Enfin, dans tous les cas, l'élimination de la croûte entraîne une diminution parfois très importante de la matière sèche totale et de la matière grasse totale.

Conclusion

L'élimination de la croûte des fromages entraîne dans l'analyse rapportée au fromage entier, une perte de matière sèche en pourcentage et en quantité totale et une perte de matière grasse totale (la perte de matière grasse % de sec n'est pas absolument générale).

Ces conclusions sont valables pour les pâtes pressées quel que soit leur âge et pour les pâtes molles affinées. (Dans le cas des pâtes molles jeunes, les résultats sont irréguliers).

Donc en éliminant cette croûte on commet des erreurs parfois très importantes et c'est pourquoi il est indispensable, dans tous les cas, d'effectuer l'analyse sur l'échantillon entier, croûte comprise.

(La partie expérimentale de ce travail a été réalisée avec la collaboration de M. FINCK du Laboratoire de Chimie de la Laiterie des Fermiers Réunis.)

LE COLOSTRUM DE VACHE

Composition - Propriétés

RÉPERCUSSIONS EN INDUSTRIE LAITIÈRE

par

A. HOUDINIÈRE

Ingénieur agricole

Docteur-Vétérinaire sanitaire du département de la Seine

(suite)

B. CONSTANTES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU COLOSTRUM

L'étude de la constitution physico-chimique du colostrum appelle celle de ses constantes physiques et chimiques.

On peut classer celles-ci en deux catégories :

Les constantes fixes. — Ce sont celles qui ne sont pas ou peu influencées au cours de la période colostrale par les variations de la constitution physico-chimique. Tel est l'exemple typique de l'abaissement du point de congélation.

Les constantes variables. — Il s'agit des constantes auxquelles la constitution physico-chimique imprime des variations notables au cours de la période colostrale, mais qui, toutefois restent entre des limites fixes. Celles-ci sont définies, au début de la période colostrale, par les constantes du premier colostrum et à la fin de cette

période par les constantes du lait. Les dernières étant bien connues, ce sont donc les constantes du premier colostrum qu'il importe d'étudier.

Quant aux valeurs intermédiaires, elles peuvent nous donner des indications sur l'évolution de la période colostrale.

I. Constantes fixes

a) Point de congélation.

Si un certain nombre d'auteurs ont soutenu que pendant les premières traites l'abaissement du point de congélation est très irrégulier (SCHUETTE et HUCHNER [223], WINTER et PARMENTIER [268], ENGEL et SCHLAG [61], etc.) (jusqu'à $-0^{\circ}60$) pour ROCHAIX et TAPERNOUX [208], le point de congélation du colostrum est identique à celui du lait ($-0^{\circ}555$), qui est le même que celui du sang. Il y a isotonie avec le sérum sanguin, comme le pensait PORCHER, et la concentration moléculaire de cette sécrétion est absolument fixe. Ceci résulte à la fois de la diminution de la teneur en lactose et de l'augmentation des matières minérales, en particulier du chlorure de sodium.

Les variations indiquées par les auteurs sont faibles et correspondent sans doute, lorsque les déterminations sont bien faites, à de petites variations du Δ du sang.

Rappelons que PORCHER [184] a précisé autrefois que les Δ des laits normaux, anormaux ou pathologiques, sans être identiques étaient fort voisins, ce qui permettait de considérer le Δ en général comme la donnée la plus fixe des constantes applicables au lait.

b) Constante moléculaire simplifiée.

On sait que cette fixité de la concentration moléculaire a été traduite en une constante chimique :

$$C. M. S. = L + 11,9 \text{ NaCl} \frac{1.000}{S}$$

qui est utilisée pour la détection des laits mouillés.

Sa valeur oscille généralement entre 74 et 79. Elle ne descend jamais au-dessous de 70, même dans les laits pathologiques ou de rétention, à moins de mouillage. Pratiquement on peut considérer comme mouillé tout lait dont la C. M. S. est inférieure à 70.

On possède encore peu de documents sur la constante de Mathieu et Ferré dans les laits colostraux. En 1923, PORCHER [184] écrivait à ce sujet : « Il serait bon que de nombreuses observations sur les laits colostraux vinssent s'ajouter à celles de MM. SIROT et JORET (C. M. S. = 62,7 dans les quatre jours qui suivent la nais-

sance ; normale ensuite). La richesse des laits colostraux en extrait dégraissé est telle que les calculs qui nous ont servi de base à la détermination théorique de la C. M. S. ne sont plus valables pour de pareils laits ; en effet, la quantité d'eau par litre n'est plus de 900 grammes environ, elle n'est souvent que de 800 grammes. La différence est donc considérable et mérite d'être notée en passant, afin de donner à l'expression des constantes quelles qu'elles soient une signification exacte (1). »

Signalons toutefois que STAINIER [233] a trouvé que la C. M. S. donne des résultats identiques dans les colostras et dans les laits de fin de lactation.

II. Constantes variables

α) CONSTANTES PHYSIQUES

Parmi les constantes physiques variables dépendant de la totalité des substances du lait il faut distinguer : la densité, la viscosité, la tension superficielle.

a) Densité ou poids spécifique.

La richesse en extrait sec du premier colostrum explique que sa densité est, en moyenne, beaucoup plus élevée que celle du lait (1.065).

Le poids spécifique ne suit pas toujours une progression décroissante au cours de la période. En effet, il est nettement influencé par les variations de la teneur en matière grasse. C'est ainsi que VAN DEN BURG [252] a trouvé un échantillon si riche en graisse (120‰) que sa densité était descendue au-dessous de celle du lait normal (1.028,8).

b) Viscosité.

Le colostrum possède une viscosité très élevée, ce qui tient à sa haute teneur en albumine. Ceci explique qu'il a la propriété de coller aux doigts et qu'on a pu le qualifier de « mucilagineux ».

Fort élevée lors des premières traites (2-5 et davantage) la viscosité spécifique revient à la normale après quatre à six jours (KOBLEK [108], soit entre 1,60 et 2,15).

c) Tension superficielle.

La tension superficielle du premier colostrum est moindre que celle du lait par suite de sa richesse en substances azotées. Cette tension s'accroît dans la masse lorsque la composition se rapproche

(1) Voir aussi le graphique donné par CERE [36] indiquant des valeurs de C. M. S. d'autant plus basses que l'on se trouve plus près du vêlage (p. 530 de l'article).

de celle du lait. Elle atteint alors 53 dynes-centimètres à 15°.

On sait que l'addition d'albumine au lait détermine une réduction considérable de la tension superficielle (KOBLEK [108]).

* * *

Les constantes physiques variables dépendant seulement d'un certain nombre de composants sont : l'indice de réfraction, la résistance électrique et l'acidité actuelle.

d) Indice de réfraction.

Il est intéressant de résumer les recherches de réfractométrie concernant le colostrum.

RIPPER [206] a signalé autrefois que dans les huit premiers jours de la lactation les indices de réfractions variaient de 1,3477 à 1,3480 (lait normal : 1,3430 à 1,3442).

Mais ces résultats étaient obtenus à partir d'un lacto-sérum acétique, c'est-à-dire d'un liquide contenant des albumines capables d'influencer lourdement les indices de réfraction ; ceux-ci sont donc trop élevés.

En 1928, PFEIFFER [167] opérant sur le sérum spontané du colostrum a donné les chiffres suivants exprimés en degrés de l'échelle du réfractomètre à immersion de Zeiss (à 40° : Nd = 1,3427).

	Sérum brut	Sérum chauffé
1 ^{re} traite	90,6	66
2 ^e traite	77,2	49,8
3 ^e traite	55	40,1
.....		
.....		
16 ^e traite (lait normal)	42,7	39

Mais l'auteur précise que cette méthode est insuffisante par suite de l'altération des matières azotées et du lactose. On pourrait ajouter aussi, comme précédemment, que la présence d'albumines y influence les indices de réfraction qui sont trop élevés.

