenant de mamelles malades.

PARMENTIER a trouvé un Δ de $-0^{\circ}48$ chez une vache tuberculeuse amaigrie. MONVOISIN, dans des cas de mammites tuberculeuse, a signalé des Δ de $-0^{\circ}51$. Nous-même avons trouvé, dans un cas de mammite streptococcique, un Δ de $-0^{\circ}50$.

Ainsi, le point de congélation du lait lui-même peut être en défaut dans les laits pathologiques, très rarement semble-t-il; mais comme cette éventualité est toujours possible, on doit en tenir compte dans les conclusions des expertises.

Dès 1906, Ch. PORCHER a attiré l'attention sur le balancement qui existe entre le lactose et le chlorure de sodium dans le lait. Dès que la teneur en lactose s'abaisse, on voit parallèlement une augmentation des chlorures, qui assurent ainsi le maintien de l'équilibre isotonique. De cette constatation est née la constante moléculaire simplifiée de MM. MATHIEU et FERRÉ.

Cette constante ne tient compte que de deux éléments pour évaluer la concentration moléculaire du lait, elle ne peut donc avoir la valeur de Δ , dont elle ne représente qu'une partie seulement, un peu moins des $3/4$. Elle néglige notamment et totalement l'ensemble de l'azote non protéique, le complexe colloïdal et toutes les substances salines autres que NaCl. N'étant qu'une image simplifiée, réduite, de la concentration moléculaire qu'exprime le point de congélation, la

constante moléculaire simplifiée ne peut prétendre à la très grande valeur reconnue au Δ .

Cependant, la très grande majorité des experts français ont dans la constante moléculaire simplifiée une confiance absolue. Pour eux, que le lait soit normal, anormal ou pathologique, la C. M. S. R. n'est jamais en défaut et elle permet de distinguer avec certitude les laits naturellement faibles, même pathologiques, des laits mouillés, attribuant ainsi à la constante Mathieu et Ferré une valeur supérieure à celle de Δ .

Les très nombreux travaux qui ont été effectués en vue de déterminer la valeur numérique de la C. M. S. R. ont donné à peu près tous des résultats concordants et ont fixé la valeur moyenne de cette constante autour de 75-76.

La valeur minimum, fixée à 69-70, a trouvé moins d'unanimité. M. OBRÉ et M^{lle} FOURNIER admettent 65,9.

La question que nous voulons étudier maintenant est celle de la valeur de la C. M. S. dans les laits pathologiques. Nous avons vu que la majorité des experts français ont dans la C. M. S. une confiance absolue et admettaient qu'elle n'était jamais en défaut même dans les laits pathologiques. Cette confiance est-elle légitime... ? La C. M. S. ne peut-elle avoir des défaillances, comme la constante cryoscopique, plus même que la constante cryoscopique, puisqu'elle n'est qu'une image chimique approximative du Δ .

M. Ch. PORCHER a fait remarquer que toutes les fois qu'on trouvait une constante inférieure à 70, l'attention devait être attirée sur le côté anormal ou pathologique de la sécrétion ; c'est qu'on se trouvait en présence d'une mamelle malade.

HESS, SCHAFFER et BONDZYSKI (1) ont publié des analyses de laits de mammites. En calculant la C. M. S. R. sur ces laits, nous avons trouvé, dans un cas de mammité non infectieuse, une C. M. S. R. de 47,68 avec 6,35 % d'extrait dégraissé ; dans un cas de mammité parenchymateuse, une constante de 66,48 avec 0 gr. 97 % de cendres et 7 gr. 58 % d'extrait dégraissé, tandis que pour un lait normal on trouve d'après ces mêmes auteurs une constante moléculaire simplifiée réelle de 73,6.

Parmi les analyses de laits provenant de vaches atteintes de mammites tuberculeuses, dues à V. STORCH, et citées par MONVOISIN (2), il est à remarquer que chez la vache n° III, bien que la teneur en lactose soit nulle ou très faible, la C. M. S. R. est supérieure à la normale : elle est de 88,06 dans le quartier malade, tandis qu'elle n'est que de 78,10 dans le quartier sain.

(1) HESS, SCHAFFER et BONDZYSKI. *Landw. Jahrb. der Schweiz*. 1888.

(2) MONVOISIN. *Le Lait et les produits dérivés*. 3^e Edit. 1926. Vigot frères, Editeurs ; p. 176.

