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. PROPRIÉTÉS BIOLOGIQUES DU COLOSTRUM

La constitution physico-chimique du colostrum aussi bien que sa constitution biologique impriment à ce produit certaines propriétés qui sont l'apanage des tissus ou des humeurs des corps organisés.

Ces propriétés sont la résultante des phénomènes physiologiques qui président à la formation du colostrum dans la mamelle en vue de fournir au nouveau-né un produit aussi bien adapté que possible à ses besoins.

Elles sont surtout d'ordre diététique et immunologique.

S'il importe de les examiner dans le cadre de l'adaptation physiologique, il convient également d'élargir le débat pour évoquer leurs conséquences dans divers domaines et étudier certains emplois du colostrum.

Nous dégagerons enfin des déductions générales susceptibles d'éclairer la physiologie de la sécrétion lactée.

I. Propriétés nutritives du colostrum

Le colostrum possède à l'égard du jeune des propriétés alimentaires et des propriétés laxatives.

Les premières sont les plus intéressantes. Elles sont liées non seulement à la valeur nutritive de chacun de ses composants chimiques et biochimiques, mais encore au mode de digestion facile qu'offre la constitution colostrale dans son ensemble à l'attaqué des sucs digestifs du nouveau-né.

Ce dernier point amène donc à envisager après l'étude de cette valeur nutritive, celle de la digestion du lait colostré et en particulier l'action de la présure sur le colostrum.

Sans entrer bien avant dans ce vaste sujet, une partie de cet exposé sera consacré à l'étude de l'action « in vitro » de la présure sur le colostrum en raison de l'importance des conséquences industrielles qu'elle permet d'expliquer.

Enfin l'emploi du colostrum en alimentation humaine sera évoqué.

a) Valeur alimentaire.

Les zootechniciens regardent le colostrum comme un aliment de premier ordre pour les jeunes veaux. Sa richesse en matière azotée et en matière minérale lui permet de répondre aux besoins impérieux du jeune organisme qui ne peut croître, après le part, qu'à l'aide des matériaux apportés par le lait et cela au début d'une période où sa croissance très rapide exige des apports importants en relation avec les possibilités d'absorption et d'assimilation des organes neufs.

Si l'alimentation lactée est le prolongement normal de la nutrition placentaire, et si il y a par suite une corrélation étroite entre les besoins de l'organisme et la composition du lait, ce rapport apparaît comme d'autant plus étroit et indispensable que la naissance est récente.

Cette opinion peut déjà s'appuyer sur le fait que la composition du colostrum semble bien être intermédiaire entre celle du sang et celle du lait.

C'est à de très hauts degrés que le colostrum satisfait le besoin d'azote, le besoin d'énergie, le besoin de matières minérales (en phosphore notamment) et le besoin de vitamines du jeune animal.

Il le fait beaucoup mieux que n'importe quel autre aliment et l'étude de sa composition en général en est le témoin.

α) VALEUR ÉNERGÉTIQUE — RAPPORTS NUTRITIFS

Sans entrer dans tous les détails de la question qui ne paraît pas avoir fait l'objet de nombreux examens, il est curieux de calculer pour le premier colostrum les valeurs des principales formules théoriques des règles de l'alimentation.

De tels chiffres ne sont évidemment valables que pour un instant donné de la période colostrale et leur interprétation est relative.

Calculés à partir des teneurs moyennes établies par VAN DEN BURG [252] (vaches hollandaises) on obtient, comparativement au lait correspondant, les résultats suivants pour le premier colostrum (1) (voir tableau ci-après).

Ces chiffres permettent d'avancer que le premier colostrum possède une *valeur énergétique* très élevée, l'effet nutritif des aliments étant, on le sait, proportionnel au nombre d'unités nutritives ou de calories qu'ils renferment ou qu'ils produisent.

La valeur énergétique du colostrum est environ le double de celle du lait normal qui lui fait suite.

Pour des raisons de finalité ceci n'a rien qui surprenne : la ration du veau contient d'autant plus d'unités nutritives à l'unité

(1) Pour d'autres races ces chiffres seraient un peu différents. La valeur énergétique du lait courant peut atteindre 700-900 calories brutes.

Pour 1.000 cm ³ de :	Lait	Premier colostrum
<i>Valeur nutritive :</i>		
Pr + (Gr × 2,2) + H. C. = Vn soit :		
32 + (32 × 2,2) + 42 = en unités nutritives	144 - u.n.	
170 + (33 × 2,2) + 25 = en unités nutritives		267 - u.n.
ou calculée suivant KELLNER :		
(Pr × 0,94) + (Gr × 1,91) + (H. C. × 1) = Vn soit :		
(32 × 0,94) + (32 × 1,91) + (42 × 1) = en unités amidon	133 - u.a.	
(170 × 0,94) + (33 × 1,91) + (25 × 1) = en unités amidon		247 - u.a.
<i>Valeur énergétique :</i>		
Vn × 4,1 = Vc soit :		
144,4 × 4,1 = en calories	592 - c.	
267,6 × 4,1 = en calories		1.097 - c.
ou calculée directement à l'aide des valeurs calorifiques étudiées par RUBNER-STOHMAN-ATWATER :		
Pr = 4,4 Lactose = 3,9 Graisse = 9,3		
et compte non tenu des coefficients d'utilisation qui sont très élevés (96 à 100 %) :		
(32 × 4,4) + (32 × 9,3) + (42 × 3,9) = en calories	602 - c.	
(170 × 4,4) + (33 × 9,3) + (25 × 3,9) = en calories		1.152 - c.
<i>Relation nutritive :</i>		
Pr		
(Gr × 2,4) + H. C. soit :		
32	$\frac{1}{3,7}$	
(33 × 2,4) + 42 =		
170		$\frac{1}{0,61}$
(33 × 2,4) + 25 =		
<i>Rapport adipoprotéique :</i>		
Gr 32	$\frac{1}{1}$	
Pr soit $\frac{32}{32}$ =		
33		$\frac{1}{5,1}$
$\frac{33}{710}$ =		

de mesure que l'animal est jeune et qu'il absorbe une quantité d'aliments plus réduite.

La *relation nutritive* est très étroite. Elle correspond à un aliment extrêmement riche en matières azotées utilisables. Elle indique que les besoins du nouveau-né en ces substances sont peut-être extrêmement élevés. Si le fait est exact, il en découle une déduction pratique : lorsque le jeune est privé du colostrum

maternel il faut compléter son alimentation lactée par des protéines très assimilables tout au moins pendant deux ou trois jours.

Quant au *rapport adipo-protéique* notons qu'il est très élargi par rapport à celui du lait. Ceci semble indiquer que le veau digère les matières protéiques si abondantes du colostrum, sans le secours d'une importante quantité de graisse.

A côté de ces considérations il faut remarquer que le colostrum est généralement pauvre en lactose. Faut-il voir là une raison de finalité ?

JACQUOT et TRIMBACH [94] pensent que ce sucre est un glucide d'utilisation médiocre. La lactosurie se manifeste, en effet, même chez un jeune animal élevé au lait de la même espèce (veau). Le lactose serait mal digéré.

Le sucre de lait serait-il une substance de peu d'intérêt alimentaire pour l'organisme du nouveau-né pendant les heures qui suivent sa naissance ?

C'est fort probable puisqu'avec la matière grasse, cet élément n'est là que pour donner au jeune l'énergie nécessaire à la vie extérieure très restreinte à l'aube de l'existence.

Ajoutons que la faible teneur en lactose limite sans doute la production d'acide lactique dans le milieu intestinal. Le pouvoir bactéricide, évoqué plus loin, et le *pH* élevé, ne compensent-ils pas dans une certaine mesure l'action freinatrice de cet acide sur les fermentations du tube digestif ?

β) VALEUR BIOLOGIQUE DES PROTÉINES, DES VITAMINES ET DIASTASES.

La valeur alimentaire du colostrum ne tient pas seulement dans les proportions de ses constituants. Elle est encore liée à la qualité biologique de ces derniers.

C'est au premier chef la constitution intime des protéines qui intervient.

La caséine, la lactalbumine et la lactoglobuline, qui ne diffèrent pas sensiblement dans leur composition élémentaire (sauf pour le phosphore de la première et le soufre de la seconde) apportent dans le colostrum des acides aminés nombreux et variés, dont certains sont indispensables à l'organisme.

On a maintes fois attiré l'attention sur la richesse et la variété des acides aminés des protéines du lait normal et notamment sur celles de la lactalbumine qui cependant ne figure que pour un faible taux dans les protéines de cet aliment.

