

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :	
E. TERROINE et H. SPINDLER. — De l'influence des divers procédés de pasteurisation par chauffage sur la digestibilité des constituants albuminoïdes et minéraux du lait.	241
E. APOSTOLEANO. — La distribution et le rôle du système lymphatique dans la fonction de la glande mammaire	256
Alice C. EVANS. — La constance des espèces bactériennes, envisagée particulièrement au point de vue des rapports possibles entre le <i>streptococcus lacticus</i> et le <i>streptococcus pyogenes</i>	269
D ^r JAROSLAV DVORAK. — Quelques remarques sur l'étude de Ch. Barthel : influence des moisissures sur les ferments lactiques.	277
A.-M. LEROY. — Ce que doit savoir un bon contrôleur laitier et beurrier (<i>suite</i>).	278
Ch. PORCHER. — Le procès de la matière grasse du lait (<i>suite</i>)	301
Bibliographie analytique :	
1 ^o Les Livres.	321
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	323
3 ^o Brevets	331
Bulletin bibliographique	
Documents et informations.	
P. SAINT-OLIVE. — Est-il pratiquement possible de payer le lait selon son degré de propreté?	338
G. COLUMBIEN. — Le <i>clean-milk</i> ou <i>grade A milk</i> dans les Pays-Bas.	340

MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

DE L'INFLUENCE DES DIVERS PROCÉDÉS DE PASTEURISATION PAR CHAUFFAGE SUR LA DIGESTIBILITÉ DES CONSTITUANTS ALBUMINOÏDES ET MINÉRAUX DU LAIT

(Travail de l'Institut de Physiologie générale de la Faculté des Sciences de Strasbourg.)

par Emile F. TERROINE

Professeur à l'Université de Strasbourg,
Directeur de l'Institut de Physiologie générale

et H. SPINDLER

De tout temps les hygiénistes ont eu le souci dominant de ne livrer à la consommation qu'un lait privé des microorganismes nocifs qu'il peut contenir. A ce souci primitif, les études des chimistes et des physiologistes relatives aux transformations subies par le lait au cours des opérations qui le débarrassent en tout ou en partie des germes dangereux ont ajouté une préoccupation nouvelle : modifier le moins possible la composition et les propriétés que possède le lait au moment de sa sécrétion.

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

Or, il y a là deux desiderata qui paraissent antagonistes. Pour détruire les microorganismes, le procédé le plus sûr consiste à chauffer le lait. Mais par cela on risque de modifier sa composition globale, d'altérer sa structure physique, sinon même la composition de ses constituants.

La découverte des vitamines, la mise en évidence de la richesse du lait en ces facteurs nouveaux de la nutrition, la sensibilité de ces corps à la chaleur ont porté au plus haut degré, au cours de ces dernières années, la crainte du chauffage.

Aussi de multiples procédés ont-ils été proposés et mis en œuvre pour remplacer la stérilisation. Pasteurisation haute, pasteurisation basse, biorisation, stérilisation par les rayons ultraviolets sont nés de la double préoccupation d'obtenir un lait bactériologiquement convenable et modifié au minimum dans sa structure et sa composition.

Il paraît d'ailleurs se dégager d'un ensemble de recherches récemment poursuivies sur ce qu'on appelle d'une expression assez imprécise la « valeur biologique » des aliments que les dangers du chauffage ont été considérablement exagérés. Sans invoquer tous les travaux qui établissent incontestablement la résistance des vitamines au chauffage, DANIELS et LOUGHLIN [1] n'ont-ils pas constaté que des rats, uniquement alimentés avec du lait maintenu pendant dix minutes à l'ébullition, croissent normalement, sous la simple réserve d'une administration supplémentaire de sel et de chaux.

Toutefois, laissant momentanément de côté le problème de la stabilité des vitamines, il n'en reste pas moins certain que le chauffage détermine des transformations profondes dans la constitution du lait. Coagulation de la lactalbumine et de la lactoglobuline, modification des propriétés de la caséine, départ de gaz carbonique entraînant une rupture d'équilibre entre les constituants minéraux du lait et provoquant une précipitation au moins partielle de certains d'entre eux, tels les sels de Ca, autant de faits signalés par RAUDNITZ [2], dès 1903, et dont les études ultérieures n'ont fait qu'augmenter l'importance.

Or, si les constituants du lait sont transformés par le chauffage, si certains d'entre eux coagulent ou précipitent, ne peut-on pas penser, avant même que de songer aux vitamines, que de telles modifications se traduiront peut-être par une variation de résistance à l'égard des ferments digestifs ou de facilité d'absorption par la paroi intestinale ?

En un mot, les altérations provoquées par le chauffage n'auront-elles pas, pour première conséquence, une variation d'utilisation digestive des divers constituants du lait ? Question qu'il convient

de discuter pour ces divers constituants à l'exception toutefois du lactose dont on sait que l'absorption est toujours complète et des graisses dont un léger chauffage ne peut évidemment modifier la constitution.

1^o *Cas des matières protéiques.* — C'est un fait incontesté que la modification apportée par le chauffage dans la coagulation du lait, tant en ce qui regarde la vitesse de ce processus que la nature du caillot formé. A l'antagonisme séparant les chercheurs qui déniaient au lait toute possibilité de coagulation par le lab après stérilisation (EUGLING, SCHAFER, SOLDNER, KREIDL et LENK [3] de ceux qui constatent un simple retard dans la formation du caillot (A. MAYER, JOHNSON, ARTHUR, PAGÈS et BENJAMIN (1), les observations de STASSANO et TALARICO [4] substituent une notion plus exacte et plus complexe par la mise en évidence d'un optimum d'aptitude à la coagulation en fonction de la température du chauffage : un chauffage à 55-65° pendant une quinzaine de minutes accélère la vitesse de coagulation, laquelle décroît ensuite peu à peu lorsque la température du chauffage s'élève ; toute possibilité de coagulation est définitivement abolie par un chauffage à 120-130°. ORLA-JENSEN [5] estime que la coagulation lente et mauvaise, observée après chauffage à des températures assez élevées, « ne tient pas uniquement, comme on l'admettait autrefois, à une précipitation de certains sels de Ca nécessaires à la coagulation, mais.... à une véritable dénaturation de la caséine, réaction qui sans doute dénote qu'elle est devenue moins facilement digestible. »

Affirmation inadmissible *a priori*, rien ne prouvant qu'une matière albuminoïde est moins facilement attaquée par les sucs digestifs lorsqu'elle est coagulée par la chaleur. Des faits incontestables nous montrent au contraire la cuisson augmenter le coefficient de digestibilité d'un assez grand nombre d'albumines animales et végétales.