Ce n'est qu'avec l'utilisation des méthodes plus perfectionnées, notamment de la méthode d'ACKERMANN [2] au lactosérum chloruro-calcique, où les albumines sont beaucoup mieux éliminées, que les résultats obtenus sont plus conformes au but poursuivi.

Pour les laits normaux, non falsifiés, ACKERMANN donne des indices de réfraction du lactosérum compris entre 1,3422 et 1,3429 (38°5 à 40°5).

C'est en appliquant la méthode de cet auteur que MAI et ROTHENFUSSEK [133], en 1908, dégagent que les laits de vaches

fraîchement vèlées ne se distinguent pas des laits normaux quant à la réfraction.

En 1933, BAUER [11] donne pour la réfraction du colostrum le chiffre de 39°.

A la vérité, cette notion n'a pas été confirmée sur une large échelle. Il serait cependant intéressant qu'elle le fût.

D'après LATAIX [121], on sait que dans les laits de grand mélange le composant qui exerce l'influence la plus manifeste sur l'indice de réfraction est le lactose.

Or, dans les laits pathologiques on constate en général, en même temps qu'une diminution du lactose, une baisse de l'indice de réfraction. C'est d'ailleurs pourquoi les experts considèrent la méthode réfractométrique comme inutilisable dans le diagnostic du mouillage en présence de lait pathologique, parce que dans les deux cas, lait malade et lait mouillé, on obtient une diminution de l'indice de réfraction.

Devant les résultats indiqués par MAI et ROTHENFUSSER, on peut se demander pourquoi, dans le colostrum, l'indice de réfraction ne s'abaisserait pas en présence d'une faible teneur en lactose ?

Pourquoi, dans le colostrum, la compensation isotonique serait-elle accompagnée d'une compensation d'isoréfraction alors que le contraire se produirait dans les laits pathologiques.

A l'appui de cette opinion qui voudrait que l'indice de réfraction du colostrum soit plus bas que celui du lait normal, nous rapportons les chiffres moyens fournis par ENGEL et SCHLAG [61], en 1924 pour le sérum de la première traite :

$$n = 1,33934 \text{ — pour lait normal : } n = 1,34237.$$

De même ROCHAIX et TAPERNOUX [208] affirment que l'indice de réfraction du colostrosérum est moins élevé que celui du lait normal (1).

e) Résistance électrique.

La résistance électrique du colostrum se maintient pendant les premiers jours notablement en dessous de celle du lait, qui est en moyenne de 231 ohms à 15°. Ceci est dû à la richesse du colostrum en substances ionisables. Elle augmente ensuite rapidement pour devenir normale vers le dixième ou douzième jour (PETERSEN [166]).

(1) M^{lle} WEISSMANN [262] a signalé, en 1933, des indices inférieurs à celui du lait normal dans le cas d'une vache fraîche à lait. Mais le moment de la période n'a pas été indiqué et l'animal, rapporte l'auteur, avait été changé de nourriture.

f) Acidité actuelle.

Le pH du premier colostrum est inférieur à 7, ce qui classe ce produit dans les liquides acides.

Mesurant le pH sur 84 échantillons, VAN DEN BURG [252] établit une moyenne de 6,22 ; les données extrêmes étant de 5,95 et 6,88. Sur cet ensemble 77 échantillons eurent un pH inférieur à celui du lait qui, selon les données obtenues par l'auteur, fut de 6,4 à 6,75. Pour 7 échantillons seulement le pH fut supérieur à 6,4. C'est donc bien qu'en général le colostrum a une concentration en ions hydrogène plus élevée que celle du lait.

Le fait semble être lié notamment à la richesse du colostrum en matières minérales et, en particulier, en phosphates solubles.

Si l'on sait que le pH du colostrum évolue au cours de la période qui suit l'accouchement pour rejoindre celui du lait, on possède peu de renseignements sur la vitesse de la transformation.

FREI et LIENHARD [65] qui ont étudié le pH sur le sérum chlorocalcique du colostrum (5,3) affirment qu'il prend des valeurs normales deux jours après la parturition. Ajoutons que ceci semble un peu en contradiction avec l'évolution des teneurs en phosphates et en chlorures.

Quoi qu'il en soit, par son pH acide, le colostrum s'oppose aux laits sains de rétention. Comme l'a montré TAPERNOUX [239] le pH de ceux-ci tend vers l'alcalinité.

A l'occasion de l'étude du pH notons que le *pouvoir tampon* du colostrum est nettement supérieur à celui du lait normal. Il serait plus grand pour l'acide lactique que pour l'acide sulfurique (KÄSTLER [110]).

β) CONSTANTES CHIMIQUES

Deux constantes chimiques variables du colostrum peuvent rendre service dans le dépistage des laits colostraux :

L'acidité potentielle qui permet de classer rapidement le colostrum dans les laits impropres aux usages courants de la laiterie ;

L'indice de Froidevaux qui est utilisé à déceler les mélanges de colostrum et de lait.

a) Acidité potentielle.

La plupart des auteurs reconnaissent que l'acidité potentielle du premier colostrum est plus élevée que celle du lait normal.

Il existe néanmoins des divergences d'opinions sur les oscillations de l'acidité maximum du premier colostrum.

MONVOISIN [145] a trouvé une acidité de 25° Dornic dans le premier colostrum d'une vache primipare.

ROCHAIX et TAPERNOUX [208], dans leur livre récent, estiment que l'acidité du colostrum varie de 25 à 28° D.

Cependant HENKEL [86] indiquait, en 1907, le chiffre maximum de 23°6 Soxhlet (soit 53° D.). En 1924, ENGEL et SCHLAG [61] ont noté celui de 18° S.-H. (soit 40°5 D.). La même année MARTIN [138] rapportait dans son livre que l'acidité maximum du colostrum peut atteindre 50° D.

Il serait utile de préciser les raisons de ces divergences. Quoique la majorité des laits de rétention sains ou pathologiques soient alcalins, l'acidité colostrale n'est-elle pas renforcée dans certains cas par l'infection?

Au cours de la période colostrale l'acidité décroît progressivement. Voici les chiffres obtenus par DORNIC [54] en 1902 :

1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour	6 ^e jour	8 ^e jour	11 ^e jour
47°	31°	27°	27°5	27°	27°	25°	23°

Pour ENGEL et SCHLAG, l'acidité devient normale après six à douze jours.

Aux États-Unis, CAULFIELD et RIDDELL [35] ont constaté un déclin graduel de l'acidité potentielle au cours des quinze à vingt premiers jours de la lactation. De son côté LINES [128], en étudiant le rapport existant entre la teneur en matières grasses du lait frais et son acidité, a trouvé que pendant une période de trente jours le lait des vaches possède une acidité plus élevée qu'en temps ordinaire.

Ajoutons que le colostrum de vaches ayant avorté est moins acide que normalement (HANNE [83]) et que selon MROZEK et SCHLAG [148] le colostrum ante-partum est moins acide que le colostrum post-partum étudié dans ce travail.

Sur ce dernier point les opinions divergent puisque MONVOISIN [145] indiquait, en 1923, avoir trouvé dans une analyse le chiffre de 28° D. pour le colostrum ante-partum (4 jours avant le vêlage) et celui de 25° D. pour le colostrum post-partum (1 jour après le vêlage).

On possède également peu de documents sur le parallélisme plus ou moins étroit pouvant exister entre l'acidité actuelle et l'acidité potentielle du colostrum.

Notons que dans un colostrum du troisième jour, coagulant à l'ébullition, TAPERNOUX [239] a obtenu une acidité de 21° D. et un pH de 6,20.

b) Indice de Froidevaux.

L'abondance des matières azotées dans le colostrum, en même

temps que leurs variations sont, avec l'extrait sec dégraissé, ses caractéristiques les plus édi-ventes.

C'est pourquoi on peut les utiliser pour déceler le colostrum dans des mélanges de lait.

Ainsi FROIDEVAUX [67] estime que l'on peut contrôler la présence de colostrum dans un lait normal dont on connaît l'origine (espèce animale productrice) en appliquant la formule suivante (N = azote total exprimé en caséine) :

$$\frac{E. S. D. \times 10}{N \times 6,39}$$

Les variations de cet indice dans les conditions naturelles sont remarquables, affirme l'Auteur.