Il faut noter tout d'abord, avec OSBORNE et MENDEL [158] que la lactalbumine est très supérieure à la caséine parce qu'il suffit d'en introduire seulement 8% dans les régimes purifiés destinés au rat pour obtenir une croissance qui n'est acquise qu'avec 12% de caséine.

L'Ecole des biochimistes américains a attribué cette supériorité à la teneur relativement élevée de la lactalbumine en certains acides aminés indispensables à la vie.

Ce sont notamment la lysine et la cystine indispensables à la croissance, le tryptophane indispensable à l'entretien de l'organisme sans lequel la croissance ne peut se produire, l'histidine, etc.

C'est pourquoi SIMONNET [227] pouvait écrire en 1921, que la lactalbumine, étant prise comme étalon, paraît être la plus complète, pour le moindre taux, de toutes les albumines connues.

Si la répartition des acides aminés dans les trois protéines du colostrum est différente de celle des acides aminés des protéines du lait, cette différence ne saurait être importante vue sous l'angle de la loi du minimum, puisque le colostrum est très riche en protéines (sa richesse en tryptophane est remarquable).

On peut donc affirmer que la teneur élevée du colostrum en lactalbumine et en lactoglobuline vient renforcer d'une façon marquée les qualités biologiques de sa caséine. Il n'est pas douteux que l'ensemble protéique du colostrum constitue une véritable mine de produits azotés assimilables, tant par leurs taux élevés et leurs variétés que par leurs propriétés.

A côté des protéines, le colostrum apporte au nouveau-né et en quantité beaucoup plus importantes que le lait lui-même, des vitamines et des diastases, dont la valeur biologique est incontestable, notamment pour les premières qui le protègent immédiatement des affections dites « par carence ».

Le colostrum paraît indispensable au jeune pour lui permettre de franchir la période périlleuse que représente pour lui le passage de la vie intra-utérine à la vie extérieure, c'est-à-dire le passage de l'alimentation transplacentaire à l'alimentation trans mammaire (SIMONNET [228]).

b) Digestibilité (Particularités).

La digestibilité des aliments en général dépend, entre autres, de :

- La quantité d'aliments absorbés ;
- La nature de ces aliments.

Ces facteurs de variation dominent les particularités de digestion du colostrum.

Tout d'abord la sécrétion colostrale est moins importante que celle du lait. D'autre part sa composition chimique et sa constitution physique conditionnent son type de digestion.

On sait en effet que la digestion du lait se singularise de celle des autres aliments albuminoïdes parce qu'elle réclame pour trans-

former sa caséine, l'intervention de procédés nouveaux, notamment l'action de la présure.

Il faut donc examiner comment le colostrum réagit sous l'action de cette diastase, « *in vitro* » comme « *in vivo* ».

α) VOLUME DU COLOSTRUM ABSORBÉ

On sait que la quantité de colostrum, faible au début de la sécrétion, croît progressivement jusqu'à la fin de la période colostrale.

Le colostrum est un aliment destiné au veau nouveau-né, c'est-à-dire à un animal dont les muscles ne sont pas encore habitués à un travail normal : ce veau se déplace moins souvent pour téter sa mère que s'il était plus âgé, il se fatigue plus vite dans ses efforts de succion, son péristaltisme intestinal est moins intense, etc.

Le problème qui s'est donc posé à l'organisme maternel était de produire non seulement un aliment propre à la mise en train physiologique et à la croissance du nouveau-né, mais encore un produit d'absorption rapide, c'est-à-dire assimilable sous un volume réduit.

Si l'on considère que la valeur énergétique d'un litre de colostrum est d'environ le double de celle d'un litre de lait normal on peut dire que sous le rapport du volume, le colostrum est « un lait concentré et modifié par résorption ».

β) ACTION DE LA PRÉSURE « *IN VITRO* »

La présure est une diastase protéolytique et coagulante. Avec les recherches de HAMMARSTEN et surtout de Ch. PORCHER on sait que dans le lait normal :

1° Le premier temps de l'emprésurage, celui de la lyse de la caséine du lait (caséine = paracaséine + protéose soluble), est sous la dépendance d'une concentration en ions hydrogène suffisante ;

2° Le second temps de l'emprésurage, celui de la précipitation du paracacéinate calcique, c'est-à-dire l'agglomération de ses micelles, est conditionnée par la présence dans le milieu d'ions calcium ou magnésium.

La conjoncture favorable à l'action de la présure dans le lait est donc constituée pratiquement par une quantité assez abondante de caséine, un pH suffisamment acide et la présence de sels solubles de calcium ou de magnésium.

Ces conditions sont réalisées dans le colostrum : la caséine y est en proportions notables, l'acidité actuelle marquée, et la teneur en matières minérales solubles élevée.

Or, il est reconnu en général que les laits colostraux ne coagulent pas ou ne coagulent qu'imparfaitement sous l'action de la présure.

Cette inertie, nous le verrons, est la source de bien des aléas en industrie fromagère.

Ch. PORCHER [186] a étudié cette inertie de l'emprésurage dans les laits malades et a démontré qu'elle était imputable à la présence dans ces laits d'une proportion exagérée de globuline, qui par excellence, est un colloïde protecteur.

De plus, il a étendu le résultat de ses constatations expérimentales « aux colostrums et aux laits colostraux », ces derniers étant considérés comme un mélange en proportions variables de lait normal et de colostrum dont la mamelle n'est pas encore complètement purgée (1).

Il s'exprime ainsi [182] : les colostrums coagulent mal vis-à-vis de la présure, bien qu'ils renferment parfois un taux élevé de caséine, parce qu'à côté de celle-ci, il y a beaucoup de globuline dont l'action protectrice, en dépit de la richesse minérale, s'exerce d'une façon dominante.

C'est en recourant à la méthode synthétique dans l'étude du lait de femme que PORCHER et BRIGANDO [187] ont montré ce pouvoir de la globuline : le complexe additionné d'albumine donne sous l'action du lab un caillé aussi ferme que sans albumine, alors que le complexe additionné de globuline donne un caillé mou ou très mou.

En augmentant la proportion de globuline, on arrive même à ne plus avoir de coagulum sous l'action labique.

Cette protection peut-être combattue, comme l'a également montré R. VUILLAUME [256] dans son étude des laits de mammites, non par une addition de sels de chaux (chlorure de calcium), mais par une forte acidité.

Pour expliquer le mécanisme intime de la protection exercée par la globuline, PORCHER a émis cette hypothèse que ce colloïde hydrophile adsorbé par le paracaséinate, colloïde hydrophobe, empêche la présure d'exercer une action protéolytique complète.

Pour que la présure pénètre jusqu'au paracaséinate, il faut au préalable que la globuline ait été elle-même lysée.

GALLAY [69] se contente de dire à ce sujet qu'en épousant la nature hydrophile de la globuline qui les recouvre, les particules de paracaséinate échappent à l'action coagulante des sels se trouvant dans le sérum.

De toutes ces considérations, on peut déduire que dans le colostrum, si le premier temps de l'emprésurage (floculation) est favorisé par l'acidité élevée du milieu (pH moyen = 6,22), c'est le second temps de cette opération (gélification) qui est entravé en dépit de la richesse minérale, par l'abondance de la globuline.

(1) Les laits colostroïdes représentent aussi ce même mélange ; mais celui-ci est réalisé artificiellement et non pas d'une façon naturelle.

Il serait intéressant de vérifier sur le colostrum si l'action protectrice de la globuline peut être combattue par une acidité encore plus élevée.

* * *

Le premier colostrum demande souvent cinq à six heures pour coaguler mais ce *temps de prise* peut être encore plus long.

Si nombre d'auteurs ont signalé des cas où la coagulation ne se produit pas, ZAYKOWSKY [272] soutient au contraire, qu'elle a toujours lieu et que les observations négatives sont en rapport avec des laits pathologiques ou des laits pauvres en calcium.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la parturition, le temps de prise du caillot diminue pour devenir normal à la fin de la période colostrale. Le même chercheur, en examinant des colostras dont la vitesse de coagulation était peu ralentie comparativement à celle du lait normal, a trouvé que vers le quatrième et le cinquième jours après le vêlage, la vitesse de coagulation du colostrum était identique à celle du lait.