Les recherches faites sur le lait ont donné, à cet égard, des résultats dont la contradiction est déconcertante.

POUR ABDERHALDEN et KRAMM [6] et, plus récemment, pour GABATHULER [7], la pepsine agit plus énergiquement sur le lait cru que sur le lait cuit. Et cette différence n'est pas médiocre, ABDERHALDEN et KRAMM écrivant qu'il ressort de leurs expériences « que le lait chauffé libère moins d'azote aminé par digestion avec le suc gastrique que le lait cru. Les différences sont tout à fait considérables. »

Or, HAWK [8] observe que le lait coagulé est moins facilement

(1) On trouvera les indications bibliographiques de tous ces travaux dans le *Mémoire* de KREIDL et LENK.

attaqué par la pepsine, et LEARY et SHEIB [9] que « la digestion peptique du lait bouilli est légèrement plus rapide que celle du lait cru. »

Les résultats sont cependant plus concordants en ce qui regarde l'action du suc pancréatique. Que ce suc agisse immédiatement sur le lait (STASSANO et TALARICO) [10], (GABATHULER), [*loc. cit.*] ou que son action ne s'exerce qu'après l'intervention préalable de la pepsine (Ch. MICHEL) [11], dans tous les cas la dégradation est plus intense avec le lait chauffé à 100° qu'avec le lait cru.

A la vérité, les faits ci-dessus rapportés ne permettent en rien de conclure à ce qui se passe dans le tube digestif. Il se peut parfaitement que de par la diversité des ferments (pepsine, trypsine, érepsine), la succession de leur rôle, la multiplicité des causes qui favorisent leur action, des différences, qui apparaissent frappantes *in vitro*, disparaissent *in vivo*. Si donc nous voulons atteindre une conclusion valable, quant à l'influence du chauffage sur la digestibilité des constituants du lait, c'est la détermination du coefficient de digestibilité *in vivo* qu'il conviendra d'opérer. Seule une variation sensible de ce coefficient nous permettra d'affirmer l'existence d'une modification dans la valeur nutritive du lait, provoquée par une différence de résistance aux agents de la digestion.

Or, si les anciens travaux de LEEDS et Ed. DAVIS [12] aboutissent à la conclusion que le lait stérilisé est moins facilement et moins complètement digéré que le lait cru, par contre la plupart des recherches vont à l'encontre de cette conclusion. Alors que RUBNER et HEUBNER [13] accordent pour le lait de femme un coefficient de digestibilité des matières azotées de 83,12 % chez le nourrisson, valeur qui paraît d'ailleurs très faible que MICHEL [11] trouve alors 93,60 %, la digestibilité des matières protéiques de laits de vache chauffés, parfois pendant un temps prolongé et à plusieurs reprises, est de 94,9 % chez l'adulte d'après MAGNUS-LEVY [14]; 90,7 à 96,7 chez l'enfant d'après CAMERER [15], 91,8 chez le nourrisson de sept à huit mois d'après NETTER [16]; 94,38 sur le nourrisson de quatre à six mois d'après MICHEL et PERRET [17], etc., etc. Au surplus, d'une longue série d'essais au cours desquels il compare les laits chauffés et stérilisés, BENDIX [18] conclut qu'aucune différence ne peut être notée quant à la digestibilité chez l'enfant sain ou malade.

Il est donc très vraisemblable que les modifications subies par le lait au cours du chauffage nécessitées par les divers procédés de pasteurisation, si elles entraînent des différences dans la manière de se comporter *in vitro* des albuminoïdes par rapport aux ferments, différences particulièrement marquées dans le cas du lab, ne modifient pas sensiblement l'utilisation digestive des matières protéiques.

Une nouvelle vérification eut pu sembler superflue. Elle nous a cependant paru utile, ne fut-ce qu'à cause de la nécessité d'une acquisition, sur ce sujet, de données numériques précises pour l'animal chez qui l'utilisation du lait a été moins systématiquement étudié que chez l'homme. Il était en outre intéressant de fixer l'aptitude comparée de diverses espèces à l'utilisation d'un même lait et de rechercher si un certain besoin de spécificité d'origine se traduit par des variations dans la digestibilité. C'est en effet une opinion assez répandue et que nous trouvons encore tout récemment émise que « le lait de la mère a un coefficient de digestibilité bien plus élevé que le lait d'une autre espèce » (LAPLAUD et DEGOIS) [19]. C'est pour ces deux raisons que nous avons repris, chez un mammifère autre que l'homme, l'étude de l'influence des divers procédés de chauffage du lait sur le coefficient de digestibilité des matières protéiques de cet aliment.

2^o *Cas des substances minérales.* — CRONHEIM et MULLER [20] avaient été amenés à conclure que, si des enfants bien portants sont en état de couvrir leur besoin de chaux aussi bien avec du lait stérilisé qu'avec du lait cru pendant une période courte, l'emploi du lait stérilisé pendant un temps prolongé est, par contre, à rejeter.

D'autre part, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, DANIELS et LAUGHLIN réussissent parfaitement leurs élevages de rats avec des laits « superchauffés », mais à la condition d'adjoindre à ces laits un sel de chaux soluble.

Or, si comme le pensent DANIELS et LAUGHLIN, les sels de chaux sont insolubilisés par le chauffage, si, de ce fait, leur facilité d'absorption au niveau de l'intestin est considérablement diminuée, il y a là nécessité de choisir le procédé qui provoquera, à cet égard, le minimum d'altération.

L'étude du coefficient d'utilisation digestive des cendres de laits ayant subi des chauffages divers était donc indispensable.