Peu élevé pendant les premiers jours qui suivent la naissance du veau (12-13) cet indice s'élève au fur et à mesure que le temps qui s'écoule augmente. La transformation du colostrum en lait de vache propement dit s'effectue entre le quatorzième et le vingtième jour, période pendant laquelle l'indice de Froidevaux prend une valeur très rapprochée de l'indice moyen du lait normal de vache qui est de 26,75.

Le calcul de cet indice permet d'affirmer si l'on est en présence d'un mélange de colostrum et de lait, même si ce lait a été mouillé ou écrémé (voire concentré ou desséché). Les chiffres obtenus seront donc intermédiaires entre 12 et 26.

Ceci tient à ce que la fraude n'altère en rien les proportions que possèdent entre eux les différents éléments chimiques qui entrent dans le calcul de cet indice.

C. PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU COLOSTRUM

Connaissant la constitution physico-chimique du colostrum, il nous est permis d'aborder l'étude de ses propriétés physico-chimiques.

Nous la limiterons à celles de ces propriétés qui nous sont apparues comme susceptibles d'avoir des répercussions du point de vue pratique. Ce sont les actions du repos, de la force centrifuge de la chaleur, de l'alcool et des acides.

I. Action des agents physiques

a) Du repos.

Comme pour le lait, le repos rompt l'émulsion colostrale ainsi que le prouve la montée naturelle de la crème. On sait que la vitesse de celle-ci dépend au moins de la viscosité du milieu, de la température et de la grosseur des globules gras. On sait aussi

qu'après écrémage du lait, les globules qui restent dans le lait écrémé sont ceux dont le diamètre est faible.

Dans le colostrum la montée de la crème est-elle rapide ou lente ? Contrairement à ce que pensent certains auteurs, il apparaît, d'après les recherches de REISSIG [200] que la séparation de la crème est mauvaise dans le colostrum et que, toute proportion gardée, le pourcentage de matière grasse restant dans le colostrum écrémé est plus important que dans le lait écrémé.

Ce fait peut paraître un peu surprenant de prime abord puisque :

1° Le colostrum est riche en Corpuscules de Donné, éléments gros et légers, bourrés de graisse, que nous étudierons plus loin et qui devraient faciliter l'agglomération des globules gras et leur ascension ;

2° Le colostrum est abondamment pourvu en colloïdes hydrophiles comme l'albumine, substances qui entoureraient les globules gras et pourraient en faciliter le groupement et l'ascension, en dépit de l'augmentation de viscosité que certains de ces colloïdes apportent dans le milieu.

A cela on peut répondre que la proportion des albumines dans le colostrum est si importante qu'elle dépasse l'optimum au delà duquel la viscosité du liquide permet encore l'ascension des globules gras.

Ce sont là des points qu'il importerait d'étudier plus à fond afin d'obtenir des précisions non seulement sur la montée de la crème dans les laits colostraux, mais encore sur les facteurs qui conditionnent le crémage dans le lait.

* * *

La lente montée de la crème dans le colostrum n'implique cependant pas que ce produit soit dépourvu des facteurs responsables de l'ascension des globules gras.

Bien au contraire il apparaît qu'il en est plus abondamment pourvu que le lait. Ceci est prouvé par les recherches d'ORLA-JENSEN et Collaborateurs [156].

L'addition de 1% seulement de colostrum à du lait dont la faculté de crémage a été altérée par la chaleur, suffit à lui rendre cette faculté. Or, le même résultat ne peut-être obtenu que par l'addition de quantités nettement plus importantes de lait cru.

Ceci n'a rien qui puisse surprendre puisque le colostrum est riche en agglutinines (voir étude biologique), albumine, globuline, phospholipides, etc., toutes substances qui ont été considérées tour à tour comme des facteurs favorisant la montée de la crème. C'est pourquoi il est souhaitable que l'étude de ces substances

soit entreprise sur le colostrum ou l'expérimentateur aura peut-être plus de facilités pour les isoler ou en examiner les propriétés.

Le lait des vaches fraîchement vèlées (c'est-à-dire après la période colostrale) s'écume plus facilement que le lait des vaches traites depuis longtemps (MARCAS [136]) et que certains laits à écrémage paresseux de fin de lactation.

Cela s'explique déjà par le fait que la viscosité élevée du colostrum diminue rapidement, tandis que celle des laits de fin de lactation tend à s'élever avec le temps.

Mais peut-être aussi la proportion et la répartition des colloïdes hydrophiles jouent-elles un rôle dans ces phénomènes ?

b) De la force centrifuge.

Lorsque l'on centrifuge au laboratoire du colostrum préalablement chauffé à 50°, on obtient, après élimination de la matière grasse colorée et du liquide sous-jacent, un important culot pouvant atteindre le cinquième du volume de colostrum centrifugé. Ce culot est divisé en deux couches de densité différentes : l'une supérieure, la plus légère mais la plus volumineuse, gris jaunâtre, de nature albumineuse ; l'autre inférieure, plus réduite, constituée par les éléments cytologiques (voir étude biologique).

Toutefois, il faut noter que tous les éléments cellulaires ne sont pas rassemblés dans cette dernière. En effet, la plus grande partie des « Corpuscules de Donné », leucocytes rendus légers par la graisse phagocytée, sont entraînés par la force centrifuge, dans la couche de crème superficielle.

c) De la chaleur.

Mise à part l'action que peut avoir la chaleur sur les facteurs responsables de la montée de la crème dans le colostrum, mise à part celle qu'elle exerce sur les éléments cellulaires qui se séparent plus rapidement, c'est surtout sur les substances colloïdales du colostrum que la chaleur a une action manifeste.

Pour en saisir le processus, il faut rappeler succinctement avec PORCHER [182] quelle est cette influence sur les colloïdes du lait normal.

C'est à partir de 63° que l'état physique des colloïdes commence à s'altérer : au fur et à mesure que la température s'élève on assiste progressivement à la floculation des colloïdes organiques en même temps qu'à l'enrichissement du lait en colloïdes minéraux, pour aboutir finalement à la floculation totale du système colloïdal.

La lactalbumine et la lactoglobuline coagulent entre 63 et 83° (ROWLAND [212]) et ceci à des taux variables avec la durée du chauffage.

Le degré de dénaturation est cependant inconstant, ce qui paraît en rapport avec les variations de la teneur en protéines solubles du lait. Pour ROGERS [209] et DAVIES [48], la lactoglobuline est complètement coagulée à 72° ; pour BARTHÉLEMI [8], elle l'est entre 70 et 75°.

Cependant les coagulats formés, fins et invisibles, ne précipitent pas en raison de leur faible quantité. Il y a inversion de la protection colloïdale (phénomène de l'entraînement réciproque des émulsoides).

C'est désormais le caséinate calcique qui protège les holoprotéides et les maintient en suspension.

Parallèlement à partir de 65°, les sels minéraux solubles commencent à s'insolubiliser sous forme colloïdale. L'acide phosphorique se sature de calcium qu'il emprunte au caséinate, lequel joue un rôle tampon. Les phosphates solubles donnent du phosphate tricalcique insoluble surtout à chaud.

Enfin, au-dessus de 100°, le caséinate abandonne sa chaux pour coaguler entre 135 et 145° à $pH = 4,7$, c'est-à-dire au sein d'une acidité marquée. Par exemple, à 135°, on obtient le caséinate monocalcique de Van Slyke et Bosworth à $pH = 5,38$. C'est lui qui imprime surtout au pH sa marche vers l'acidité.

Si, dans le colostrum, la chaleur agit dans le même sens, elle aboutit à des résultats très différents :

Très rapidement à partir de 63°, le premier colostrum se prend facilement en une masse molle faite de coagulats diffluent n'abandonnant qu'une petite quantité de sérum. Une telle coagulation tient à deux caractéristiques du colostrum :

1. Sa richesse en holoprotéides.

L'abondance des holoprotéides et notamment de la globuline provoque la formation de gros coagulats, visibles, qui précipitent en entraînant le complexe (caséinate + phosphate de calcium) ainsi que la matière grasse.