Quoi qu'il en soit, il y aurait peut-être là une mesure à étudier pour déterminer le moment où le lait colostrale est devenu propre aux usages de la fromagerie, sous réserve toutefois que son acidité (actuelle et potentielle) soit semblable à celle du lait normal. Cet essai de présure aurait plus de valeur que l'essai de cuisson couramment pratiqué, ou tout au moins viendrait en compléter les indications.

* * *

On trouve encore peu de documents sur la *consistance du coagulum* colostrale.

D'une manière générale les anciens auteurs sont d'accord pour affirmer, sans d'ailleurs traduire cette opinion par des chiffres, que le caséum obtenu par emprésurage est mou, manque de fermeté.

Les recherches modernes qui tendent à mesurer la consistance du coagulum par divers procédés mécaniques, semblent indiquer le contraire.

Si BERRY [17] estime que la consistance du coagulum du lait est sensiblement uniforme au cours de la lactation, il fait une exception pour les premiers jours qui suivent la parturition. A ce moment le colostrum fournit un coagulum de grande consistance.

RIDELL, CAULFIELD, WHITNAH [204], qui ont étudié sur 8 vaches les modifications de la tension de coagulation au cours de la lactation à l'aide de la méthode de Hill, modifiée par SOMMER et MONNIER, sont d'un avis semblable quoique d'une opinion un peu différente pour l'autre partie de la lactation :

La tension diminue rapidement au cours du 1^{er} mois et atteint

un minimum après deux ou trois mois pour se relever ensuite, atteignant parfois au dixième mois une valeur de 100% plus élevée qu'au cours du deuxième mois. Si, chez certains sujets, la consistance du coagulum est normale après dix jours, il faut généralement deux à trois semaines pour obtenir cette consistance. Dans certains cas, la consistance maximum fut constatée le premier jour de la lactation et elle fut suivie d'une diminution progressive ; généralement la consistance maximum fut relevée du troisième au cinquième jour après la parturition.

Pour ces auteurs, les teneurs élevées en globuline et en albumine des premières traites, interviennent dans la détermination de la consistance du coagulum.

Il faut attendre que de nouvelles précisions soient apportées en la matière.

* * *

De cette étude sur l'action de la présure « in vitro » sur le colostrum, il faut surtout retenir que ce lait se range dans la catégorie des laits paresseux en dépit de son acidité élevée.

γ) ACTION DE LA PRÉSURE « IN VIVO »

Ce sont les différences de composition chimique des laits et leurs divers comportements sous l'action de la présure qui ont permis à Ch. PORCHER de distinguer deux catégories de laits :

Les laits caséineux (vache, chèvre, brebis) ;

Les laits albumineux (femme, chienne, ânesse, etc.).

La coagulation de ces deux types de lait dans l'estomac des diverses espèces ne sauraient être calquées toutes sur le même modèle.

Selon PORCHER dans les uns domine le type présure, où la diastase exerce la principale action, aidée seulement par une certaine acidité d'origine stomacale.

C'est le cas de la vache, de la chèvre, de la brebis..., espèces productrices de laits caséineux.

Dans les autres, domine le type acide où l'acidité joue le rôle primordial devant une action limitée de la présure. Il en est ainsi chez la femme, la chienne, l'ânesse..., espèces dont la mamelle sécrète un lait de type albumineux.

Il est facile d'étendre ces considérations au colostrum.

Le colostrum est, nous l'avons vu, un lait de type albumineux. C'est dire qu'il coagule difficilement sous l'action de la présure malgré sa forte charge saline. Il rencontre dans le tube digestif une acidité stomacale ($pH = 1,6-1,7$) qu'il renforce par sa propre et forte acidité.

On peut tendre à soutenir que la coagulation du colostrum « in vivo » est du type acide.

C'est peut-être là une de ces finesses de l'adaptation physiologique du fonctionnement mammaire, aux aptitudes digestives du jeune veau pendant les jours qui suivent sa naissance, et sur lesquelles nous reviendrons.

c) Pouvoir laxatif.

Beaucoup de gens estiment que le colostrum est nécessaire aux jeunes pour provoquer, après la naissance, l'évacuation rapide des matières qui se trouvent dans le tube digestif désignées sous le nom de « méconium ».

Certains même lui attribuent une action cathartique analogue à celle d'un purgatif non drastique.

Ce pouvoir a été attribué à la richesse du colostrum en certains sels minéraux notamment à sa teneur en magnésie.

ENGEL et SCHLAG [61] ont constaté que le taux de la magnésie n'est généralement pas très élevé dans le colostrum et estiment qu'il faut chercher autre part l'origine de cette propriété laxative.

Il ne faut pas oublier à ce sujet, que le colostrum est en équilibre isotonique avec le sang du nouveau-né. En conséquence si certains sels interviennent, il semble difficile d'expliquer leur action par un phénomène d'exosmose.

Rappelons à ce sujet que RENAUD [201] situe le pouvoir diurétique du lait et du petit-lait dans le lacto-sérum qui possède des fonctions cholagogues (lacto-sérum thérapeutique).

Selon MALTERRE, GINIEIS, GUÉRILLOT et BERTHAUT [134] le colostrum dont les protéines ont été lysées par la papaine (1), bouilli pendant vingt minutes, possède encore des propriétés laxatives aussi marquées que le colostrum normal.

d) Emploi du colostrum en alimentation humaine.

Si l'on considère très justement en France le colostrum comme un lait anormal, c'est d'une part pour respecter la coutume, pour conserver au lait courant les caractères légaux qui lui sont propres et d'autre part pour réserver aux jeunes veaux un aliment dont ils ne pourraient se passer sans être en but à l'emprise de graves maladies.

Dans notre pays le décret du 25 mars 1924 autorise la vente du lait à partir du septième jour qui suit le vêlage. Cette limite correspond à un lait qui ne coagule plus par la chaleur et possède les apparences du lait normal.

(1) Action en moins de deux heures du suc frais et bien conservé de *Carica papaya* sur le colostrum fraîchement récolté et étendu d'eau.

Si dans certains cas, comme nous l'avons vu, le lait possède encore la coloration et le goût du colostrum dix à quinze jours après le part, il ne s'agit là que d'exceptions cependant utiles à connaître pour l'interprétation des analyses.

La période légale varie légèrement suivant les pays :

Dans quelques nations aucune limite n'est fixée. A Copenhague il est interdit de mettre en vente du lait ou de la crème provenant de vaches récemment vélées et dont le lait n'est pas propre à la cuisson.

En Suisse, le temps écoulé depuis le vêlage doit être de huit jours (ord. du 23 février 1926).

En Norvège, à partir du sixième jour le colostrum (Ramelk) peut être utilisé comme lait complet et servir à la fabrication de la crème, du beurre et du babeurre. Ce délai est étendu à dix jours pour le lait destiné aux enfants en bas âge (décret royal du 3 mai 1925), etc.

* * *

Mais si la vente du colostrum est interdite en de nombreux pays, ce lait peut-il être consommé impunément par les humains ?

Pour les Anciens, en particulier pour Pline, le colostrum de vache était nuisible au nourrisson. Par une sorte d'analogie, ils en déduisaient que le colostrum de femme possédait la même propriété en raison de son excessive densité (1).

Des accusations ont été autrefois portées contre lui dans beaucoup de régions du monde moderne. En France, MACÉ [132] a prétendu que le colostrum se putréfie très vite et est d'une digestion difficile en raison de sa richesse en albuminoïdes.

De son côté PAGÈS [162] estime que pour l'allaitement artificiel des enfants le lait ne doit être utilisé que vingt jours environ après la mise bas.

Dernièrement encore SIMONNET [228] rapportait que le colostrum de vache provoque des diarrhées chez le nourrisson.

Cependant dès 1909 BUR et BERBERICH [31] affirmaient qu'il pouvait constituer un aliment sans nocivité. En 1932 ABDERHALDEN [1] a déclaré que rien ne s'oppose à l'emploi du « Kolostralmich » comme aliment pour les humains.

Certes, l'absorption de colostrum a pu déterminer des accidents ou des maladies notamment chez les nourrissons. Mais vraisemblablement il s'agissait d'être sensibilisés, de nouveau-nés mal préparés à la digestion d'un colostrum d'espèce hétérologue (spécificité), de colostrum anormal, pathologique ou infecté.

(1) E. WICKERSHEINER. Une thèse du XVIII^e siècle sur le colostrum. Extrait du *Bulletin de la Société française d'histoire de la Médecine*, 1906. (Il s'agit d'une thèse sur le colostrum de femme, de J. J. DOLDE, soutenue à Bâle en 1750 pour le Doctorat en médecine)

En fait, il est des pays où l'on absorbe sans inconvénient et depuis longtemps le colostrum sous des formes diverses. Seuls les bienfaits qu'il procure aux veaux et sa production minime sont les vrais obstacles à sa plus large consommation, tout au moins par les adultes.