Chez la vache n° IV, nous relevons les chiffres suivants.

Les analyses de STORCH montrent une constante moléculaire simplifiée réelle plus faible dans le lait des quartiers sains (?) que dans celui des quartiers malades. Il semblerait donc qu'il puisse y avoir un retentissement du ou des quartiers malades sur les quartiers sains.

TABLEAU I.

		Lactose	Chlorures en NaCl.	C.M. S. R. calculée
Analyses du 1 ^{er} octobre 1885	Quartier malade ...	25,0	3,3	68,44
	Quartier sain	34,8	1,5	55,54
Analyses du 21 octobre 1885	Quartier malade ...	12,7	4,2	65,81
	Quartier sain	31,6	1,9	62,17

On pourrait prétendre que les quartiers *en apparence* sains ne l'étaient pas en réalité, mais alors il faudrait admettre qu'au début de l'infection la mamelle ne réagit pas encore, ce qui fait que la diminution de la teneur en lactose n'est pas compensée par une élévation correspondante des chlorures. Il y a lieu de remarquer aussi que la C. M. S. R., qui n'était que de 55,54 le 1^{er} octobre 1885, s'est élevée à 62,17 vingt jours plus tard (tableau I).

Nous avons observé des faits analogues chez une vache ayant réagi à la tuberculine. Le lait de cette vache nous a donné, le 5 mai 1927, une C. M. S. R. de 51,34, le 29 mai, 73,18, et le 1^{er} octobre, 83,17. Nous n'avons malheureusement pas pu suivre cette vache entre le 29 mai et le 1^{er} octobre; à cette époque le lait était jaunâtre et totalement dépourvu de lactose.

MONVOISIN (1) donne toute une série d'analyses de laits provenant de vaches atteintes de mammites tuberculeuses. Nous ne retiendrons que celles concernant la vache n° I. (Voir le tableau II au haut de la page suivante.)

Chez cet animal, même dans le lait de mélange d'apparence normale, on remarque une diminution très sensible de la teneur en lactose avec un relèvement de la teneur en chlorures. Néanmoins, la C. M. S. R. est inférieure à 70 (57,08 et 58,95). Dans les analyses du 6 mars 1906, le lait des quartiers sains *d'apparence normale* a une C. M. S. R. faible, inférieure même à celle du lait jaunâtre et grumeleux du quartier atteint (62,68).

(1) *Loc cit.*, p. 178.

TABLEAU II

	13. II 1906	15. II. 1906	26. II. 1906		6. III. 1906	
	mélange des 4 quartiers	mélange des 4 quartiers	quartiers sains	quartier malade	q. sains app. normale	q. malade jaunâtre grumeleux
Extrait sec	116,9	108,2	108,6	111,55	101,5	88,95
Mat. grasse	29,5	16,0	22,5	18,0	6,5	7,5
Extrait dégraissé . . .	87,4	92,2	86,1	93,55	99,0	81,45
Lactose	24,6	31,2	38,7	7,7	38,2	3,5
Mat. minérales	8,45	8,0	6,55	9,20	7,25	8,90
Chlorures en NaCl . .	2,425	2,265	2,158	4,71	1,752	4,720
C. M. S. R.	57,08	58,95	67,6	68,60	61,34	62,68
Cas. et non dosé	54,34	53,00	40,85	76,65	53,55	79,05
Azote total	7,03	6,71	5,05	11,04	6,05	9,93

A remarquer ici le taux très élevé des indosés.

CERF, au cours d'un travail sur les constantes du lait, travail publié dans l'Annuaire agricole de la Suisse, cite le cas d'une vache « Riga » atteinte de mammite streptococcique, et ayant avorté le 20 février 1930. Nous extrayons de ses analyses les chiffres les plus intéressants.

TABLEAU III.