Le caséinate calcique n'est pas en quantité suffisante pour protéger les coagulats comme dans le lait normal chauffé. Le coagulum obtenu est une masse molle. Après filtration on recueille un liquide un peu trouble qui s'éclaircit après plusieurs passages et ne contient ni graisse ni caséine.

Une telle coagulation est nette à l'ébullition lorsque le quantum des holoprotéides est supérieur à celui de la caséine (PORCHER [182]). Elle est donc d'autant plus marquée que le colostrum a été recueilli près de la parturition.

Les producteurs ont l'habitude de mettre en vente le lait de vaches récemment accouchées lorsqu'il ne coagule plus à l'ébullition.

Il n'est pas certain que cette précaution, quand elle est observée, soit suffisante, puisque même en l'absence de coagulation le colostrum contient encore vraisemblablement des proportions d'holoprotéides suffisamment importantes pour nuire à l'industrie, malgré l'invisibilité de leur coagulation à l'ébullition.

2. Sa richesse en matières salines.

L'action de la chaleur sur le colostrum est grandement favorisée par le taux élevé des substances minérales environnantes. C'est ce qu'affirme PORCHER [182] qui compare à ce sujet le colostrum à un mélange de lait et de sérum sanguin, tout en notant qu'une tel mélange aurait un pH alcalin.

Si la présence de certains sels et leur taux facilitent la coagulation, il faudrait, pour leur attribuer avec plus de force cette propriété, connaître d'une façon plus précise la répartition moyenne des matières salines dans le colostrum. Il est néanmoins vraisemblable que l'abondance des phosphates solubles aide la coagulation en déviant le pH vers le point isoélectrique des protéines solubles.

II. Action des agents chimiques

a) De l'alcool.

C'est après avoir étudié l'influence de la chaleur qu'il faut envisager celle de l'alcool puisque ce corps agit aussi sur les protéines.

L'action de l'alcool sur le lait ou le colostrum est encore mal connue.

Primitivement, l'alcool fut utilisé dans la séparation des protéines du lait. En effet, il précipite la caséine de ses solutions. Mais ce procédé fut abandonné tout au moins pour obtenir la caséine à l'état pur.

Il n'est pas non plus inutile de rappeler que LINDET [127], après avoir séparé par caillage du lait ou du colostrum ce qu'il appelait la « caséine α insoluble », faisait agir sur le petit-lait l'alcool éthylique acidifié (5% d'acide phénique) à 40° C pour précipiter en bloc (quoique imparfaitement) ce qu'il désignait sous le nom de « caséine α et β solubilisées ».

Il a montré ainsi que le colostrum renferme une quantité de caséines solubles jusqu'à dix fois supérieure à celle du lait (88 gr. % soit 24 gr. d' α et 64 gr. de β) contenant moins de phosphore total que la caséine α insoluble et notamment pas de phosphore organique.

Les caséines solubles de LINDET correspondaient, au moins, à ce que l'on appelle aujourd'hui la lactalbumine et la lactoglobuline, composants dépourvus de phosphore.

On peut retenir de cela que l'alcool semble coaguler, au moins

en grande partie, la caséine du lait et les protéines du petit-lait que celui-ci provienne du lait ou du colostrum.

L'épreuve à l'alcool est aujourd'hui utilisée pour distinguer certains laits anormaux. Elle a lieu à la température ordinaire par mélange à parties égales de lait et d'alcool à 70°. En général le lait frais ne donne pas de coagulation.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que cette épreuve appliquée au colostrum donne un résultat positif. DORNIC et CHOLLET [55] rappellent que la coagulation se produit également dans les laits acides, les laits de fin de lactation (laits vieux) les laits de vaches ayant avorté, les laits de mammite même après guérison de lésions.

D'autres auteurs ont signalé que le colostrum et le lait de chèvre donnaient aussi une réaction positive (KRENN [117], BEIJERS [14]). Ce dernier a même trouvé des laits de vaches, non infectés et d'acidité normale, qui caillaient à la cuisson en même temps qu'ils coagulaient par l'alcool. Le colostrum et le lait de brebis donnent toujours, eux aussi, une réaction positive (WEBER [258]).

Dans l'action de l'alcool sur le lait, il faut tenir compte de l'influence de l'acidité, qui vient renforcer l'action coagulante. Comme le dit PORCHER, l'acidification du lait intervient en solubilisant de la chaux colloïdale et en augmentant par suite le taux des sels vraiment solubles de calcium, des sels cristalloïdes. On sait d'ailleurs que l'épreuve à l'alcool est utilisée en industrie pour reconnaître les laits acides.

Cependant l'action coagulante de l'alcool peut se manifester en présence d'une acidité normale.

PORCHER soutient à ce sujet que l'épreuve à l'alcool est moins une épreuve d'acidité qu'une épreuve d'équilibre salin. Si celui-ci est troublé, surtout dans le sens d'un excès, si faible soit-il de sel de calcium soluble, on obtiendra une coagulation, alors même que l'acidité traduite titrimétriquement et potentiométriquement reste dans la normalité.

D'autres expérimentateurs ont examiné cette relation entre l'épreuve positive à l'alcool et l'acidité du lait. Ce sont les chercheurs qui ont utilisé cette épreuve dans le dépistage des laits ne résistant pas à l'effet de la chaleur en vue d'améliorer la matière première des condenseriers. Ils sont aussi d'avis qu'il n'y a pas un rapport direct entre l'acidité et la coagulation.

AUZINGER [3] attribue la coagulation du lait frais par l'alcool à des variations de la teneur en sels, notamment en sels de calcium. AYERS et JOHNSON [4] ont trouvé que l'addition de phosphates

acides favorise la réaction, tandis que l'addition de phosphates neutres diminue la tendance à la coagulation.

DAHLBERG et GARNER [45], puis WEIMAR [260] voient une corrélation entre la coagulation du lait par l'alcool et la température de coagulation du lait chauffé. Ils recommandent l'épreuve à l'alcool pour déterminer la qualité du lait destiné à être condensé : le lait à réaction positive aurait une température de coagulation moins élevée que celle du lait normal.

On ne peut s'empêcher de rapprocher ces constatations du fait que le colostrum, lait riche en sels solubles, coagule facilement et par l'alcool et par la chaleur.

Pour expliquer cette relation, il faudrait pouvoir comparer les actions intimes de ces deux agents sur les colloïdes du lait, notamment sur les holoprotéides.

Il n'est pas douteux que l'alcool agit par déshydratation sur les émuloïdes que sont les protéines. Mais l'importance de la déshydratation de celles-ci dépend de leur charge électrique, c'est-à-dire en définitive du pH .

La stabilité d'un sol d'une protéine donnée et les caractères du précipité qu'il donne peuvent donc être différents suivant que cette protéine est floclée plus ou moins loin de son point isoélectrique. La flocculation sera d'autant plus facile que l'on sera près de ce point, c'est-à-dire que la charge sera nulle.

Si l'on considère que la zone des points isoélectriques des protéines du lait va de 4,6 à 5,4, on s'explique donc que par addition d'alcool :

1° Les laits normaux rendus alcalins par addition de soude ne fournissent pas de précipité (marche vers $pH = 7$ et au delà) (1) ;

2° Le lait frais normal ne donne pas de flocculats apparents ($pH = 6,5$) ;

3° Les laits acides, notamment le colostrum, donnent des flocculats plus ou moins importants ($pH =$ marchant vers la zone 5,4-4,6).

Si l'aspect des précipités varie avec le pH , il change également avec les variétés de protéines en présence. Dans un mélange, la prépondérance de certaines d'entre elles peut donc modifier les caractères du flocculat. L'abondance de celui-ci sera de plus fonction de la teneur en protéines du liquide.

Les laits riches en holoprotéides, notamment le colostrum, doivent donc donner des précipités différents de ceux des autres laits (précipité très fin avec le colostrum (KRENN [117])).