Ainsi la nécessité d'une comparaison de ce qui se passe chez l'animal avec ce qui s'observe chez l'homme pour l'absorption des matières protéiques, et la possibilité d'une diminution du taux de la chaux absorbable par l'intestin nous ont amené à reprendre systématiquement, dans des conditions de précision expérimentale plus faciles à réaliser chez l'animal que chez l'enfant, l'étude comparée des coefficients d'utilisation digestive des constituants albuminoïdes et minéraux du lait cru ou ayant subi des chauffages divers. Pour que cette étude ait un caractère pratique, relativement au traitement que le lait doit subir avant d'être livré à la consommation dans les établissements qui le centralisent et le répartissent, nous l'avons fait porter non sur des laits soumis à l'ébullition — procédé défini-

tivement écarté — mais sur des laits traités dans le but d'altérer au minimum leur constitution, tout en supprimant les germes nocifs et en atténuant l'activité des autres en vue d'une conservation pendant un temps suffisant. Nous avons donc étudié comparative-ment l'influence de la pasteurisation basse, de la pasteurisation haute et du procédé STASSANO.

Une telle étude est obligatoirement coûteuse tant par l'acquisition des animaux que par celle de grandes quantités de lait. Nous n'aurions pu la poursuivre sans l'aide de la Laiterie centrale de Strasbourg qui a bien voulu mettre à notre disposition les animaux nécessaires et nous préparer les laits qu'elle nous a obligeamment offerts.

Nous sommes heureux de saisir cette occasion pour remercier M. HEINTZ, directeur de la Laiterie centrale de Strasbourg, de son aimable obligeance en cette circonstance et pour dire combien nous sommes heureux de constater l'intérêt que manifeste l'organisme qu'il dirige pour tous les problèmes scientifiques qui concernent le lait.

TECHNIQUE

Marche générale des essais. — A des animaux jeunes et de même âge, de poids extrêmement voisin, en période de croissance, on administre du lait de vache, tantôt cru, tantôt soumis aux divers procédés de pasteurisation étudiés et cela à raison d'un même apport énergétique par kilogramme d'animal. La détermination de l'azote total et des cendres dans le lait ingéré et dans les matières fécales rejetées permet le calcul des coefficients d'utilisation digestive de ces substances.

Dans une première série, on a comparé divers animaux entre eux. Dans une seconde, les comparaisons portent sur un même animal recevant un lait différent pour chaque période expérimentale d'une durée d'une semaine. Une telle manière de faire permet l'élimination de tout ce qu'il pourrait y avoir d'individuel dans l'aptitude à digérer le lait.

DUCLAUX a vivement critiqué la méthode des coefficients d'utilisation digestive. Il est évident qu'elle ne permet pas l'obtention de valeurs absolues si elle est utilisée pour une expérience unique, puisque les matières fécales sont constituées, pour leur plus grande part, par tout autre chose (corps microbiens, produits de desquamation de l'intestin) que des résidus alimentaires. Mais elle est parfaite, utilisée comparativement et tout particulièrement dans le cas présent ou rien ne varie, ni dans la quantité, ni dans la constitution de la ration, autre que le chauffage préalable.

Il n'y a donc, dans ces conditions, aucune raison de supposer que les processus aboutissant à la formation des matières fécales, autres que la digestibilité même des matières ingérées, varieront d'intensité. Si donc des différences sont observées dans les valeurs des coefficients, elles ne pourront être rapportées à rien d'autre qu'à des différences dans la digestibilité des constituants étudiés.

Choix des animaux. — Le désir de ne pas utiliser des quantités de lait trop grandes, celui d'étudier un monogastrique nous ont amenés à choisir le porcelet dont des études antérieures nous avaient montré la facilité d'emploi. Au début des essais, les sujets pèsent de 8 à 10 kgr. Ils ne reçoivent que du lait pendant toute la durée de l'expérience.

Préparation des laits. — Chaque jour, on utilise un même lait mixte de vache. Une première partie tout d'abord prélevée sera administrée telle quelle. Trois autres portions sont alors traitées respectivement par l'un des procédés suivants :

1^o Pasteurisation basse : chauffage à 63° pendant vingt-cinq minutes dans une chambre avec agitation mécanique, puis refroidissement ; c'est là le traitement régulièrement appliqué par la Laiterie centrale de Strasbourg au lait qu'elle fournit ;

2^o Pasteurisation haute : chauffage à 95° pendant une à deux minutes, puis refroidissement. Nous avons employé ici la température la plus élevée qui se peut envisager afin de rendre les phénomènes aussi apparents que possible ;

3^o Procédé STASSANO [21] : chauffage à 75° pendant quatre à cinq secondes du lait s'écoulant en couche mince d'une manière continue, puis refroidissement.

Administration du lait. — La quantité de lait administrée est calculée sur la base de sa valeur énergétique, à raison de 150 calories par kilogramme d'animal. La ration totale est répartie en trois portions offertes à l'animal à 8 heures, 13 heures et 18 heures, après avoir été portées à 37° par immersion des récipients dans un bain-marie. Chaque portion, soigneusement versée dans l'auge présente à l'intérieur de la cage de HANS MEYER, dans laquelle est enfermé l'animal, est immédiatement ingérée, et l'auge aussitôt enlevée.

Récolte des excréments. — La cage de HANS MEYER, dans laquelle se trouve chaque sujet étudié, permet la séparation de l'urine et des matières fécales. Dans la plupart des cas la récolte de ces dernières est très facile. Parfaitement moulées et rejetées par l'animal dans un coin de la cage, il suffit de les ramasser. A la fin de chaque période de vingt-quatre heures les fèces sont réunies et pesées ; on a profité en outre de l'expérience pour récolter l'urine en vue d'établir le coefficient de rétention des matières azotées. L'animal est ensuite

transporté dans une cage propre ; celle qu'il vient de quitter est immédiatement démontée et soigneusement nettoyée. Lors de selles diarrhéiques, la récolte n'était pas faite.

Méthodes de dosage et calculs. — Tous les jours, tant sur le lait ingéré que sur diverses portions des matières fécales, sont effectués les dosages de N total par la méthode de KJEHLDAHL et de cendres par incinération au four à mouffle après dessiccation.