Ainsi BUR et BERBERICH [31] ont rapporté que dans divers établissements d'Angleterre, de Finlande, de Transcaucasie, etc., on l'utilise, à la préparation de fromages, de mets culinaires, de pâtisseries dont les auteurs indiquent les recettes.

En Prusse Orientale, on prépare des omelettes au lait colostré (TEICHERT [240]).

En Abyssinie, rapporte GRIAULE [74], « les usages différents du colostrum tiennent tous à cette croyance où sont les indigènes que sa consommation durcit la tête. » Dans le Godjam, les enfants le mangent après l'avoir fait cuire. Peu de gens osent boire le lait des trois premiers jours car, s'il passe pour fortifiant, il est aussi considéré comme très indigeste » (ce qui serait à vérifier). « Au Wolls, le matin qui suit la mise bas les gens se réunissent pour consommer un fromage fait de colostrum bouilli. »

Un tel mets, dont la valeur énergétique et biologique est certainement très élevée, doit avoir certains caractères communs avec le fromage dit « sérai » ou « sérac », que l'on fabrique dans nos régions de l'Est à partir du petit-lait de caillebotte de gruyère et sur lequel nous reviendrons dans le chapitre de la fromagerie.

Mais tous ces faits ne sont que des curiosités sans grand intérêt. Il n'est pas dit cependant que l'on ne puisera pas un jour dans ce domaine pour parfaire l'allaitement artificiel ou pour augmenter l'arsenal des médications d'origine organique.

II. Propriétés humérales

Si le colostrum possède accidentellement un pouvoir infectant semblable à celui des humeurs infectées, on lui reconnaît d'une façon plus constante des propriétés bactéricides et immunisantes prononcées.

Que l'immunité transmise soit naturelle, qu'elle soit acquise d'une façon passive ou active, le colostrum est bien comme l'a soutenu TH. SMITH un des facteurs importants de l'immunité héréditaire.

Mais ces propriétés colostrales sont susceptibles d'avoir des répercussions en industrie laitière, aussi convient-il d'insister sur leur étude malgré toutes les incertitudes qui planent encore sur la question.

a) Pouvoir infectant.

Ce pouvoir, de nature accidentelle, est celui des humeurs

infectées. La présence au sein même du colostrum d'agents pathogènes plus ou moins virulents, ayant résisté aux moyens de défense que possède l'organisme fait présumer l'existence de ce pouvoir.

N'est-ce pas là ce que les latins voulaient traduire en désignant sous le terme de « colostratio » la maladie des nouveau-nés due au lait ?

Il apparaît que le colostrum peut transmettre aux êtres qui le consomment les mêmes maladies dont le lait normal est le vecteur.

Deux points particuliers, intéressant la présence d'agents pathogènes dans le colostrum nous retiendrons en raison de leur intérêt pratique :

1^o La présence des agents microbiens des mammites, et en particulier du streptocoque, est l'une des expressions de ce que PORCHER [185] a appelé « l'infection latente de la mamelle ». Il apparaît que c'est dans le colostrum que le microbe, en sommeil dans la glande au repos, se réveillera si l'on ne procède pas en temps voulu à la vidange complète de la mamelle ;

2^o L'examen bactériologique du colostrum des primipares peut présenter un intérêt marqué :

Il peut permettre tout d'abord de déceler certaines infections descendantes, la mamelle étant encore, pour ainsi dire, vierge de contaminations d'origine externe.

De plus, on peut l'utiliser comme méthode de contrôle dans les expériences d'infection ou de vaccination. COTTON, BUCK et SMITH [42] ont utilisé ce moyen pour étudier les résultats fournis par la vaccination antibrucellique des veaux femelles. La majorité des veaux vaccinés devenus génisses ont sécrété un colostrum dépourvu de *Brucella abortus*, alors que le contraire fut constaté chez la plupart des veaux non vaccinés de contrôle, placés en milieu contaminé.

b) Pouvoir bactéricide.

On sait que l'on attribue au lait la propriété de tuer certains microbes ou d'arrêter leur pullulation. Cette puissance est plus marquée dans le colostrum que dans le lait. On peut dire qu'elle contrebalance la pullulation des germes à l'intérieur de la mamelle. Elle ne représente qu'un moyen de défense de l'organisme, sorte de prolongement de ceux dont celui-ci dispose déjà en son sein.

D'une façon générale le pouvoir antimicrobien du colostrum ou du lait tient à sa richesse en leucocytes et à son origine humorale.

α) PHAGOCYTOSE. POUVOIR OPSONIQUE

Si la phagocytose est plus ou moins active suivant les individus, elle n'en contribue pas moins à faire disparaître par englobement

et par digestion de nombreux microbes. Ce sont les microbes les plus virulents qui lui résistent, soit parce qu'ils ne se laissent pas englober (présence de gaines), soit parce qu'ils sécrètent des produits toxiques pour les globules blancs (leucocidines), soit parce qu'ils résistent aux sucs digestifs du protoplasme phagocytaire.

On sait que les *opsonines* du sérum sanguin, anticorps thermolabiles, favorisent l'englobement des microbes en modifiant leur couche périphérique de façon qu'elle adhère plus aisément aux leucocytes.

FRADKINA [63] a signalé à ce sujet que le colostrum de vache possède des propriétés opsonisantes remarquables.

Avant la première tétée, le sang des veaux nouveau-nés est dépourvu de propriétés opsonisantes ; les opsonines apparaissent dans le sang seulement après la première ingestion de colostrum.

Notons enfin que les leucocytes peuvent exsuder des sucs qui altèrent les microbes libres dans le milieu et les rendent finalement phagocytibles.

WHITEHEAD et COX [264] ont constaté que le lait de vache contenant plus de 5 millions de leucocytes par centimètre cube et en dehors de toute maladie visible, donne, sous l'action de la présure, un coagulum dans lequel les streptocoques lactiques ne peuvent pas produire des quantités normales d'acide lactique. Les auteurs pensent que très probablement le fait est dû à la phagocytose des streptocoques.

Il serait intéressant d'enrichir artificiellement un lait normal en globules blancs, soit avec du colostrum, soit directement avec une suspension leucocytaire obtenue au laboratoire et de vérifier cette opinion qui n'est pas sans intérêt pour l'industrie laitière.

β) POUVOIRS AGGLUTINANT ET LYTIQUE

Il y a longtemps que l'on a reconnu au lait et au colostrum des propriétés bactéricides d'origine humorale, celles du dernier étant plus marquées que celles du premier.

Par exemple KONING [113], en 1904, a signalé que le colostrum possède « une action toxique énergique sur le colibacille et qu'il empêche le développement des bactéries en général dont le nombre minimum est atteint dix-huit heures après la traite. Cette propriété persiste dans le lacto-sérum.

De même SASSENHAGEN [215] estimait en 1910, que le colostrum contenait des haptines hémolytiques et bactériolytiques ainsi que des substances ayant le caractère de compléments et d'anticorps.

Cependant l'origine et la nature des éléments bactéricides du colostrum et du lait sont encore mal connues.

On sait que les bactériologistes distinguent en gros, deux sortes d'anticorps :

Les anticorps coagulants thermostabiles (agglutinines, précipitines, etc.) ;

Les anticorps lytiques thermolabiles.

Anticorps agglutinants.

Ce sont surtout des agglutinines qui ont été décelées dans le colostrum.

Selon SATO, OGURA et IKEJIMA [218], le colostrum contient ces éléments pendant une période allant de un à quatre jours après le part avec un maximum aussitôt après le vêlage et même dix heures avant celui-ci. Les plus abondantes sont celles qui réagissent vis-à-vis du *Bact. Coli* et du *Vibrio fetus*. Viennent ensuite celles qui agglutinent les bacilles paratyphiques, *B. brucella melitensis* et *Brucella abortus*.

La production d'agglutinines serait irrégulière dans le cas d'infection mammaire.

SMITH, ORCUTT et LITTLE [232] ont étudié les variations du taux des agglutinines dans le sang et lait lors d'infection à *Brucella abortus*.