(1) Dans les laits alcalins pathologiques les précipités seraient vraisemblablement en rapport avec l'action des microbes protéolytiques présurgènes (PORCHER).

Somme toute, il semble que la différence essentielle entre les influences de la chaleur et de l'alcool sur le colostrum et le lait tient dans l'énoncé suivant :

L'alcool peut exercer son action flocculante sur les trois protéines à la fois (1) tandis que la chaleur, avant même d'avoir pu agir plus ou moins directement sur le phosphocasinat à 130-140°, dénature les protéines solubles qui adhèrent dès lors au complexe et l'entraîne dans leur précipitation si elles sont très abondantes.

Il serait intéressant de suivre parallèlement la composition du lait et les résultats des épreuves à l'alcool et à l'ébullition au cours de la période colostrale.

Pour WEBER [258], le lait qui succède au premier colostrum supporte d'abord l'essai de l'ébullition (du 2^e au 4^e jour) et plus tard seulement l'essai à l'alcool (du 4^e au 12^e jour); mais, sur ce dernier point, il y aurait des variations très notables (2 à 75 jours) suivant la facilité et les complications de la parturition! Pour cet auteur, c'est par une réaction négative à l'alcool que l'on peut fixer la fin de la période colostrale vers le douzième jour.

b) Des acides.

Si le colostrum précipite par les acides, il le fait beaucoup plus difficilement que le lait. Lorsqu'on abandonne du colostrum à la température de 19°, il précipite toujours par autoacidification après un temps plus ou moins long. La séparation du sérum est très lente. Elle peut n'être terminée qu'après une période maximum de quatorze jours (PFEIFFER [167]).

Cette résistance du colostrum semble être en rapport avec l'abondance et les propriétés protectrices de la globuline vis-à-vis de la caséine. Pour essayer de le comprendre, il faut rappeler avec PORCHER [182] comment les acides agissent sur le lait, ce qui a été bien étudié à propos de la préparation et du dosage de la caséine au laboratoire.

Les acides agissent en solubilisant certains sels minéraux, notamment le phosphate calcique du complexe, puis en décalcifiant le caséinate qui précipite sous forme de caséine pure.

Cependant, pour obtenir une caséine pure, il faut opérer au point isoélectrique de la caséine, c'est-à-dire à $pH = 4,6$, concentration en ion H pour laquelle la protéine n'est pas ionisée et est libre de toute union avec les cathions ou les anions. Il faut transformer la forme salifiée de la caséine neutre de $pH = 7$ environ en une forme d'acide libre de $pH = 4,6$ en passant par des caséinates dont les pH s'échelonnent entre ces deux extrêmes.

(1) Il faut toutefois faire une réserve pour la caséine du colostrum qui serait soluble dans l'alcool acidifié et attendre de nouvelles précisions.

La précipitation commencerait vers $pH = 5,3$ pour être complète à $pH = 4,6$.

Cette manière d'obtenir une caséine pure peut être cependant entachée d'erreur par la présence d'autres protéines, dont la plus importante serait, sans doute, la lactoglobuline (PORCHER [182]). En effet, le point isoélectrique de la globuline du sang ou du petit-lait est voisin de celui de la caséine. Il correspond au $pH = 5,4$. La précipitation, dit COHN [39], est, dans ce cas, la somme des précipitations des deux protéines et le point de précipitation maximum change dans la direction du point isoélectrique de la globuline.

L'importance de l'erreur dépend de la différence des points isoélectriques des deux protéines, de leurs proportions relatives et de leurs relatives solubilités. Si les points isoélectriques sont voisins, COHN [39] a montré que les solubilités dans l'eau pure de ces deux composés sont aussi voisines (0 gr. 11% caséine-0,07% globuline).

L'erreur est donc d'autant plus grande que les quantités de globuline sont importantes. C'est pourquoi il est recommandé de séparer les holoprotéides par une autre méthode, celle des sels neutres pour obtenir des chiffres plus exacts.

Transposée dans l'industrie, cette préparation de la caséine acide aboutit donc, si elle est exécutée assez fidèlement, à la précipitation totale de la caséine et de la globuline, laissant la plus grande partie de l'albumine dans le sérum.

Il n'est donc pas étonnant que le colostrum, produit d'autant plus riche en globuline que l'on est près de la parturition, réagisse sous l'action des acides, d'une façon différente de celle du lait, en particulier que lors d'acidification spontanée, il ne laisse exsuder son sérum que très lentement.

La quantité de globuline du lait de vache est si faible qu'elle ne trouble pas la fabrication industrielle. Cependant, comme le soutient PORCHER, il n'en serait pas de même si l'on opérait sur des laits riches en globuline. Mais, ajoute l'auteur, dans ce cas, le rôle si marqué de la globuline vis-à-vis de la caséine ne serait pas sans engendrer de très grandes difficultés dans la séparation.

Ces données semblent autoriser à se demander si la présence abondante de colostrum dans le lait de grand mélange n'a pas des répercussions industrielles, notamment dans la fabrication des caséines lactiques ou des caséines aux acides.

III. Action combinée des agents physiques et chimiques De la chaleur et des acides.

En gros on peut dire que les actions de la chaleur et des acides sur le colostrum semblent se compléter, puisque finalement chacun

d'eux concourt au moins à la coagulation ou à la précipitation des protéines.

Les holoprotéides du colostrum coagulent d'autant plus facilement par la chaleur que l'on se trouve au voisinage du point iso-électrique de ces protéines ($pH = 4,6$ à $5,4$), c'est-à-dire que l'acidité actuelle du colostrum est marquée.

En général, le colostrum coagule aussi d'autant plus facilement par la chaleur que son acidité potentielle est élevée. Celle-ci s'abaissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la parturition, la coagulation devient peu à peu plus difficile.

C'est ainsi qu'ENGEL et SCHLAG [61] ont signalé que l'essai de cuisson devient négatif lorsque l'acidité est de 10° - $11^{\circ}6$ Soxhlet (soit $22^{\circ}5$ - 26° Dornic), sans pour cela que la composition chimique soit redevenue normale.

L'acidité du lait normal fraîchement traité avoisinant 17° et 18° D., la constatation précédente confirme ce que nous disions plus haut que l'on ne peut considérer comme lait normal un colostrum qui ne coagule plus à l'ébullition.

Tout au moins ce colostrum peut-il représenter un lait acide puisque c'est un peu au-dessus de 25° D. que le lait ordinaire coagule à l'ébullition (TAPERNOUX [239]).

CHAPITRE II

ETUDE BIOLOGIQUE DU COLOSTRUM

Les propriétés biologiques du colostrum découlent de sa constitution biologique dont il faut entreprendre l'examen avant de les étudier.

A. CONSTITUTION BIOLOGIQUE DU COLOSTRUM

Indépendamment des constituants chimiques, on trouve dans le colostrum des éléments figurés (cellules, microbes) et des composants que l'on qualifie de biochimiques (diastases, vitamines, hormones...).

I Etude cytologique

Les éléments cytologiques sont à l'état de suspension. Parmi eux il faut distinguer les cellules organiques et les microbes.

a) Cellules d'origine organique.

L'état de suspension où elles se trouvent est un peu plus stable que dans le lait en raison de la viscosité du milieu. Il est néanmoins facile de les séparer, nous l'avons vu, à l'aide de la centrifugation.

Comme dans le lait elles comprennent des *cellules épithéliales* et des *leucocytes*.

Les premières n'offrent que peu d'intérêt. Elles ont les mêmes origines que celles du lait normal (épithélium mammaire glandulaire ou non).

Les leucocytes du colostrum ont, au contraire, une importance beaucoup plus marquée.

PORCHER et PANISSET [191] ont défini l'image du colostrum comme celle d'un lait déformé par les actions phagocytaires. C'est dire qu'une des caractéristiques biologiques principales de ce lait est l'abondance des leucocytes.

Les éléments leucocytaires s'y trouvent, en effet, par centaines de mille au centimètre cube. On distingue parmi eux les mêmes cellules que dans le lait. Ce sont notamment les polynucléaires, les gros mononucléaires, les petits mononucléaires, les lymphocytes et les éosinophiles.