Une fois les valeurs obtenues, le calcul est très simple. Les volumes de lait administré et les poids de matières fécales rejetées étant acquis, on détermine quotidiennement les quantités ingérées et rejetées de chacune des substances considérées ; la différence entre les deux valeurs donne la quantité absorbée. Enfin le rapport de la quantité absorbée à la quantité ingérée multiplié par 100 constitue le coefficient d'utilisation digestive.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Les résultats expérimentaux sont réunis en totalité dans les tableaux I, II, III et IV. Ils ne comportent aucune observation particulière. Toutefois nous appellerons l'attention sur une question secondaire quant à l'objet même de notre travail, celle de la grandeur de la perte azotée. Il est facile de voir en effet, si l'on compare les quantités de N absorbées à celles rejetées par l'urine, que la rétention atteint à peine 50 %. Ainsi lorsqu'on calcule la ration sur la base de l'apport énergétique en vue d'assurer une croissance normale en poids, si cet apport est effectué uniquement sous forme de lait, il y a un véritable gaspillage de matières azotées. L'organisme, même à une période pendant laquelle la croissance est considérable, ne peut retenir, dans ces conditions, que la moitié de l'azote ingéré. Il est cependant probable qu'il n'a pas atteint le taux maximum de la rétention azotée possible. MAC COLLUM [22] signale, en effet, sur le porc et dans des conditions d'expérimentation analogues aux nôtres, une rétention azotée de 66 % lorsque l'alimentation est constituée par du lait écrémé additionné d'amidon. La comparaison des résultats de MAC COLLUM et des nôtres amène donc à penser que le lait complet n'est peut-être pas l'aliment de choix en ce qui regarde la rétention azotée et que, soit des modifications dans la composition du lait, soit des adjonctions au lait total permettront, même chez l'animal très jeune, une meilleure utilisation des constituants albuminoïdes de cet aliment. Nous espérons, des recherches poursuivies actuellement à notre Institut avec la collaboration de M^{lle} MENDLER, une réponse à cette question.

TABLEAU I — 1^{re} SÉRIE

DATES	Quantités de lait ingérées en cm ³	Teneur en N. total du lait en gr. par litre	Quantités ingérées de N. total en gr.	Quantité d'urine en cm ³	Quantité des matières fécales en gr.	N. total de l'urine en gr.	N. total des matières fécales en gr.	N. total rejeté	N. total absorbé	Coefficient de digestibilité des matières azotées
Porc N° 1. — Lait cru										
14-15 décembre	2,400	5,32	12,760	1,780	23,0	4,713	»	»	»	»
15-16 —	2,400	5,152	12,344	1,650	59,0	4,884	0,4179	5,3019	11,9261	98 %
16-17 —	2,400	5,488	13,171	1,970	30,3	6,649	0,1611	6,8101	13,0099	98 %
17-18 —	2,400	5,56	13,574	1,800	36,8	4,872	0,2587	5,1307	13,3153	98 %
18-19 —	2,400	4,928	11,827	1,930	83,2	6,407	0,6789	7,0859	11,1481	98 %
19-20 —	2,400	5,208	12,499	1,780	55,9	5,462	0,6312	6,0932	11,878	95 %
21-22 —	2,400	5,20	12,480	1,750	45,0	5,390	0,360	»	12,120	97 %
Porc N° 2. — Lait chauffé à 75° (Procédé Stassano)										
14-15 —	2,100	5,32	11,172	1,540	20,2	4,682	»	»	»	»
15-16 —	2,100	5,152	10,819	1,700	15,0	5,326	0,1098	5,4358	10,709	99 %
16-17 —	2,100	5,488	11,546	1,620	9,6	4,016	0,0689	4,0849	11,4771	98 %
17-18 —	2,100	5,656	11,878	1,620	52,7	5,076	0,3604	5,4364	11,5176	97 %
18-19 —	2,100	4,928	10,348	1,600	24,3	4,682	0,1837	4,8657	10,1643	98 %
19-20 —	2,100	5,208	11,934	1,530	18,4	5,018	0,1339	5,1519	11,8001	98 %
20-21 —	2,100	5,85	12,285	1,585	21,5	5,440	0,350	»	11,935	97 %
Porc N° 3. — Lait chauffé à 63° (Pasteurisation basse)										
14-15 —	1,600	5,32	8,512	1,200	47,2	2,912	»	»	»	»
15-16 —	1,600	5,152	8,243	1,350	25,1	2,898	0,1880	3,086	8,055	97 %
16-17 —	1,600	5,488	8,780	1,280	43,2	4,446	0,3604	4,7864	8,4396	96 %
17-18 —	1,600	5,656	9,049	1,200	31,5	4,944	0,2381	5,1421	8,8109	97 %
18-19 —	1,600	4,928	8,086	1,200	60,4	4,779	0,466	5,2452	7,6198	94 %
19-20 —	1,600	5,208	8,333	1,160	35,0	4,678	0,2369	4,9149	8,0961	97 %
20-21 —	1,600	5,85	9,360	1,050	42,5	4,600	0,560	»	8,800	94 %
Porc N° 4. — Lait chauffé à 95° (Pasteurisation haute)										
14-15 —	2,000	5,32	10,64	1,650	28,0	5,39	»	»	»	»
15-16 —	2,000	5,152	10,304	1,500	18,2	4,73	0,187	4,917	19,114	98 %
16-17 —	2,000	5,488	10,977	1,400	18,9	4,835	0,1958	5,0308	10,8012	98 %
17-18 —	2,000	5,656	11,312	1,650	18,4	5,852	0,1551	6,0071	11,1569	98 %
18-19 —	2,000	4,928	9,856	1,640	28,95	5,685	0,2976	5,9826	9,558	97 %
19-20 —	2,000	5,208	10,401	1,500	25,5	5,887	0,2491	6,1161	10,1519	97 %
20-21 —	2,000	5,20	11,70	»	»	»	0,300	»	11,400	97 %
21-22 —	2,000	5,85	10,40	»	»	»	0,400	»	10,0	96 %