La proportion des agglutinines du lait comparée à celle du sérum sanguin oscille habituellement entre $1/16^e$ et $1/64^e$. Or, il est des cas où ces proportions sont beaucoup plus hautes. Elles sont de $1/4$ à $1/1$ pour le lait et de $1/1$ à $2/1$ pour le colostrum.

La haute concentration dans le colostrum est en partie due à une lente élimination par la mamelle inactive : dans les quelques jours qui suivent le part, la proportion tombe à $1/16^e$ et $1/32^e$. Elle ne reste élevée que dans quelques cas.

Des recherches entreprises pour expliquer ces différences, il résulte que le taux des agglutinines dans le lait ne s'élève considérablement que si la mamelle est le siège d'une multiplication des *brucella*.

On peut rapprocher ces constatations de celles de MAZÉ [140], à savoir que le lait de vaches atteintes de brucellose exerce une action empêchante sur l'évolution de la fermentation lactique. Les substances empêchantes, qui proviendraient du sang, ne sont pas détruites par un chauffage à 65^o pendant cinq minutes.

Il est probable ajoutons-nous, que le colostrum infecté, exerce une influence empêchante sur la fermentation lactique, plus marquée que celle du lait d'animaux brucelliques.

A côté de ces agglutinines antimicrobiennes, notons en passant qu'ORLA-JENSEN [157] a signalé dans le colostrum et dans le lait la présence d'une agglutinine qui serait le facteur principal de la montée spontanée de la crème du lait par réunion des globules gras. Le colostrum en contiendrait cinq à dix fois plus que le lait normal.

Quant à la présence d'isoagglutinines permettant de classer les colostras de vaches en groupes analogues aux groupes sanguins nous n'avons pas trouvé de documents à leur sujet.

Anticorps lytiques

J. et M. BORDET [24] ont bien étudié le pouvoir bactériolytique du colostrum de femme sur les germes banaux. Ce même pouvoir existe dans le colostrum de vache.

On sait que les conditions de résistance au chauffage des anticorps lytiques ont permis d'attribuer leur action à l'intervention de deux substances :

1° L'alexine ou complément, élément du sérum sanguin, thermolabile, non spécifique, n'agissant qu'en présence de :

2° l'anticorps spécifique thermostable (sensibilisatrice).

Or, ce qui frappe, à l'étude des documents concernant le colostrum ou le lait de vache, est que si leur pouvoir bactéricide est bien thermolabile, il ne l'est pas exactement à 55°, comme le voudrait la dénaturation de l'alexine par la chaleur.

Ainsi DREWES [57] a constaté qu'il est annihilé par un chauffage de 60-70°.

Pour JONES et LITTLE [98] il n'est pas encore atteint après vingt minutes à 62°.

ORLA-JENSEN et JACOBSEN [157] soutiennent qu'il faut atteindre 70 à 75° pour le détruire complètement.

Cette différence de température de dénaturation avec celle de l'alexine a conduit les chercheurs à nier l'existence du « complément » dans le lait ou le colostrum. C'est pourquoi JONES et LITTLE affirment que le pouvoir bactéricide n'est pas d'origine sanguine mais qu'il prend naissance dans la mamelle.

Avec SIMMS, ces auteurs [97, 99] ont cherché à isoler la substance capable de ralentir la croissance des bactéries (bacille typhique, streptocoque). Ils ont désigné ce principe sous le nom de « lacténine » (ce qui prête à confusion avec la lacténine de Beau) et lui attribue les propriétés suivantes :

Après chauffage son action ne peut être récupérée par l'addition d'une petite quantité de lait actif. Elle est présente dans le petit-lait. Elle traverse assez facilement les bougies Berkefield, sauf les bougies N et W. Elle est adsorbée par le charbon végétal et non par le kaolin. La dessiccation ne la détruit pas et on la retrouve dans le lait desséché. Son activité varie avec les quartiers mammaires.

De leur côté ORLA-JENSEN et JACOBSEN soutiennent que la propriété bactéricide du lait arrête le développement et la production d'acidité de la plupart des streptocoques et de certaines autres bactéries lactiques. Elle n'agirait pas sur le *Streptococcus thermo-*

philus, ni sur les thermobactéries ne produisant que de l'acide lactique gauche.

Par opposition aux opinions précédentes, STASSANO [234] estime que l'alexine existe dans le lait frais. L'addition d'alexine fraîche à du lait chauffé (pasteurisation en couche mince) dans lequel la sensibilisatrice n'est pas détruite, mais où l'alexine a disparu, rétablit l'effet bactéricide.

S'il est difficile de conclure sur l'origine et la nature du pouvoir bactéricide, il n'en reste pas moins que celui-ci est très élevé dans le colostrum, ce qui peut avoir des conséquences pratiques en industrie.

c) Pouvoir immunisant.

On attribue au colostrum la propriété de conférer au jeune être qui l'absorbe une résistance à certaines maladies, c'est-à-dire en quelque sorte de les vacciner contre les infections des jeunes.

Cette transmission de l'immunité par la voie digestive, soupçonnée depuis longtemps, a été bien étudiée par SMITH et LITTLE [229]. Ces auteurs ont observé la difficulté de conserver vivants les veaux n'ayant pas reçu le colostrum. Les animaux meurent d'infections colibacillaires. De leurs expériences il se dégage que le colostrum contient des substances (anticorps) qui empêchent les bactéries intestinales d'envahir le corps et de se multiplier dans les organes en y produisant des désordres variés et souvent fatals (septicémies, néphrites, arthrites, selon les différents microorganismes responsables).

En 1939, MALTERRE et GINIEIS [134] ont confirmé, à l'occasion de recherches sur la vaccination antituberculeuse protocolaire, que les veaux privés de colostrum succombent à la septicémie des nouveau-nés.

D'autres recherches de SMITH et LITTLE [230] ont montré que le sérum de vache administré aux veaux, à la fois par injection intraveineuse et par ingestion peut remplacer le colostrum avec un plein succès.

Les veaux ayant reçu du colostrum ou du sérum de leur mère présentent dans leur urine une protéine coagulable par la chaleur et l'acide acétique. Ce fait est décelé seulement entre le premier et le troisième jour [231].

FRADKINA [63] a signalé que le colostrum possède des propriétés immunisantes vis-à-vis des microbes ordinaires du tube digestif (*B. Coli*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*) qui traversent très facilement la muqueuse du tube digestif du veau dans les jours qui suivent la naissance.

D'après TRAUM [243] les anticorps qui agissent contre le coli-

bacille disparaissent rapidement à mesure que la sécrétion lactée s'établit. Après la quatrième tétée, les épreuves sérologiques ne peuvent plus les déceler. Il semble d'ailleurs que l'organisme du jeune veau ne possède que pendant deux ou trois jours la faculté d'absorber les anticorps ingérés. Au bout de quelques jours ceux-ci seraient modifiés par les sucs digestifs.

Pour BARDELLI [7] se serait la muqueuse intestinale du veau qui deviendrait imperméable aux anticorps du lait. Ces éléments diminueraient d'une façon très sensible au cours du deuxième mois, en sorte que la résistance conférée par la mère ne persisterait guère au delà de ce terme.

Les vaches dont la sécrétion lactée est maintenue jusqu'à une date très rapprochée de la parturition, fourniraient un colostrum dépourvu d'anticorps (TRAUM [243]).

Pour donner du colostrum sain à des veaux nés de vaches infectées, RAGSDALE et BRODY [196] ont pasteurisé du colostrum en évitant sa coagulation (62°8 pendant vingt minutes ou 60° pendant trente minutes). Ils ont constaté que le pouvoir immunisant était conservé après ce chauffage. En effet, 7% seulement des veaux ayant bu ce colostrum pasteurisé moururent, alors que 32% de ceux qui n'avaient pas reçu de colostrum ne résistèrent pas aux maladies.

Par contre, le colostrum soumis à l'ébullition perd ses propriétés immunisantes (*loc. cit.*, [134]).

Si les laits colostraux peuvent recéler certains facteurs de l'immunité antimicrobienne, ils peuvent aussi détenir ceux de l'immunité antitoxique.

Ainsi MINETT [142] a montré chez des bovins ayant reçu des injections de toxoïde staphylococcique que le colostrum contient une quantité d'antitoxine parfois égale ou supérieure à celle du sang (80 parties) alors que le lacto-sérum du lait de quartiers normaux n'en renferme que des quantités beaucoup plus faibles (1 partie) (1).

CANDLISH et BLACK [33], en se basant sur les résultats comparatifs donnés par l'alimentation des veaux au lait cru ou au lait pasteurisé après une période d'allaitement maternel de cinq à dix jours, estiment que le colostrum doit être consommé pendant une période de temps dépassant cinq jours pour que les animaux profitent de ses propriétés immunisantes.