	Anal. du 20. II. 30		An al. du 26. II. 30		Anal. du 13. III. 30	
	Quartier. Avant G. malade	Quartier Av. D. sain	Quartier Av. G.	Quartier Av. D.	Quartier Av. G.	Quartier Av. D.
Caséine : % gr.	4,862	5,771	4,270	3,475	3,169	3,558
Albumine et globuline : % gr.	3,144	1,318	1,460	0,519	0,836	0,536
Azote non protéique	—	—	—	—	0,650	0,096
Lactose hydraté : % gr. . . .	0,239	1,70	1,878	3,82	3,42	4,61
Chlorures en NaCl : % gr. . .	3,30	3,88	3,27	2,27	2,27	1,45
Cryoscopie : % gr.	-0,52	-0,565	-0,54	-0,551	-0,565	-0,57
C. M. S. R. (ramenée au lit.)	46,1	75,9	66,8	75,4	72,6	69,5
Rapport Koestler	84,1	13,8	10,6	3,6	4,7	1,9
Cendres : % gr.	—	—	—	—	0,911	0,806

Il est à remarquer ici que le lait du quartier malade a une C. M. S. R. très faible, tandis que celle des quartiers sains est tout à fait normale ; d'autre part, le lait du quartier malade voit sa constante moléculaire s'élever pour devenir tout à fait normale le 13 mars 1930, c'est-à-dire 21 jours plus tard. Cette observation est à rapprocher de

celles que nous avons citées plus haut. Elle montre en tout cas les variations rapides de la C. M. S., qu'on peut observer sur des laits de mammites, enlevant ainsi presque toute valeur aux échantillons de contrôle prélevés à l'étable plusieurs semaines après le prélèvement du lait suspect, du moins lorsqu'il s'agit de laits pathologiques.

Nous avons eu l'occasion d'étudier un certain nombre de laits pathologiques; nous ne retiendrons que les plus caractéristiques d'entre eux.

TABLEAU IV.

	I 1 vache Hollandaise Mammite streptococ- cique	II 5 vaches Echantillons du Service de la répression des fraudes	III 1 vache Hollandaise		IV 1 vache mammite ?
			25 avril 1927	1 ^{er} juin 1927	
Extrait sec	89,70	116,0	95,35	101,70	115,71
Mat. grasse	30,40	39,1	25,00	40,40	47,50
Extrait dégraissé	59,30	76,2	70,35	61,30	68,21
Lactose hydraté	26,60	35,0	23,78	22,80	20,74
Caséine	17,33	26	25,83	23,70	23,42
Cendres	11,04	7,5	9,81	9,57	9,01
Chlorures en NaCl	4,35	2,28	2,80	4,2	2,48
C. M. S. R.	81,89	81,1	59,97	77,14	53,27
Indosé réel	5,73	9,50	12,13	6,43	16,03

Nous devons tout d'abord dire que la majorité des laits pathologiques que nous avons analysés avaient une constante moléculaire simplifiée normale, parfois même supérieure à la normale. Il y aurait donc assez souvent dans les laits pathologiques une *hypercorrection* témoignant de la profonde perturbation du fonctionnement de la glande mammaire. Mais, en règle générale, la loi de PORCHER s'applique.

Dans un certain nombre de cas, la mamelle semble ne pas réagir; on voit alors une diminution du lactose qui n'est pas compensée par une élévation des chlorures, d'où une constante moléculaire inférieure à la normale, parfois très faible (analyses de HESS, SCHAFFER, BONDZYNSKI, SCHNORF, CERF, etc.). Cette faiblesse de la C. M. S. R. est généralement de courte durée, l'organisme réagit et on voit alors le chlorure de sodium augmenter et rétablir l'équilibre isotonique. Le chlorure de sodium n'est pas toujours seul à contribuer au rétablissement de l'équilibre et, ainsi que le montre notre analyse n° 1, il peut y avoir une forte augmentation des matières minérales, et ceci indépendamment des chlorures.

Le plus souvent, lorsque se manifeste une diminution du lactose

non compensée entièrement par une augmentation des chlorures, on voit une augmentation de l'indosé, notamment du complexe colloïdal et de l'azote non protéique.