TABLEAU II — 2^{me} SÉRIE — PORC N° 5

DATES	Quantité de lait ingéré en cm ³	Composition du lait en gr. p. litre		Quantités totales ingérées en gr.		Volume d'urine en cm ³	Poids des matières fécales en gr.	N. total de l'urine en gr.	N. total des matières fécales en gr.	Cendres des matières fécales en gr.	N. total absorbé en gr.	Cendres absorbées en gr.	Coefficient d'utilisation digestive	
		N. total	Cendres	N. total	Cendres								des matières azotées	substances minérales
Lait cru														
12-13 février	2.350	5,54	7,5	13,02	17,625	1.820	62,2	4,56	0,486	»	12,534	»	95 %	»
13-14 —	2.350	5,26	7,2	12,37	16,92	1.750	81,4	5,34	0,74	5,931	11,63	10,999	93 %	64 %
14-15 —	2.350	5,15	7,3	12,10	17,155	1.850	66,5	4,53	0,53	6,904	11,57	10,251	95 %	59 %
15-16 —	2.350	4,77	7,3	11,22	17,155	1.750	29,5	5,64	0,207	6,382	11,013	10,773	98 %	62 %
16-17 —	2.350	4,87	7,2	11,44	16,920	1.650	18,5	4,87	0,246	6,006	11,194	10,914	97 %	64 %
17-18 —	2.350	5,21	7,3	12,24	17,155	1.250	41,8	3,41	0,464	2,305	11,776	15,850	95 %	92 %
18-19 —	2.350	4,77	7,3	11,22	17,155	1.600	35,8	5,017	0,250	7,953	10,970	9,202	97 %	53 %
Lait chauffé à 63° — Pasteurisation basse														
19-20 février	2.500	5,36	7,7	13,405	19,25	1.730	52,7	5,061	0,449	»	12,956	»	96 %	»
20-21 —	2.500	5,01	»	12,53	»	1.820	51,9	6,293	0,460	»	12,070	»	96 %	»
21-22 —	2.500	4,004	7,3	10,010	18,25	1.850	61,2	6,500	0,498	»	9,512	»	95 %	»
22-23 —	2.500	5,19	7,3	12,985	18,25	1.850	49	6,449	0,431	7,730	12,554	10,520	96 %	57 %
23-24 —	2.500	5,39	7,3	13,475	18,25	1.850	54,4	5,905	0,751	2,036	12,724	16,214	94 %	88 %
24-25 —	2.500	5,026	7,2	12,565	18,00	1.770	34,5	6,393	0,262	6,227	12,303	12,783	97 %	71 %
25-26 —	2.500	4,97	7,3	12,425	18,25	1.920	47,1	7,741	0,400	6,314	12,025	11,936	96 %	65 %
26-27 —	2.500	5,67	7,5	14,475	18,75	1.820	45,7	6,522	0,394	1,831	13,781	16,919	97 %	90 %
Lait chauffé à 75° — Procédé Stassano														
27-28 février	2.850	5,096	7,2	14,523	20,52	1.870	8,9	7,068	0,099	»	14,424	»	99 %	»
28-29 —	2.850	5,138	7,3	14,643	20,805	2.150	38,5	9,481	0,423	8,040	14,220	12,176	97 %	62 %
29-1 ^{er} mars	2.850	5,124	7,5	14,603	21,375	2.120	68,0	8,310	0,721	5,421	13,882	15,954	95 %	74 %
1 ^{er-2} —	2.850	5,054	7,5	14,403	21,375	2.170	39,0	7,410	0,570	2,500	13,833	18,875	95 %	88 %
2-3 —	2.850	5,180	7,3	14,763	20,805	2.040	»	7,654	»	»	14,763	»	100 %	»
3-4 —	2.850	5,166	7,4	14,723	21,09	2.125	92	8,162	1,091	6,287	13,632	14,803	92 %	55 %
4-5 —	2.850	5,124	7,2	14,603	20,52	2.090	9	6,437	0,1125	»	14,490	»	99 %	»
Lait chauffé à 95° — Pasteurisation haute														
5-6 mars	3.000	4,928	6,8	14,784	20,4	1.990	65,1	7,940	0,664	3,768	14,120	16,632	95 %	81 %
6-7 —	3.000	5,040	7,4	15,120	22,2	2.070	36,6	8,462	0,351	7,402	14,769	14,798	97 %	52 %
7-8 —	3.000	5,320	7,3	15,960	21,9	2.300	109,8	8,758	1,129	6,254	14,831	13,646	93 %	63 %
8-9 —	3.000	4,928	7,2	14,784	21,6	2.310	51	7,956	0,659	6,287	14,125	15,313	95 %	70 %
9-10 —	3.000	5,054	7,4	15,162	22,2	2.000	123,2	7,672	1,414	6,239	13,748	15,961	94 %	72 %
10-11 —	3.000	5,152	7,5	15,456	22,5	2.350	25,4	9,146	0,475	1,539	14,981	20,961	96 %	93 %