Selon E. LECLAINCHE les substances immunisantes sont liées aux globulines du colostrum.

(1) Dans le lait de vaches vaccinées par l'anatoxine staphylococcique RICHOU et HOLSTEIN [203] ont décelé la présence de l'antitoxine correspondante à des taux variant entre 0,05 et 6 unités.

« Il semble bien, écrit SIMONNET [228] que le colostrum apporte au nouveau-né des anticorps qui lui manquent à la naissance parce que les globulines qui en sont les vecteurs ne traversent pas la barrière placentaire.

Chez le veau, espèce à placenta épithélio-chorial, le colostrum apporte l'euglobuline et la pseudo-globuline I. Chez l'enfant, espèce à placenta hémio-chorial, c'est l'euglobuline qui manque. Il semble, dans ces conditions que le colostrum d'une espèce ne puisse suppléer celui d'une autre espèce dont le placenta n'appartient pas au même type. »

Le colostrum est donc bien l'un des véhicules de l'immunité héréditaire. L'intensité de son pouvoir protecteur est fonction de l'immunité naturelle ou acquise de la femelle qui le sécrète, et c'est pourquoi, dans une même espèce, elle est variable avec les individus.

III. Considérations sur la finalité et la genèse du colostrum

a) Finalité.

Le colostrum est la résultante de deux fonctions mammaires principales conjuguées : la sécrétion et la résorption lactée.

La sécrétion lactée a pour but de fournir les éléments du lait normal aux jeunes organismes.

La résorption lactée, qui contrarie la précédente, a deux rôles :

1° Celui d'assurer l'élimination des éléments du lait lorsque ceux-ci ne trouvent pas immédiatement une utilisation dans le monde extérieur ;

2° Celui de modifier le lait sécrété pour l'adapter aux besoins du nouveau-né (1).

Ces deux rôles de la résorption apparaissent avec évidence pour peu qu'on entre dans le détail du processus :

D'une façon générale :

Le taux plus élevé des éléments non élaborés du colostrum s'explique de deux façons :

Par l'inutilité et peut-être le danger de donner au nouveau-né des substances compliquées difficiles à utiliser par un tube digestif neuf ;

Par la nécessité d'une résorption rapide évitant le séjour prolongé du lait dans la mamelle et, par suite, son infection.

D'une façon plus particulière :

(1) On dit communément que le colostrum est une « sécrétion ». Si le mot semble exact parce que la mamelle laisse bien exsuder du colostrum, en réalité l'épithélium mammaire ne sécrète pas de colostrum mais seulement du lait. Le colostrum n'est donc pas une sécrétion véritable mais plutôt, si l'on peut ainsi s'exprimer, une rétro-sécrétion.

La faible teneur en lactose, sucre mal assimilé par le veau, limite une fermentation lactique prédisposant à une coagulation intramammaire due à l'acidité ou à des germes présurgènes ;

La faible teneur en caséine évite également cette coagulation.

Elle est, de plus, avantageusement remplacée par le système mixte Holoprotéides + caséine, qui renforce encore, par le pouvoir protecteur des albumines, la résistance à la formation d'un coagulum.

Mais par ailleurs les holoprotéides colostraux, tout en améliorant la qualité biologique des protéines font du colostrum un lait albumineux, facile à digérer par le veau, etc. ; »

L'afflux leucocytaire permet en même temps que la résorption d'une quantité limitée de composants élaborés et une défense contre l'infection de la mamelle, un renforcement du pouvoir bactéricide et immunisant utile au jeune ruminant, etc...

La résorption est assurée dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire rapidement et à l'abri de l'infection. Elle peut jouer à tous les moments de la période d'adaptation du jeune à l'alimentation trans mammaire.

Qu'après la naissance, le jeune ne soit pas capable d'absorber tout le colostrum mis à sa disposition, la résorption continue à remplir ses deux rôles :

Tendre à tarir la mamelle et à la protéger contre l'infection, tout en fournissant au nouveau-né un aliment très riche occupant le moins de place possible.

On pourrait s'exprimer autrement et dire : *la mamelle a trois fonctions* :

- 1° La sécrétion du lait ;
- 2° Le tarissement du lait ;
- 3° La colostralisation de ce lait.

Mais il faudrait ajouter : il y a coïncidence physiologique entre les deux dernières fonctions qui sont assurées par un mécanisme unique : la résorption lactée.

En définitive le colostrum est la résultante de trois finalités mammaires :

La mise en train de la sécrétion lactée qui fournira au jeune, après la période colostrale, les éléments du lait normal ;

La protection de la mère contre les méfaits de la rétention forcée du lait ;

La fourniture au nouveau-né d'un produit de haute valeur alimentaire, de digestion facile, doué de propriétés immunisantes et laxatives, sous un volume réduit.

En bref, le colostrum est le reflet de l'équilibre qui s'établit entre les processus de sécrétion et de résorption mammaires. Il est

en même temps une finalité alimentaire, laxative, protectrice, parfaitement adaptée aux besoins du nouveau-né.

b) Genèse.

À l'apparition du groupe des mammifères, quels sont les phénomènes qui ont présidé à l'installation définitive du fonctionnement mammaire ?

Si l'on essaie de jeter un jour sur ce point, à la lumière de nos connaissances sur la physiologie de la sécrétion lactée, on est amené à penser qu'une coïncidence physiologique est en cause : la persistance de l'espèce dans la suite des temps semble liée à la coïncidence d'un fonctionnement mammaire sans dommage pour l'adulte et la production d'un lait répondant aux besoins du jeune. Seuls les nouveau-nés qui ont rencontré cette conjoncture ont pu persister.

Plus simplement un accord physiologique plus ou moins parfait entre les phénomènes de la sécrétion et de la résorption lactées fut nécessaire.

Sans doute, ces derniers étaient-ils simples à l'origine :

La composition du lait sécrété était plus voisine de celle du sang qu'actuellement, ou plus exactement, le lait contenait plus d'éléments de filtration que d'éléments élaborés par suite d'un manque de différenciation des cellules mammaires ;

De même la résorption était plus une filtration à rebours qu'une désintégration de substances plus ou moins compliquées.

Il faut dire cependant que l'organisme était peut-être mieux préparé à la résorption qu'à la sécrétion. En effet, le phagocyte, pour ne considérer que lui, est un élément plus ancestral que la cellule mammaire. Il existe chez les batraciens, chez les poissons, etc., tous animaux plus primitifs que les mammifères.

On peut donc se former une image vague du lait des premiers mammifères. C'était un lait très aqueux, riche en éléments non élaborés (holoprotéides, azote non protéique, chlorures et autres sels solubles), pauvre en éléments élaborés (caséine, lactose, matière grasse (1), acide citrique...) peu riche en éléments cellulaires.

Par la suite, le fonctionnement mammaire a pu se perfectionner dans diverses voies suivant la transformation imposée aux espèces terrestres, marines, ailées et leur sélection adaptative aux différentes conditions de milieu.

Mais c'est précisément cette image que l'on peut se faire du lait primitif qui nous rappelle, bien que de loin, celle du colostrum.

(1) Sauf peut-être en acides gras volatils abondants dans la sueur. Notons cependant que le lait du monotrème « *Echidna aculeata multi-aculeata* » ne contient pas de glycérides à acides gras volatils solubles, H. K. MARSTON : *Australian J. of Exp. Biol. and Medical Sc.*, t. III, 1926, p. 217.

Elle nous le rappelle, non seulement par l'analogie de répartition des composants chimiques mais encore par cet accord parfait entre la sécrétion et la résorption qui cependant, correspondent, à l'égard du colostrum, à des processus perfectionnés.

L'image physiologique du colostrum se situe entre celle d'un lait ancestral probable et celle du lait normal.

C'est pourquoi on peut se demander si les laits colostraux ne représentent pas les reliquats plus ou moins déformés des laits produits par l'espèce dans la suite des temps :

« Le premier colostrum, ce lait issu d'un organe dont le fonctionnement est encore en quelque sorte embryonnaire (1), ne reproduit-il pas, plus ou moins fidèlement, d'une manière transitoire et passagère, les variations que le lait de l'espèce qui le produit a subies au cours des siècles, avant d'atteindre son degré actuel de spécialisation. »

N'y a-t-il pas là une nouvelle preuve physiologique du transformisme, une sorte d'ontogénie dont la succession des stades répète ceux d'une phylogénie probable selon la loi d'Haeckel.