Cependant leurs proportions et quelques-uns de leurs aspects sont un peu différents en raison du travail physiologique qui leur est imposé. En effet, si le lait collecté dans la mamelle n'est pas évacué par traites ou par suctions — autrement dit s'il y a rétention — ce lait devient un obstacle à une sécrétion nouvelle c'est-à-dire un indésirable que l'organisme va s'efforcer d'éliminer.

La majeure partie de ce travail est effectué par les leucocytes. C'est ce que PORCHER et PANISSET ont traduit en disant que « le colostrum est le reliquat de phagocytose d'un lait antérieurement produit ».

Cette résorption poussée à son maximum se traduit par un nombre élevé de gros mononucléaires et de polynucléaires d'origine sanguine s'opposant à une petite quantité de lymphocytes d'origine lymphatique.

Un certain nombre de gros mononucléaires se spécialisent dans l'absorption des gros globules gras. Ils prennent alors l'un des aspects décrits sous les noms de « corpuscules de Donné » (DONNÉ, 1897), « corps granuleux », « cellules granuleuses » (voir planche ci-contre). Lorsque son protoplasme est bourré de gouttelettes grasses, le mononucléaire lipophage, ou globule de colostrum, apparaît comme un cercle muriforme pouvant atteindre jusqu'à 40 μ de diamètre, au sein duquel on a signalé la présence d'un noyau plus ou moins dégénéré.

Parallèlement, certains polynucléaires phagocytent les petits globules gras tandis que d'autres prennent un aspect plus ou moins dégénéré.

En outre des mononucléaires et des polynucléaires, certains auteurs, notamment PIETTRE et CEYLAN [175] font intervenir les cellules mammaires dans la formation des corpuscules de Donné qui ne constitueraient pas ainsi une entité cytologique.

A côté de ces éléments, notons que THIEULIN et VUILLAUME [240 bis] ont signalé, en 1943, la présence dans le colostrum de vache de « corps en croissant » (voir planche ci-contre) que l'on peut rapprocher des corps en croissant, granuleux, que l'on trouve dans le lait de femme et que l'on considère comme des débris cellulaires.

Au fur et à mesure que le colostrum se transforme en lait normal sous l'influence des traites ou des suctions répétées la phagocytose cesse et l'on assiste à la diminution progressive du nombre des gros mononucléaires (notamment des lipophages), des polynucléaires et à l'augmentation de celui des lymphocytes.

Ainsi SCHULZ [224] estime que les corpuscules de Donné disparaissent du lait de vache du troisième au onzième et en moyenne le septième jour avec persistance un peu plus longue chez les primipares que chez les pluripares. BUR et BERBERICH [31] ont encore trouvé ces cellules énormes au quatorzième jour. Naturellement la traite incomplète prolonge leur persistance dans le lait.

Pour préciser l'intensité de la rétention en général, et notamment au cours de la période colostrale, nous proposons d'utiliser le rapport suivant :

Leucocytes lipophages
Leucocytes ordinaires ou plus simplement :

$$\frac{\text{Gros mononucléaires lipophages}}{\text{Gros mononucléaires ordinaires}} = \frac{\text{mg}}{\text{mn}} = \text{Rapport de rétention.}$$

Dans les conditions de la pratique courante, la formule leucocytaire du colostrum sain est modifiée du fait de l'infection fréquente de la mamelle.

Au phénomène phagocytaire de la résorption physiologique, s'ajoute alors celui de la défense leucocytaire contre l'invasion microbienne. Le nombre de polynucléaires s'élève considérablement tandis que celui des lymphocytes s'abaisse. Si, par la suite, l'infection régresse sous l'influence des traites ou des suctions, on voit les polynucléaires revenir à un taux normal tandis que celui des lymphocytes se rétablit.

Pour préciser l'intensité de l'infection on utilise le rapport proposé par BOURGEOIS [25], que l'on peut qualifier de rapport d'infection :

$$\frac{\text{Mononucléaires}}{\text{Polynucléaires}} = \frac{\text{m}}{\text{P}} = \text{Rapport d'infection.}$$

Sa valeur ne descend jamais au-dessous de 0,50 en l'absence d'infection et est comprise le plus souvent entre 0,5 et 1,2 (lait

EXAMEN DU CULOT DE CENTRIFUGATION

(Coloration : bleu de méthylène,
grossissement : 1000).

I. Lait normal

de « G. Thieulin et R. Vuillaume ». — *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait* ; Le Lait, éditeur, Paris 1942.

II. Colostrum
(corps en croissant).

III. Lait de rétention
(gros mononucléaires lipophages ; cellules granuleuses)

normal, laits de rétention et colostrum sains). Au contraire, lorsque celle-ci s'installe, elle est toujours inférieure à ce chiffre.

Voici, d'après BOURGEOIS [25], dont le travail a servi de base à cette étude cytologique, des exemples de formules leucocytaires de colostrum sains ou infectés comparées à celle du lait normal.

Nous y ajoutons le calcul du rapport de rétention proposé plus haut. Sa valeur est d'autant haute que la rétention est marquée, c'est-à-dire que l'accouchement est récent.

Exprimés %	Colostrum sains		Lait normaux	Colostrum infectés			
	(?)	7 ^e jour		3 ^e jour	2 ^e jour	1 ^{er} jour	(?)
Polynucléaires	57	47	48	69	79	92	77
Gros mononucléaires ordinaires .	10	6	3	5	5	2	2
Gros mononucléaires lipophages .	15	2	0	5	6	4	4
Petits mononucléaires	5	1	20	3	0,5	0,5	7
Lymphocytes	8	44	27	16,5	10	0,5	1
Eosinophyles			2				
m			1				
p	0,66	1,1	0,05 à 1,25	0,42	0,27	0,07	0,18
mg							
mn	1,5	0,33	0	1	1,2	2	2
N° des vaches et quartiers examinés	N6 Pg	NI Pd		N8 Ag	N8 Ag	N8 Ag	N6 Ag

Dans leur livre récent, THIEULIN et VUILLAUME [240 bis] donnent un exemple de formule leucocytaire de colostrum :

Mononucléaires, 152 ; lymphocytes, 6 ; polynucléaires, 185 ; gros mononucléaires lipophages, 57 ; cellules granuleuses, 16 ; corps en croissant, 42.

$$\text{Le rapport } \frac{m}{p} = \frac{(\text{Mononucléaires} + \text{Lymphocytes} + \text{Gros mononucléaires})}{\text{Polynucléaires}} = \frac{215}{185} = 1,16.$$

Il s'agit donc d'un colostrum sain.

Si nous établissons le rapport de rétention on obtient :

$$\frac{mg}{mn} = \frac{57}{152} = 0,37, \text{ ce qui indique pour nous une rétention assez}$$

peu marquée et vraisemblablement un colostrum prélevé vers la fin de la période colostrale.

Ajoutons qu'à l'état pathologique, même s'il est peu marqué, on peut trouver dans le colostrum comme dans le lait des hématies. On a signalé des cas où le colostrum était nettement sanguinolent, ce qui lui donnait une couleur plus ou moins brune.

b) Cellules microbiennes.

Il n'est évidemment pas question de considérer comme entrant dans la constitution biologique naturelle et normale du colostrum les microbes qui peuvent s'y trouver.

Ce sont là des êtres vivants totalement étrangers à ce produit d'origine noble.

Mais cette présence, constante pour certains, accidentelle pour les autres, mérite néanmoins d'être étudiée dans ce chapitre parce qu'elle contribue à imprimer au colostrum certaines propriétés biologiques (pouvoir bactéricide, réactions cytologiques, etc.) étudiées dans ce travail.

Le colostrum normal, même recueilli par les moyens les plus aseptiques, contient des microbes d'origine endogène ou exogène.

Ainsi STECK [236] a pu trouver lors d'une traite aseptique (première fraction de début de traite) effectuée le jour du vêlage, chez une vache saine, un nombre allant de moins de 2 à 3.000 cocci au centimètre cube suivant le quartier mammaire examiné.