TABLEAU III — 2^{me} SÉRIE — PORC N° 6

DATES	Quantité de lait ingéré en cm ³	Composition du lait en gr. p. litre		Quantités totales ingérées en gr.		Volume d'urine en cm ³	Poids des matières fécales en gr.	N. total de l'urine en gr.	N. total des matières fécales en gr.	Cendres des matières fécales en gr.	N. total absorbé en gr.	Cendres absorbées en gr.	Coefficient d'utilisation digestive	
		N. total	Cendres	N. total	Cendres								des matières azotées	des matières minérales
Lait chauffé à 63° — Pasteurisation basse														
12-13 février	1.700	5,54	7,5	9,418	12,57	1.240	50,2	5,034	0,342	»	8,776	»	93 %	»
13-14 —	1.700	5,26	7,2	8,942	12,19	1.100	62,3	4,464	0,656	5,026	8,286	7,164	92 %	59 %
14-15 —	1.700	5,16	7,3	8,755	12,41	1.300	21	4,51	0,167	4,806	8,588	7,604	98 %	61 %
15-16 —	1.700	4,77	7,3	8,109	12,41	1.330	40	4,71	0,297	4,767	7,812	7,643	96 %	61 %
16-17 —	1.700	4,87	7,2	8,279	12,19	1.500	33,2	5,502	0,342	5,953	7,937	6,237	96 %	51 %
17-18 —	1.700	5,21	7,3	8,857	12,41	1.660	76,5	4,159	0,792	5,214	8,065	7,196	96 %	65 %
18-19 —	1.700	4,77	7,3	8,109	12,41	1.450	11,7	5,176	0,107	»	8,002	»	98 %	»
Lait chauffé à 75° — Procédé Stassano														
19-20 février	2.100	5,36	7,7	11,256	16,17	1.680	52,3	5,752	0,519	»	10,737	»	95 %	»
20-21 —	2.100	5,01	»	10,52	»	1.630	33,3	6,435	0,298	»	10,222	»	97 %	»
21-22 —	2.100	4,004	7,3	8,408	15,33	1.900	46,6	7,672	0,385	»	8,023	»	95 %	»
22-23 —	2.100	5,19	7,3	10,89	15,33	1.730	47,5	7,072	0,403	5,206	10,487	10,124	96 %	66 %
23-24 —	2.100	5,39	7,3	11,319	15,33	1.800	53,6	6,501	0,389	7,389	10,930	7,941	96 %	51 %
24-25 —	2.100	5,026	7,2	10,560	15,12	1.730	26,2	6,781	0,349	2,716	10,211	12,404	96 %	32 %
25-26 —	2.100	4,97	7,3	10,437	15,33	1.520	38,6	6,171	0,433	6,028	10,004	9,302	96 %	89 %
26-27 —	2.100	5,67	7,5	11,907	15,75	1.720	75,5	6,326	0,795	5,331	11,112	10,419	92 %	66 %
Lait chauffé à 95° — Pasteurisation haute														
27-28 février	2.250	5,096	7,2	11,466	16,20	1.710	40,4	7,898	0,373	5,173	11,093	11,419	96 %	69 %
28-29 —	2.250	5,138	7,3	11,560	16,425	1.710	53,0	7,014	0,632	5,279	10,928	11,419	94 %	69 %
29-1 ^{er} mars	2.250	5,124	7,5	11,529	16,875	2.010	41	7,569	0,390	5,359	11,189	11,516	96 %	69 %
1 ^{er} -2 —	2.250	5,054	7,5	11,371	16,875	1.730	38,5	7,290	0,635	5,548	10,736	11,443	94 %	69 %
2-3 —	2.250	5,180	7,3	11,655	16,425	1.800	43,1	7,459	0,649	5,243	11,006	11,186	94 %	69 %
3-4 —	2.250	5,166	7,4	11,623	16,650	1.760	95,0	7,325	1,084	8,094	10,539	8,556	90 %	51 %
4-5 —	2.250	5,124	7,2	11,529	16,20	1.850	»	7,524	»	»	11,529	»	100 %	»
Lait cru														
5-6 mars	2.350	4,928	6,8	11,580	15,980	1.980	72	5,987	0,664	6,248	10,916	9,732	94 %	60,9 %
6-7 —	2.350	5,040	7,4	11,849	17,390	1.770	11,1	7,310	0,101	»	11,748	»	99 %	»
7-8 —	2.350	5,320	7,3	12,502	17,155	1.850	68,3	5,050	0,894	4,517	11,608	12,538	93 %	73,6 %
8-9 —	2.350	4,928	7,2	11,580	16,920	1.890	»	7,991	»	»	11,580	»	100 %	»
9-10 —	2.350	5,054	7,4	11,876	17,390	1.680	40	6,727	0,571	5,678	11,305	11,712	95 %	66,4 %
10-11 —	2.350	5,152	7,5	12,107	17,625	2.100	52	6,968	0,609	5,933	11,498	11,692	95 %	66,9 %

DE L'INFLUENCE DES DIVERS PROCÉDÉS DE PASTEURISATION

TABLEAU IV — 2^e SÉRIE — PORC N^o 7

DATES	Quantité de lait ingéré en cm ³	Composition du lait en gr p. litre		Quantités totales ingérées en gr.		Volume d'urine en cm ³	Poids de matières fécales en gr.	N. total de l'urine en gr.	N. total des matières fécales en gr.	Cendres de matières fécales en gr.	N. total absorbé en gr.	Cendres absorbées en gr.	Coefficient d'utilisation digestive	
		N. total	Cendres	N. total	Cendres								des matières azolées	substances minérales
Lait chauffé à 95°. — Pasteurisation haute														
12-13 février	2.400	5,54	7,5	13,296	18,0	1.980	69,3	5.821	0,565	»	12,731	»	95 %	»
13-14 —	2.400	5,26	7,2	12,524	17,28	1.820	17	4.892	0,235	3,496	12,289	13,784	98 %	80 %
14-15 —	2.400	5,16	7,3	12,384	17,52	1.500	71	4,641	0,604	1.850	11,780	15,670	96 %	89 %
15-16 —	2.400	4,77	7,3	11,448	17,52	1.870	7,8	4,607	0,088	»	11,360	»	99 %	»
16-17 —	2.400	4,87	7,2	11,688	17,28	1.660	38,8	3,810	0,275	2,271	11,413	15,009	98 %	87 %
17-18 —	2.400	5,21	7,3	12,564	17,52	1.920	15,1	5,053	0,200	»	12,264	»	97 %	»
18-19 —	2.400	4,77	7,3	11,448	17,52	1.830	40,1	6,20	0,250	4,207	11,198	13,315	97 %	76 %
Lait cru														
19-20 février	2.700	5,36	7,7	14,472	20,79	1.970	»	5,957	»	»	14,472	»	100 %	»
20-21 —	2.700	5,01	»	13,527	»	1.900	60,2	7,448	0,575	»	12,952	»	95 %	»
21-22 —	2.700	4,004	7,3	10,810	19,71	2.100	12,5	7,056	0,195	»	10,615	»	98 %	»
22-23 —	2.700	5,19	7,3	14,013	19,71	1.980	91	6,735	0,713	2,730	13,300	16,980	96 %	88 %
23-24 —	2.700	5,39	7,3	14,553	19,71	2.030	diarrhée	»	»	»	»	»	»	»
24-25 —	2.700	5,026	7,2	13,570	19,44	1.970	—	»	»	»	»	»	»	»
25-26 —	2.700	4,97	7,3	13,419	19,71	2.160	»	8,557	»	»	13,419	»	100 %	»
26-27 —	2.700	5,67	7,5	15,309	20,25	1.970	55,5	9,542	0,485	2,159	14,824	18,091	96 %	89 %
Lait chauffé à 63°. — Pasteurisation basse														
27-28 février	3.000	5,096	7,2	15,288	21,0	2.130	13,5	9,661	0,078	»	15,210	»	99 %	»
28-29 —	3.000	5,138	7,3	15,414	21,9	»	104	»	0,682	2,734	14,732	19,166	95 %	88 %
29-1 ^{er} mars	3.000	5,124	7,5	15,372	22,5	2,650	»	9,275	»	»	15,372	»	100 %	»
1 ^{er} -2 —	3.000	5,054	7,5	15,162	22,5	2.120	42	10,447	0,472	»	14,690	19,914	96 %	88 %
2-3 —	3.000	5,180	7,3	15,540	21,9	2.220	»	11,113	»	2,586	15,540	»	100 %	»
3-4 —	3.000	5,166	7,4	15,498	22,2	2.000	65	11,480	0,457	2,623	15,041	19,577	97 %	86 %
4-5 —	3.000	5,124	7,2	15,372	21,0	2,140	96	12,170	0,393	2,834	14,979	18,166	97 %	85 %