La physiologie comparée apportera sans doute un jour des éclaircissements sur ce point qui comporterait des déductions pratiques importantes :

Par exemple, les vaches primipares produisant un premier colostrum dont la composition est très proche de celle du lait normal, seraient peut-être des génotypes plus évolués, plus aptes à la production d'un lait caséineux propre à certaines fabrications industrielles.

CHAPITRE III

LA COLOSTRALISATION

Si la colostralisation naturelle est le phénomène qui tend à imprimer, dans la mamelle, le caractère colostré au lait sécrété, nous étudierons dans ce chapitre, la colostralisation artificielle qui désigne un phénomène analogue, mais réalisé pratiquement par l'addition de laits colostraux au lait récolté.

Les troubles apportés par les laits colostraux en industrie laitière ont une importance variable avec les proportions dans lesquelles ils se trouvent mélangés au lait normal.

Il faut donc chercher tout d'abord à apprécier, au moins théoriquement, dans quelles mesures ces mélanges peuvent avoir lieu.

(1) En règle générale, le développement et le fonctionnement de la mamelle, liés à ceux de l'appareil génital, n'apparaissent que longtemps après la naissance. Ce n'est donc que par analogie que l'on peut les qualifier d'embryonnaires.

A POUVOIR ET TAUX D'ENRICHISSEMENT EN HOLOPROTÉIDES

I. Définitions

La logique la plus simple voudrait que les proportions du mélange colostrum-lait soient exprimées par la quantité de lait colostré contenu dans l'unité de lait colostroïde.

Cependant cette notation ne donnerait pas suffisamment de précisions sur les troubles engendrés en industrie laitière du fait de la variation de composition du colostrum au cours de la période qui suit la parturition.

Nous verrons que les holoprotéides sont, parmi les composants du colostrum, ceux qui, par leurs quantités et leurs qualités, jouent le rôle le plus marquant dans la genèse de ces perturbations.

On peut donc, pour le but cherché ici, exprimer les proportions des mélanges en « unités d'holoprotéides ».

Cette façon de procéder serait d'ailleurs applicable aux laits de rétention et aux laits de mammite dont l'action perturbatrice peut s'ajouter à celle du colostrum.

Soit H le taux d'holoprotéides d'un litre de lait colostré et h celui d'un litre de lait normal (5 gr.), on peut écrire :

$$H - h = p$$

p représente la quantité supplémentaire d'holoprotéides qu'un litre de colostrum apportera dans un mélange colostrum-lait.

Nous l'appellerons « *pouvoir d'enrichissement en holoprotéides d'un litre de lait colostré* ».

Si nous exprimons ce pouvoir par rapport au litre du mélange colostrum-lait, c'est-à-dire au litre de lait colostroïde, nous obtenons

$$\frac{H - h}{Q} = t.$$

Q représentant le nombre total de litres du mélange.

t exprime la quantité d'holoprotéides supplémentaires apportée par un litre de colostrum dans un litre du mélange lait-colostrum, soit dans un litre de lait colostroïde. Nous l'appellerons « *taux d'enrichissement en holoprotéides d'un litre de lait colostroïde* ».

Il suffit maintenant d'étudier les variations de ce pouvoir et de ce taux en fonction du nombre de litres de colostrum entrant dans un mélange de volume fixe.

En désignant par l ce nombre de litres de lait colostré, les deux formules deviennent :

$$P = l (H - h) \text{ (pouvoir total d'enrichissement) ;}$$

$$T = \frac{l (H - h)}{Q} \text{ (taux total d'enrichissement).}$$

II. Variations du pouvoir P et du taux T d'enrichissement

a) Pour le mélange d'un colostrum à du lait normal.

Appliquons les formules précédentes à un mélange obtenu chaque jour par addition d'un colostrum produit par une vache récemment accouchée à du lait normal, le volume total du mélange étant de 1.000 litres.

On obtient les chiffres notés dans le tableau I.

TABLEAU I

Moment de la période	Litres de colostrum recueillis (1)	Teneur en holoprotéides d'un litre de colostrum	$P = H - h$	$P = 1 (H - h)$ en grammes	$T = \frac{1 (H - h)}{Q} = \frac{P}{1.000}$ en grammes par litre du mélange
1 ^{er} jour (vél.) . .	2	155	150	300	0,3000
2 ^e jour	3	40	35	105	0,1050
3 ^e jour	3,90	15	10	39	0,0390
4 ^e jour	4,70	12	7	32,9	0,0320
5 ^e jour	5,40	10	5	27	0,0270
6 ^e jour	6	8,7	3,7	22,2	0,0220
7 ^e jour	6,50	7,9	2,9	18,85	0,0180
8 ^e jour	6,70	7,2	2,2	14,74	0,0140
9 ^e jour	6,80	6,6	1,1	10,88	0,0100
10 ^e jour	6,90	6,1	1,1	7,59	0,0075
11 ^e jour	7	5,7	0,7	4,9	0,0049
12 ^e jour	7,10	5,3	0,3	2,13	0,0021
13 ^e jour	7,20	5	0	0	0
				(2)	

Il en ressort qu'au cours de la période colostrale :

1^o Le pouvoir d'enrichissement du colostrum varie dans le même sens que le taux des holoprotéides de ce liquide. Plus celui-ci est élevé, plus le pouvoir est fort ;

2^o Le pouvoir d'enrichissement varie en sens inverse du nombre de litres de colostrum sécrété, c'est-à-dire est inversement proportionnel à l'âge du colostrum. Plus l'on avance dans la période colostrale plus ce pouvoir diminue. Le taux d'enrichissement du lait colostroïde suit les mêmes lois ;

(1) Les chiffres sont ceux qui ont été relevés dans l'analyse type de MONVOISIN (vache primipare).

(2) La somme de ces pouvoirs est égale à 585,19, chiffre que l'on retrouvera p'us loin.

3° On peut pratiquement distinguer deux phases dans la période colostrale :

a) Celle des colostras du premier âge où le pouvoir d'enrichissement très élevé au début, décroît rapidement ;

b) Celle des colostras du deuxième âge (du 4^e au 13^e jour) où ce même pouvoir est nettement plus faible et diminue lentement.

Cette distinction se justifie dans la pratique. Il est assez rare en effet de constater le mélange au lait normal des colostras du premier âge. L'aspect, le goût et les propriétés de ces derniers s'y opposent. Lorsqu'un tel mélange a lieu, les perturbations industrielles qui en découlent sont très marquées.

Ce sont surtout les colostras du deuxième âge que l'on ajoute souvent au lait normal précisément parce qu'ils ont le même aspect que lui.

b) Pour un mélange de colostras à du lait normal.

Les accouchements peuvent se produire en même temps ou à des dates différentes. Tantôt donc les périodes colostrales se superposent ou tantôt elles se chevauchent. Dans ces deux cas comment varient P et T ?

α) VARIATIONS AU COURS DE PÉRIODES COLOSTRALES SUPERPOSÉES

Comme précédemment appliquons les formules, mais en choisissant par exemple une série de dix vaches ayant accouché le même jour, le volume total du mélange de laits étant toujours de 1.000 litres. On obtient les chiffres consignés dans le tableau II.

Leur examen montre que le pouvoir et le taux d'enrichissement sont dix fois plus élevés que précédemment. C'est constater qu'ils sont *proportionnels au nombre des accouchements*.

Du point de vue pratique on peut retenir de ces considérations deux ordres de faits :

Dix colostras du quatrième jour ($T = 0,329\%$), contenus dans une cuve de lait de 1.000 litres seront plus néfastes à l'industrie qu'un seul colostrum du premier jour ($T = 0,300\%$).

En cas d'accouchements simultanés les caractéristiques d'enrichissement P et C sont obtenues en multipliant les caractéristiques du colostrum type par le nombre d'accouchements.