C'est d'ailleurs ce qu'a exprimé Ch. PORCHER (1) : « Il est évident que si, au cours des mammites, la cellule sécrétrice propre est troublée dans son fonctionnement physiologique, ce sont les principes qu'elle fabrique plus particulièrement dont le taux va diminuer dans le lait, tandis que, par contre, nous verrons s'élever le taux des principes qui entrent dans la composition du lait, sans donner à celui-ci aucune caractéristique ; bref, à côté d'une diminution des molécules élaborées, nous noterons une augmentation des molécules non élaborées. Que le lactose vienne à baisser — et il baissera d'autant plus que la mammite est depuis plus longtemps installée, les lésions plus accentuées, — du chlorure de sodium prend sa place... En même temps, nous voyons le taux de l'azote non protéique s'élever considérablement. »

Mais puisque l'équilibre isotonique peut être assuré non seulement par les chlorures associés au lactose, mais aussi par les autres matières salines qui, nous l'avons vu, peuvent être augmentées très sensiblement, et par cet ensemble complexe constituant l'indosé qui, dans certains cas (analyses III et IV), peut être très considérable, il apparaît tout à fait normal que parfois la C. M. S. R. soit faible, puisqu'elle ne tient aucun compte de ces éléments qui interviennent cependant dans l'équilibre isotonique.

En résumé, la constante moléculaire simplifiée de MATHIEU et FERRÉ peut être en défaut dans les laits pathologiques. On ne peut donc la considérer comme un moyen infailible d'établir la distinction entre les laits mouillés et les laits pathologiques.

Lorsque l'expert se trouvera en présence d'un lait de composition anormale, son attention devra se porter sur le caractère pathologique de la sécrétion. Il devra notamment calculer le rapport Koestler, sachant que généralement, dans les laits pathologiques, le lactose diminue, le chlore augmente, le rapport $\frac{\text{Cl} \times 100}{\text{lactose}}$ augmente.

Nous avons fait remarquer aussi que souvent, dans les laits pathologiques, on constate une forte augmentation des cendres et surtout de l'indosé. Pour calculer ce dernier, il faut se rappeler que c'est à l'état anhydre que le lactose se trouve dans l'extrait sec.

Ainsi, augmentation des chlorures, augmentation du rapport Koestler ou, ce qui revient au même, augmentation du rapport $\frac{\text{NaCl}}{\text{lactose}}$, augmentation des cendres et surtout augmentation de l'indosé, tels sont les caractères chimiques des laits pathologiques ; tous

(1) Ch. PORCHER. *Etude physiologique de la sécrétion lactée* : in *Traité de physiologie normale et pathologique*. Paris 1927. T. XI, p. 380.

ne se présentent généralement pas simultanément, mais il semble tout à fait exceptionnel qu'ils manquent tous à la fois. Une attention spéciale devra s'attacher à l'indice catalasique.

En cas de doute, seule la contre-expertise à l'étable pourra éclairer la question, mais uniquement pour montrer si oui ou non on se trouve bien en présence d'un lait pathologique. Les variations rapides de la C. M. S. R. dans les laits pathologiques ne permettent pas d'aller plus loin, d'autant plus que, d'après les observations de CERF et les nôtres, il semblerait que les déficiences de la C. M. S. R. sont souvent de courte durée.

Les analyses que nous avons citées démontrent qu'on ne saurait être trop prudent quand il s'agit d'un lait pathologique. Ainsi, un prélèvement effectué sur le lait du 5 mai 1927, aurait certainement fait conclure au mouillage (C. M. S. R. : 51,34). Un prélèvement effectué le 29 mai, soit 24 jours plus tard, aurait donné une C. M. S. R. de 73,18, et aurait, aux yeux de l'expert, confirmé la suspicion du mouillage et l'expert n'aurait pas manqué d'ajouter que la C. M. S. R. ne s'abaisse jamais, même dans un lait anormal, voire pathologique, au-dessous de mettons : 69, et ainsi permet de distinguer un lait naturellement faible d'un lait mouillé, etc., et ce serait une erreur de plus.

Nous estimons donc, étant donné les faits que nous venons de rapporter, qu'en présence d'un lait nettement pathologique l'examen de la C. M. S. R. est insuffisant pour permettre d'affirmer le mouillage; tous les chiffres des analyses devront être confrontés et, dans la majorité des cas, dans la très grande majorité des cas, toute conclusion sera impossible.

SUR LA RECHERCHE DU *BACTERIUM COLI* DANS LE LAIT

par

JEAN PIEN

Ingénieur chimiste (I. C. R.)

Docteur ès sciences

Directeur des Laboratoires des « Fermiers Réunis »

et

JACQUES BACHIMONT et RENÉ FILHOL

du Laboratoire de Bactériologie des « Fermiers Réunis ».

(Suite.)

QUATRIÈME ARTICLE

Nous avons, dans notre précédent article, étudié l'influence de l'acide lactique libre sur le développement du *B. Coli*.