Germes saprophytes.

Nous ne décrirons pas en détail les nombreuses espèces microbiennes saprophytes que l'on trouve dans le colostrum après sa récolte. La plupart sont celles qui existent dans le lait recueilli aseptiquement.

L'identité des différentes espèces de germes saprophytes qui croissent, *in vivo*, dans le lait, a fait l'objet de nombreux travaux.

Il apparaît que des renseignements complémentaires pourraient être obtenus sur cette flore adaptée à la vie mammaire, par l'examen bactériologique du premier colostrum de primipare, voire du colostrum *ante partum*. Autrement dit la sécrétion d'une mamelle, pour ainsi dire encore vierge, contient-elle déjà des germes saprophytes et, dans ce cas, lesquels ? Pour l'industrie laitière la question peut avoir un gros intérêt.

Germes pathogènes.

La présence de germes pathogènes dans le colostrum, quoique accidentelle, n'est pas rare. Le pouvoir infectant de ce produit peut être marqué si l'on en juge par le nombre de germes qui peuvent s'y trouver.

Par exemple BURNET et ANDERSON ont signalé que le colostrum pouvait renfermer 50.000 germes de l'espèce *Brucella bovis* par centimètre cube.

Tantôt les éléments pathogènes proviennent d'une contamination récente, tantôt ils se sont adaptés depuis longtemps à la vie intramammaire.

Souvent même ils ne déterminent dans la glande aucune lésion et semblent y vivre à l'état de saprophytes attendant le moment opportun pour manifester leur pouvoir.

II. Etude biochimique

Nous étudierons ici toutes les substances du lait qui prennent une part dans les réactions qui s'effectuent dans l'intimité des tissus organiques (diastases, vitamines, hormones, pigments).

En effet, certaines sont des sécrétions propres aux cellules vivantes, tandis que d'autres (vitamines) sont indispensables à la vie des cellules organiques qui ne peuvent en faire la synthèse directe.

a) LES DIASTASES DU COLOSTRUM

1° Les diastases de décomposition. Catalase.

Il est bien connu que le colostrum est très riche en catalase. En 1909, AUZINGER [3] considérait déjà que tout lait dégageant plus de 25 cm³ d'oxygène lors de l'épreuve à la catalase était un lait colostrale, un lait de fin de lactation ou un lait pathologique.

MONVOISIN [145] estime que l'activité du colostrum à ce sujet est de dix à quinze fois supérieure à celle du lait normal.

On sait que l'on attribue une double origine à la catalase : les leucocytes du lait en seraient producteurs, tandis qu'elle serait sécrétée par certains microbes.

Dans le colostrum il est difficile de faire la part entre la catalase leucocytaire et la catalase microbienne parce que ce lait est fréquemment infecté. Peut-être quelques éclaircissements pourraient-ils être obtenus en s'adressant à des colostras non infectés, moins riches en polynucléaires, en particulier aux colostras *ante partum* de vaches primipares.

Notons que PARISI [163] soutient que le colostrum et le lait contiennent une catalase spécifique différente de celle du sang ou de la flore microbienne, caractérisée par la valeur de son énergie critique relative : 13.400 à 14.600 calories-gramme.

2° Diastases d'oxydation et de réduction.

Peroxydase.

En 1907, KÖNING [112] a signalé que, dans les premiers échantillons de colostrum, la réaction de la paraphénylènediamine ne se produit absolument pas ou n'apparaît que très lentement.

De même en 1910, WEBER [258] affirmait qu'on n'y rencontre pas d'oxydase le premier jour.

Par contre MONVOISIN [145], qui pense que la peroxydase provient en grande partie des leucocytes, estime que le colostrum en est pourvu plus abondamment que le lait normal.

Réductase aldéhydique.

La réaction de Schardinger est très retardée dans les laits colostraux (SASSENHAGEN [215], WILDT [266], MISCHLIN [143], HOUDINIÈRE [91], BAUDEAU [10]). Elle est même négative dans les colostras de vaches primipares.

Le taux de cette diastase ne deviendrait normal qu'après une

assez longue période (22 jours) qui semble être variable et en relation avec le nombre de gestations.

Nous reviendrons sur cette diastase dans le chapitre des pigments.

3° Diastases hydrolysantes.

Amylase.

Cette diastase existerait dans le colostrum en quantité beaucoup plus importante que dans le lait (BRUGNATELLI [30], ROUSEK [211]).

Pour CHRZASZCZ et GORALOWNA [38], ce n'est que pendant les quatre premiers jours après la mise bas que le colostrum contient plus d'amylase que le lait normal.

SCHLÖNER [222] estime que l'amylase du lait est étroitement associée aux protéines du sérum, comme le pensait déjà WEINSTEIN [261], et que son activité dépend de la présence des sels. Cette opinion pourrait expliquer la grande activité amylolytique du colostrum qui est riche en lactalbumine, en lactoglobuline et en matières salines.

Lipase.

En 1937, KAY [10] apporta cette précision que la concentration de cet enzyme (la tributyrinase) prend une valeur élevée dans le lait pendant la période colostrale, suivie d'un point bas à l'entour du dixième jour, pour augmenter ensuite vers une valeur intermédiaire.

Phosphatase.

Bien étudiée par KAY, ASCHAFFENBURG et NEAVE [102], la phosphatase a une concentration minimum pendant les quinze-vingt premiers jours qui suivent le vêlage. Celle-ci augmente ensuite jusqu'à la fin de la période de lactation.

La diastase proviendrait des cellules sécrétrices de la mamelle et tendrait à se concentrer dans la couche grasse.

Cette concentration minimum a pour conséquence de troubler les résultats de l'épreuve à la phosphatase lorsque le colostrum est mélangé au lait, ce qui sera envisagé plus tard à propos de la pasteurisation.

Protéase.

Si le lait contient une diastase protéolytique qui, suivant VANDEVELDE [253], activerait l'action des sucs digestifs à la façon d'une kinase, le colostrum en serait dépourvu pendant les premiers jours qui suivent le vêlage.

BRUGNATELLI [30] est également d'avis que les ferments peptolytiques sont peu abondants dans le colostrum.

b) LES VITAMINES DU COLOSTRUM

1° Facteur A (Caroténoïdes provitaminiques et axérophthol).

En règle générale, le colostrum est beaucoup plus riche en facteur A que le lait (DRUMMOND, COWARD et WATSON [58], LUCE [130]).

SEMB, BAUMANN et STEENBOCK [225] ont encore montré récemment que la matière grasse du colostrum est de cinq à quinze fois plus riche en facteur A que la matière grasse du lait.

Cette richesse diminue rapidement au cours de la première semaine, comme l'ont démontré KRAMER, BAIR, KUNERTH et RIDELL [114]. Alors que le premier et le second jour les laits colostraux contiennent de 9 mgr. 6 à 16 mgr. 8, le septième jour la teneur du lait n'est plus que de 1 mgr. 2 pour 1.000 grammes. On sait d'après RANDOIN [197], que le lait normal contient en moyenne 0 mgr. 14 de vitamine A et 0 mgr. 14 de caroténoïdes provitaminiques.

DANN [47] estime que le premier jour le veau reçoit une quantité de facteur A égale à celle que le lait ne lui apportera ensuite qu'en vingt à cinquante jours. Il signale que le colostrum de génisse est environ deux fois plus riche que le colostrum de vache.

On sait que la quantité de facteur A du lait est sous la dépendance de la teneur de l'alimentation en vitamine A liposoluble ou en ses provitamines.

En ce qui concerne le colostrum cependant, sa richesse en facteur antixérophthalmique n'est pas en rapport direct avec celle de l'alimentation au moment de la sécrétion colostrale. En effet, à cette période, ce sont surtout les réserves de caroténoïdes provitaminiques et de vitamine A accumulées par l'organisme qui entrent en jeu. C'est pourquoi le bovin nouveau-né, dont les propres réserves sont faibles, peut ne pas souffrir d'une pauvreté en facteur A de l'alimentation de sa mère.