β) VARIATIONS AU COURS

DE PÉRIODES COLOSTRALES CHEVAUCHANTES

Avant d'appliquer les formules, examinons comment peuvent se chevaucher des périodes colostrales :

Admettons que les vaches d'une région mettent bas à raison d'un

TABLEAU II

Moment de la période	Litres de colostrum recueillis (10 vaches) (1)	Teneur en holoprotéides d'un litre de colostrum en grammes	$P = 1(H - h)$ en grammes	$T = \frac{1(H - h)}{Q} = \frac{P}{1.000}$ en grammes par litre de mélange
1 ^{er} jour (vêlage)	20	155	3.000	3
2 ^e jour	30	40	1.050	1,050
3 ^e jour	39	15	390	0,390
4 ^e jour	47	12	329	0,329
5 ^e jour	54	10	270	0,270
6 ^e jour	60	8,7	222	0,222
7 ^e jour	65	7,9	188,5	0,188
8 ^e jour	67	7,2	147,4	0,147
9 ^e jour	68	6,6	108,8	0,108
10 ^e jour	69	6,1	75,9	0,075
11 ^e jour	70	5,7	49	0,049
12 ^e jour	71	5,3	21,3	0,021
13 ^e jour	72	5	0	0

accouchement par jour, la quantité totale quotidienne de lait reçu étant toujours de 1.000 litres.*

Le schéma I montre comment le mélange des colostra va se produire.

Pendant les douze premiers jours le nombre des colostra entrant dans le mélange ne cessera d'augmenter. Ce n'est qu'à partir du douzième jour, fin de la période colostrale pour les holoprotéides, qu'il se maintiendra constant et égal à 12.

Or, il est à remarquer que ces douze colostra sont tous d'âges différents et que leur ensemble représente, quotidiennement, une période colostrale normale complète.

Pour la commodité de l'exposé, nous désignerons cet ensemble sous le nom de « période colostrale quotidienne ».

Nous allons maintenant appliquer les formules précédentes à cette période théorique puisqu'elle correspond, dès le douzième jour, aux proportions maxima des mélanges avec le lait normal, proportions dont la décroissance n'aura lieu qu'à la fin de l'époque des parturitions.

(1) Dans cet exemple, toutes les vaches sont supposées être des vaches primipares en raison de l'analyse type choisie. Pour des vaches pluripares dont la mamelle est déjà entraînée, sans doute la période colostrale est-elle moins longue et la teneur en holoprotéides à un instant donné comparativement moins élevée. Mais dans nos calculs ces différences seraient compensées, au moins en partie, par un nombre plus important de litres de colostrum récoltés en vingt-quatre heures, puisque le rendement en lait des pluripares est plus élevé que celui des primipares.

SCHÉMA I

traduisant la « période colostrale quotidienne » et la colostratisation maximum

Moment des accouchements	Age des colostras en jours (un accouchement quotidien) Accouchement n°												Nom- bre total de colostra du mélange
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 ^{er} jour	1												1
2 ^e jour	2	1											2
3 ^e jour	3	2	1										3
4 ^e jour	4	3	2	1									4
5 ^e jour	5	4	3	2	1								5
6 ^e jour	6	5	4	3	2	1							6
7 ^e jour	7	6	5	4	3	2	1						7
8 ^e jour	8	7	6	5	4	3	2	1					8
9 ^e jour	9	8	7	6	5	4	3	2	1				9
10 ^e jour	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			10
11 ^e jour	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		11
12 jour Première période co- lostrale quotidienne	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12
13 ^e jour (1)	1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	12
14 ^e jour	2	1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	12
15 ^e jour	3	2	1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	12
16 ^e jour	4	3	2	1	12	11	10	9	8	7	6	5	12
17 ^e jour	5	4	3	2	1	12	11	10	9	8	7	6	12
18 ^e jour	6	5	4	3	2	1	12	11	10	9	8	7	12
19 ^e jour	7	6	5	4	3	2	1	12	11	10	9	8	12
20 ^e jour	8	7	6	5	4	3	2	1	12	11	10	9	12
21 ^e jour	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12	11	10	12
22 ^e jour	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12	11	12
23 ^e jour	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12	12
24 ^e jour	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	12

1° On sait que $P = 1 (H-h)$.

Calculons chacun des éléments de cette formule :

l est la somme de toutes les quantités de colostrum figurant au tableau I, du premier au douzième jour, soit 66 litres pour l'analyse choisie.

(1) Le 13^e jour nous admettons que le lait est devenu normal.

H est la teneur moyenne en holoprotéides de ces 66 litres, c'est-à-dire par litre :

$$H = \frac{\text{Holoprotéides totaux}}{66}$$

La valeur du numérateur est obtenue, par exemple, de la façon suivante :

$$(2 \times 155) + (3 \times 40) + (3,9 \times 15) + (4,7 \times 12) + (5,4 \times 10) + (6 \times 8,7) + (6,5 \times 7,9) + (6,7 \times 7,2) + (6,8 \times 6,6) + (6,9 \times 6,1) + (7 \times 5,7) + (7,1 \times 5,3) = 915,19.$$

$$H = \frac{915,19}{66} = 13,86 \text{ grammes par litre.}$$

$$\text{D'où } P = 66 (13,86 - 5) = 584 \text{ gr. } 76.$$

Ce chiffre, comme on pouvait s'y attendre, est égal à la somme des pouvoirs d'enrichissement des colostras en cause, c'est-à-dire les mêmes que ceux du tableau I (585,19 à l'unité près) ;

2° Les résultats sont exactement du même ordre pour le calcul du degré T :

$$T = \frac{P}{Q} = \frac{585}{1.000} = 0 \text{ gr. } 585\text{‰}.$$

En résumé il se dégage que les caractéristiques (Pq et Tq) d'une période colostrale quotidienne sont égales à la somme des caractéristiques de chacun des colostras qui la composent, c'est-à-dire à la somme des caractéristiques de chacun des colostras d'une période normale moyenne (Pm et Tm).

γ) VARIATIONS AU COURS DE PÉRIODES COLOSTRALES SUPERPOSÉES ET CHEVAUCHANTES

Pour se trouver dans ce cas, il suffit maintenant de faire varier le rythme des accouchements (1).

On peut exprimer le chevauchement et la superposition des périodes en disant qu'à partir du douzième jour, il existe autant de périodes quotidiennes qu'il y a d'accouchements quotidiens.

Dans ce cas, n étant le nombre d'accouchements quotidiens, P et T répondent aux formules générales suivantes :

$$(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 \dots P_{12}) \times n = Pq \times n = Pm \times n$$

$$(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 \dots T_{12}) \times n = Tq \times n = Tm \times n$$

* * *

(1) Le rythme inférieur à 1 ne sera pas envisagé parce qu'il ne change pas le mode de calcul.

Tous ces calculs, fastidieux par leur longueur, montrent donc en définitive que l'intensité de la colostralisation est proportionnelle au rythme des accouchements, c'est-à-dire inversement proportionnelle au temps pendant lequel s'échelonnent les parturitions.

Plus cette durée est courte, plus les accouchements sont rapprochés, plus le lait de grand mélange contiendra de colostrum.

De même pour une période de vêlage déterminée, la proportion de colostrum est d'autant plus marquée que le nombre des vaches reproductrices est élevé.

On voit donc tout l'intérêt que l'on a de connaître ce qui se passe dans une zone de ramassage de lait : Nombre de vaches saillies, nombre de taureaux, dates des saillies, durée de l'échelonnement probable des parturitions, etc. *(A suivre.)*

PRÉSENTATION D'APPAREIL

UN NOUVEAU BUTYROMÈTRE POUR L'APPLICATION DE LA MÉTHODE GOTTLIEB-RÖSE

par

JEAN PIEN

Ingénieur-Chimiste, Docteur ès Sciences

Directeur des Laboratoires de la Laiterie des Fermiers Réunis

On sait que la meilleure méthode de laboratoire pour le dosage de la matière grasse du lait est celle de Gottlieb-Röse qui utilise les principes suivants : la caséine est dissoute et la matière grasse désémulsionnée par un léger apport d'ammoniaque ; les cénapses lipido-protidiques sont rompues par un apport d'alcool ; la matière grasse pure, libérée en totalité, est extraite par l'éther sulfurique en présence d'éther de pétrole.

Ce dosage peut s'effectuer dans n'importe quel récipient en forme de tube. Après agitation convenable, il se sépare deux couches : une couche hydroalcoolique sous-jacente renfermant en solution les éléments non gras du lait, une couche éthérée surnageante contenant toute la matière grasse. »

La difficulté consiste à prélever la totalité ou seulement une partie aliquote de la phase éthérée. Les tubes classiques de Rieter, de Röhrig ne permettent pas aisément de réaliser ce prélèvement avec sécurité et sans pertes.

Un premier grand progrès fut réalisé par la création du butyromètre Brioux constitué essentiellement par un tube gradué porteur de trois renflements et terminé par un bouchon émeri d'une conception spéciale (un peu semblable au bouchon des flacons compte-