DISCUSSION DES RÉSULTATS

1^o *Influence du chauffage sur le coefficient de digestibilité.* — Pour discuter utilement la question posée, nous avons calculé les moyennes de chaque période expérimentale et réuni ces moyennes dans le tableau V.

TABLEAU V. — COEFFICIENTS DE DIGESTIBILITÉ.

Numéro de l'animal	Nature du lait ingéré	Coefficient de digestibilité	
		de l'azote	des subst. minér.
Porc n ^o 1	lait cru	97	»
— n ^o 2	lait chauffé à 75° (P. S.)	97	»
— n ^o 3	— à 63° (P. B.)	96	»
— n ^o 4	— à 95° (P. H.)	97	»
— n ^o 5	lait cru	96	65
— —	lait chauffé à 75°	96	69
— —	— à 63°	96	74
— —	— à 95°	95	70
— n ^o 6	lait cru	96	66
— —	lait chauffé à 75°	95	60
— —	— à 63°	95	59
— —	— à 95°	95	64
— n ^o 7	lait cru	97	88
— —	lait chauffé à 63°	97	86
— —	— à 95°	97	88

Les valeurs ainsi réunies apportent, sans discussion, une conclusion incontestable : le chauffage, quel qu'il soit, parmi ceux étudiés, ne modifie en rien l'utilisation digestive des protéiques et des cendres. Bien plus, nous ne pouvons relever entre les divers sujets étudiés, bien portants et ne présentant pas de trouble digestif, aucune différence individuelle quant à l'absorption des protéiques. Pour les cendres, la variabilité est plus grande ; toutefois la seule exception à une oscillation minime autour d'une même valeur moyenne est constituée par le sujet 7, dont le coefficient d'absorption est sensiblement plus élevé que celui des autres animaux et cela quelque soit le lait absorbé.

Si donc il devait être démontré dans la suite que les procédés de chauffage étudiés modifient la valeur nutritive du lait, ce qui reste d'ailleurs à rechercher, ce n'est certainement pas à une altération dans la digestibilité des constituants qu'il faudrait rapporter une telle modification, chez le sujet normal.

2^o *Utilisation digestive comparée des constituants du lait chez diverses espèces animales.* — Il nous a paru intéressant, pour répondre à la seconde question posée, de comparer les résultats acquis par le présent travail sur la digestibilité du lait de vache par le porc à ceux précédemment observés sur d'autres animaux et particulièrement

chez l'homme, qu'il s'agisse d'ingestion de lait maternel ou de lait de vache chauffé. Cette comparaison peut s'effectuer facilement par l'examen du tableau VI.

TABLEAU VI. — COEFFICIENTS DE DIGESTIBILITÉ COMPARÉS CHEZ L'HOMME ET LE PORC.

Auteur	Origine du lait	Animal alimenté	Coefficient de digestibilité	
			des matières azotées	des cendres
Rubner et Heubner .	lait maternel	Homme	83,12	79,42
Michel	—	—	93,60	78 26
Netter.	lait de vache	—	91,8	»
Michel et Perret . . .	—	—	94,38	65,55
Présent travail. . . .	—	Porc	96,0	7,10
(Valeurs moyennes) .	—	—	»	»

Elle est remarquablement suggestive, car elle montre l'absence complète de toute intervention spécifique dans l'utilisation des matières protéiques du lait ; les différences observées sont de l'ordre des variations expérimentales.

Que la comparaison porte sur le lait de femme et le lait de vache pour le nourrisson humain ou sur le nourrisson et le porcelet recevant tous deux du lait de vache, les coefficients d'utilisation sont à peu près identiques dans tous les cas. Mais on peut enregistrer une légère infériorité dans l'absorption des cendres du lait de vache par le porcelet et plus encore par l'enfant, ce dernier fait déjà signalé par MARFAN. C'est dire que, en ce qui regarde le coefficient d'utilisation digestive — et nous ne concluons que sur ce point, seul objet de notre travail — la spécificité d'origine du lait ne présente aucun intérêt pour les protéiques et qu'un intérêt médiocre pour les sels.

CONCLUSIONS

1^o Les laits crus ou ayant subi le chauffage que comporte soit le procédé de pasteurisation basse, soit le procédé de pasteurisation haute, soit le procédé STASSANO, présentent des coefficients d'utilisation digestive des substances azotées et des cendres rigoureusement identiques ;

2^o Les valeurs obtenues pour les coefficients d'utilisation digestive des protéiques du lait de vache par le porc sont exactement les mêmes que celles précédemment observées par divers auteurs pour la digestion du lait de vache ou du lait de femme par l'enfant. Le caractère de spécificité d'origine n'entraîne donc pas une différence dans la digestibilité ;