La teneur du colostrum en ce facteur est toutefois variable avec les animaux. Ainsi STEWART et MACCALLUM [237], examinant les colostras d'une centaine de vaches entretenues dans les mêmes conditions de régime et de logement, ont observé des différences importantes (de 1 à 30 fois) qui étaient indépendantes du régime, de la date ou de l'époque de l'accouchement. Ces auteurs pensent que la teneur en facteur A du colostrum peut être influencée par la longueur de la période de non lactation entre deux vêlages.

La brièveté de cette période ne permet pas à l'organisme de la vache d'accumuler des réserves en facteur A et de faire passer dans son colostrum une quantité suffisante de ce facteur essentiel ; plus longue est la lactation avec un régime artificiel, plus courte

est la période entre la fin de la lactation et le part suivant, plus petite est la teneur du colostrum en facteur A.

2° Facteur B₁ (Aneurine).

D'après NEWTON [151] le colostrum de vache renferme environ dix fois plus de facteur antinévritique que le lait. On sait que selon RANDOIN [197] celui-ci contient une moyenne de 0 mgr. 53‰ de vitamine B₁.

3° Facteur B₂ (Riboflavine) (1).

Ce facteur qui exerce une action sur la croissance du rat atteindrait dans le colostrum un taux assez élevé. KRAMER et Collaborateurs [115] ont constaté en effet que le colostrum est plus riche en riboflavine que le lait. Par la méthode biologique ils ont obtenu les teneurs suivantes :

Colostrum du premier jour, 4 mgr. 2 à 6 mgr. 7‰ ;

Lait du trentième jour, 2 mgr. ‰.

Le lait du cinquième jour était de 50 % plus riche que le dernier lait des mêmes vaches ou que le lait du troupeau entier.

Rappelons que d'après RANDOIN [197] le lait normal contient en moyenne 1 mgr. 54 de vitamine B₂‰.

Facteur C (Acide ascorbique).

Pour KON et WATSON [111] le colostrum est légèrement plus riche en vitamine C que le lait (teneur supérieure à 23 mgr. 7‰). Comme pour le lait cette teneur est d'ailleurs très variable avec la richesse du régime alimentaire en vitamine C.

En effet, si RANDOIN [197] admet que le taux moyen du lait de vache en acide ascorbique est de 20 mgr. 6, il peut atteindre un maximum de 76 mgr. ‰.

Facteur D.

HENRY et KON [87] examinant par la méthode biologique la teneur en facteur D des graisses colostrales ont trouvé des valeurs allant de 0.4 U. I. à 1,2 U. I. par gramme, ce qui est légèrement supérieur à celle trouvée pour le beurre normal (0,4 U. I.).

Cependant RANDOIN et SIMONNET [198] ont constaté que le colostrum prélevé dix-huit heures après le vêlage possède une valeur antirachitique qui n'est pas supérieure à celle du lait normal (0 mgr. 023‰, d'après RANDOIN [197]).

Facteurs E, K, PP.

Si la vitamine E de reproduction (tocophérol), la vitamine K

(1) La vitamine G représente le complexe B₂, PP, B₆.

(principe coagulant du sang) et la vitamine PP (amide nicotinique) existent dans le lait de vache nous n'avons pas trouvé de documents sur la teneur du colostrum en ces éléments.

Notons que la présence du facteur K a été signalée dans le colostrum de femme (PLUM et LARSEN [176]).

La teneur du lait de vache en vitamine PP est de 2 mgr. 2‰ (MOREL [146]) ou de 3 milligrammes par litre (KODICEK [109]). Il est probable que celle du colostrum est plus faible par analogie avec ce qui a été constaté chez la femme par LWOFF et MOREL [131].

Cet avis ne semble pas être celui de SIMONNET [228] qui, parlant du colostrum en général, affirme qu'il est plus riche en vitamine PP que le lait.

c) LES HORMONES DU COLOSTRUM

Les recherches sur la teneur en hormones du colostrum de vache doivent être peu nombreuses ? Sans doute ce produit contient-il tout comme le lait normal de la folliculine. Sans doute également cette hormone est-elle plus abondante dans le premier que dans le second, comme cela a été mis en évidence pour le colostrum et le lait de femme (LACASSAGNE et NYKA [120]) et autres chercheurs.

On peut aussi supposer que le colostrum de vache recèle l'hormone hypophysaire (prolactine). D'après HEIM [84] celle-ci disparaît du colostrum de femme le cinquième jour après l'accouchement.

d) LES PIGMENTS DU COLOSTRUM

Pigments liposolubles (Caroténoïdes).

Le colostrum sécrété pendant les premiers jours qui suivent la mise bas a la couleur du miel. Le plus souvent au cinquième jour sa teinte est devenue celle du lait normal (WEBER [258]). La matière grasse de colostrum obtenue par centrifugation est jaune-safran.

Le beurre de lait colostrale est jaune foncé. Sa teinte devient rouge-orange au bout de quelques jours (TEICHERT [240]). La couleur jaune du beurre fonce davantage si on le fond (BUR et BERBERICH [31]).

Cette coloration est en rapport, au moins, avec certains pigments de la classe des caroténoïdes. Plus riche en vitamine A que le lait, le colostrum est aussi plus riche en carotène, l'une des provitamines A (DANN [47]).

PETERSEN [165] a soutenu que la teinte du colostrum disparaît de vingt à trente-six heures après le part et, qu'à ce sujet, le produit peut être mélangé au lait après soixante à soixante-dix heures.

KNUDSEN et NIELSEN [107] estiment aussi que s'il existe de fortes proportions de matière colorante (carotène) dans la matière grasse des premières traites, elles retombent rapidement à des proportions normales.

BOGGILD [22] a signalé autrefois que certaines vaches fournissent un lait dont la coloration et le goût sont encore ceux du colostrum dix à quinze jours après le part.

En vérité il y a là des facteurs individuels et alimentaires qui interviennent. Si, comme pour la majorité des autres constituants du colostrum, on note une chute brusque du carotène dans les deux ou trois premiers jours qui suivent la mise bas, on peut se rallier à cette opinion de WETHAMM et HAMMOND [263] selon laquelle la coloration la plus intense des matières grasses du lait est observée pendant les premières semaines de la lactation.

Pigments hydrosolubles (Flavines).

Nous avons vu que le colostrum est plus riche en riboflavine que le lait. Cette substance est un pigment jaune verdâtre fluorescent du groupe des flavines. C'est elle qui donne au sérum du lait sa coloration jaune verdâtre.

Pour BALL [6] d'une part, CORRAN et GREEN [40] d'autre part, la riboflavine est un constituant probable de la xantine-déshydrase (sans doute identique elle-même à l'enzyme de Schardinger).

De même HAND [82] soutient qu'une partie de la riboflavine forme dans le lait un complexe flavo-protéine qui ne serait autre que l'enzyme de Schardinger. La couleur rougeâtre du babeurre lui serait due.

Remarquons à ce sujet que, dans le colostrum la richesse en riboflavine s'oppose à la pauvreté en réductase aldéhydrique, ce qui n'est peut-être pas en faveur de l'opinion précédente.

On ignore encore quel est le pourcentage de lactoflavine pré-existant sous forme libre dans le colostrum. Dans le lait, selon KUHN et KALTSCHMITT [119] il atteint 90 %, ce qui facilite le dosage par fluorométrie.

(à suivre.)

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1° LES LIVRES

ROCHAIX (A.) et TAPERNOUX (A.). — **Hygiène des milieux ruraux. Hygiène publique et sociale.** Un volume broché de 267 pages, 38 fig., 3 planches hors texte. Vigot frères, éditeurs, 23, rue de l'Ecole-de-Médecine, Paris (6^e) et Librairie Médicale, 6, rue de la Charité, Lyon, dépositaire pour la zone libre ; 1943. Prix : 100 francs.

Cet important ouvrage s'est proposé d'apporter une utile contribution à la lutte contre le péril mortel que constitue le dépeuplement de nos campagnes.