3^e Même chez l'animal très jeune et dont la croissance est impétueuse, l'alimentation par le lait seul ne permet qu'une fixation

d'azote médiocre : ingéré à raison de 150 calories par kilogramme, par des porcelets de 8 kgr., le lait ne laisse dans l'organisme que 50 % des matières protéiques qu'il apporte. Cette alimentation a donc pour conséquence un gaspillage considérable de matière azotée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DANIELS (A.-L.) et LOUGHLIN (R.-A.), A deficiency in heat treated milk (*J. of biol. Chem.*, 1920, XLIV, 381-397).
- [2] RAUDNITZ (R.-W.), Bestandteile, Eigenschaften und Veränderungen der Milch (*Erg. der Physiologie*, 1903, 193-325).
— Über das Verhalten des öffentlichen Gesundheitspflege zur fabrikmassigen Milchsterilisation (*Prag. Med. Woch.*, 1907, XXXIII, 55).
- [3] KREIDL (A.) et LENK (E.), das Verhalten steriler und gekochter Milch zur Lab und Saure (*B. 2*, 1911, XXXVI, 357-362).
- [4] STASSANO (H.) et TALARICO (J.), De l'influence de la cuisson sur la caséification du lait par le lab. ferment (*C. R. Soc. Biol.*, 1910, LXIX, 254).
- [5] ORLA-JENSEN, la Pasteurisation du lait (*le Lait*, 1921, 105-112 et 177-184).
- [6] ABDERHALDEN (E.) et KRAMM (Fr.), Beitrag zur Kenntniss des Abbaus der Milcheiweisskörper durch Magensaft unter verschiedenen Bedingungen (*Z. f. physiol. Chem.*, 1912, LXXVII, 462-470).
- [7] GABATHULER (A.), la Dégradation de la molécule protéique de quelques espèces de laits par la pepsine et la pancréatine (*Fermentforschung*, 1919, III, 82-192).
- [8] HAWK (B.-P.), Influence of rennin upon the digestion of the proteid constituents of Milk (*Am. J. of Physiol.*, 1903, X, 37-46).
- [9] LEARY (J.-T.) et SHEIB (S.-H.), the Influence of the coagulation by rennin upon the gastric digestion of milk proteins (*J. of biol. Chem.*, 1917, XXVIII, 393-398).
- [10] STASSANO (H.) et TALARICO (J.), De l'influence de la cuisson sur la digestibilité tryptique du lait (*C. R. Soc. Biol.*, 1910, LXIX, 251).
- [11] MICHEL (G.-H.), (cité d'après MICHEL et PERRET, voir plus loin).
- [12] LEEDS et DAVIS (cité d'après BENDIX, voir plus loin).
- [13] RÜBNER (M.) et HEUBNER (O.), die natürliche Ernährung eines Säuglings (*Z. f. Biol.*, 1898, XXXVI, 1-55).
— Die Künstliche Ernährung eines normalen und eines atrophischen Säuglings (*Z. f. Biol.*, 1899, XXXVIII, 315-394).
- [14] MAGNUS-LEVY (A.), Beiträge zur Kenntniss der Verdaulichkeit der Milch und des Brodes (*Arch. f. ges. Physiol.*, 1893, LIII).
- [15] CAMERER (M.), Stoffwechsel bei einem Kinde im ersten Lebensjahre (*Z. f. Biol.*, 1878, XIV, 383).
— Versuche über ein Stoffwechsel von Kindern bei ausschliesslicher Milchnahrung (*Z. f. Biol.*, 1888, XVI, 24 ; et 1882, XVIII, 488).
- [16] NETTER (cité d'après MICHEL et PERRET, voir plus loin).
- [17] MICHEL (C.-H.) et PERRET, la Ration alimentaire de l'enfant depuis sa naissance jusqu'à l'âge de deux ans. (*Soc. Scient. Hyg. alim.* ; 1907).
- [18] BENDIX (B.), Zur Frage der Kinderernährung : Ueber die Verdaulichkeit der sterilisirten und nicht sterilisirten Milch (*Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1894, XXXVIII, 393-429).
- [19] LAPLAUD (M.) et DEGOIS (E.), Nombre de porcelets à laisser aux truies et allaitement artificiel des porcelets (*Revue de Zootechnie*, 1924, III, 317-323).

- [20] CRONHEIM (W.) et MULLER (E.), Untersuchungen uber den Einfluss der Sterilisation der Milch auf den Stoffwechsel des Sauglings unter besonderer Berücksichtigung der Knochenbildung (*Jahrb. of. Kinderheilk.*, 1903, LVII, 48-63).
- [21] STASSANO (H.), De la stérilisation des liquides en circulation continue, sous couche mince (*Ann. Inst. Pasteur*, 1924, XXXVIII, 427-449).
— Du mode d'action de la chaleur sur les ferments lactiques dans la pasteurisation du lait (*C. R. Ac. Sc.*, 1924, CLXXIX, 1438).
- [22] MAC COLLUM (E.-V.), the Value of the protéins of cereal grains and of milk for growth in the pig, and the influence of the plane of protein intake of growth (*J. of biol. Chem.* 1914, XIX, 233-333).

LA DISTRIBUTION ET LE ROLE DU SYSTÈME LYMPHATIQUE DANS LA FONCTION DE LA GLANDE MAMMAIRE

Travail du Laboratoire d'anatomie de M. le prof. BOURDELLE, d'Alfort.

Par M. E. APOSTOLEANO

Chef de Travaux de Clinique chirurgicale à la Faculté vétérinaire de Bucarest.

Les travaux que nous avons entrepris à l'occasion de l'étude du système lymphatique de la glande mammaire des carnivores domestiques, autant que nos observations cliniques, nous ont conduit à tirer une série de conclusions, qui, à notre avis, jettent une lumière nouvelle sur le mode de fonctionnement de cette glande.

Ces conclusions nous paraissent concorder fort bien avec la topographie du système lymphatique mammaire et aussi avec le régime fonctionnel de cette glande.

Dans nos recherches sur le système lymphatique mammaire des carnivores domestiques, nous avons utilisé en première ligne, pour le mettre en évidence, les injections d'après le *procédé Gerota*. (1).

Les injections pratiquées dans la zone aréolaire et dans le mamelon même chez un grand nombre de femelles, autant dans la phase de repos que dans la phase de lactation, nous ont donné de très bons résultats. Nous avons mis en évidence la topographie du système.

En deuxième lieu, pour préciser la direction du cours de la lymphe et aussi pour contrôler vraiment s'il y a des vaisseaux lymphatiques profonds semblables à ceux qui ont été décrits chez la femme, par certains auteurs, nous avons eu recours à la méthode d'injec-

(1) Le procédé GEROTA consiste à injecter dans les vaisseaux lymphatiques la couleur *Bleu de Prusse*, par l'intermédiaire de l'éther et de l'essence de térébenthine comme véhicule.