

une substance homogène, mais consiste en un mélange de deux ou plusieurs protéines très semblables dans leur composition chimique et qui restent soudées dans les précipités que l'on obtient avec elles sous la forme de complexes de solubilités différentes.

LINDERSTROM-LANG et KODAMA (164) ont soumis la caséine commerciale à une précipitation fractionnée, et ils ont obtenu des corps qui différaient notamment de solubilité dans HCl dilué. Il est évident que le fait de s'adresser à la caséine commerciale n'était pas souhaitable ; aussi LINDERSTROM-LANG a répété l'expérience avec une caséine préparée au laboratoire, et il en aurait obtenu les mêmes résultats.

Nous pensons avec R. A. GORTNER que la question soulevée par LINDERSTROM-LANG demande des recherches ultérieures, parce qu'il n'apparaît pas, en effet, que des précautions spéciales aient été prises pour assurer l'élimination de la protéine soluble dans l'alcool, laquelle se trouve associée à la caséine quand on la précipite du lait écrémé. Nous rappelons que la caséine étant acide donne avec l'alcool des éthers partiellement solubles dans l'alcool en excès. (A suivre.)

## CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA RÉFRACTOMÉTRIE DES LACTO-SÉRUMS

par A. LATAIX

Docteur-Vétérinaire Capitaine

Travail du Laboratoire de Chimie-Physique du Professeur A. Boutaric

(Faculté des Sciences de l'Université de Dijon)

(Suite)

### C. — Part revenant, dans l'indice de réfraction, à chacun des composants du lacto-sérum d'ultra- filtration.

Le lacto-sérum d'ultra-filtration étant obtenu et son indice étant déterminé, il nous a paru intéressant de rechercher la part qui revient, dans l'indice de réfraction, à chacun de ses composants.

Aborder le problème par la voie analytique ne nous était pas permis. En effet, le faible débit de nos ultra-filtres ne nous fournissait pas — même en multipliant leur nombre — une quantité de sérum suffisante pour en permettre l'analyse chimique. Devant cette difficulté, nous avons résolu d'opérer par la voie synthétique, en nous appuyant, pour guider nos recherches, sur le remarquable travail du Professeur Ch. PORCHER et de A. CHEVALLIER : « *La répartition des matières salines dans le lait.*

(164) K. LINDERSTROM-LANG et S. KODAMA. — Studies on casein. I. On the solubility of casein in hydrochloric acid. *C. R. des travaux du Labor. de Carlsberg*, 1925, 16, 1.

*Leurs relations physiques et chimiques avec les autres principes du lait*<sup>1</sup>. » Dans leur étude, ces auteurs ont pris comme base les données purement chimiques de l'analyse et se sont appliqués, partant de ces données, à reconstituer un lait de synthèse satisfaisant, pour chacun de ses composants et pour son ensemble, aux diverses données physico-chimiques caractéristiques du lait : abaissement cryoscopique, pouvoir réfringent et résistivité électrique.

Après de nombreux tâtonnements, nous nous sommes rallié, pour la reconstitution de nos sérums, à la combinaison I de matières salines admises, pour un litre de lait, par Ch. PORCHER et CHEVALLIER et résumée ci-dessous :

TABLEAU III

Matières salines	en gr. par litre de lait
Chlorure de sodium .....	1,09
» de potassium .....	0,92
Sulfate de potassium .....	0,15
Citrate tricalcique .....	1,80
» tripotassique .....	0,75
» trimagnésien .....	0,70
Phosphate monopotassique .....	1
» bipotassique .....	1,10
Urée (correspondant à l'azote non protéique).....	0,50
Bicarbonate de soude .....	0,25

### Mode opératoire

Opérant en hiver, pour que nos échantillons de lait ne subissent pas d'altérations rapides par acidification lactique, nous avons utilisé 10 laits de mélange partiellement écrémés de la région de Dijon<sup>2</sup>.

Avec chacun de ces échantillons de laits, nous avons obtenu le lacto-sérum d'ultra-filtration et nous avons déterminé son indice de réfraction  $N_D$  à la température de 20° C.

Dans le même temps, pour que le lait ne subisse pas d'acidification lactique, nous avons déterminé ses diverses propriétés suivantes :

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1° Densité à 15° C.,  | 5° Caséine,            |
| 2° Matière grasse,    | 6° Acidité lactique,   |
| 3° Extrait calcule,   | 7° Lactose hydraté,    |
| 4° Extrait dégraissé, | 8° Chlorure de sodium, |

*se rapportant au litre de lait.*

<sup>1</sup> *Le Lait*, 3<sup>e</sup> année, Nos 2, 3, 4.

<sup>2</sup> Le fait d'avoir employé des laits demi-écrémés est sans importance au point de vue réfractométrique puisque, comme nous l'avons vu, l'indice de réfraction d'un lacto-sérum est totalement indépendant de la teneur du lait en matières grasses : les indices des sérums du lait entier, de la crème et du lait écrémé sont en effet identiques.

Le dosage de la *matière grasse* et de la *caséine* a été fait par la méthode officielle d'analyse sans centrifugation.

Le dosage du *lactose hydraté* a été fait par réduction avec la liqueur

## LAIT N° 1

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ )  $N_0 = 1,3418$

*Recherches analytiques*

Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....	1,0331
Extrait calculé .....	120,2
Matière grasse .....	29
Extrait dégraissé .....	91,2
Caséine .....	34,2
Acidité lactique .....	1,26
Lactose hydraté .....	47,7
Chlorure de sodium.....	1,64
Coefficient de correction.....	1,0595

*Synthèse du lacto-sérum N° 1*

Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,737	1,3333
Sulfate de potassium .....	0,159	1,3334
Citrate tri-calcique .....	1,907	1,3337
— tri-potassique .....	0,794	1,3338
— tri-magnésien .....	0,741	1,3339
Phosphate mono-potassique .....	1,059	1,3340
— bi-potassique .....	1,165	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,265	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,530	1,3344
Lactose hydraté .....	50,538	1,3416

de FEHLING ; enfin, le dosage du *chlore* a été effectué par la méthode CHARPENTIER-VOLHARD, en milieu acide, avec solution titrée d'azotate d'argent  $\frac{n}{10}$  et de sulfocyanate de potassium  $\frac{n}{10}$ .

Le poids de la matière grasse étant connu, son volume nous a été donné en divisant le poids par sa densité moyenne (0,94).

## LAIT N° 2

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ )  $N_0 = 1,3415$

*Recherches analytiques*

Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....	1,0326
Extrait calculé .....	120,1
Matière grasse .....	30,0
Extrait dégraissé .....	90,0
Caséine .....	34,5
Acidité lactique .....	1,35
Lactose hydraté .....	46,2
Chlorure de sodium.....	1,69
Coefficient de correction.....	1,061

*Synthèse du lacto-sérum N° 2*

Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,793	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,159	1,3335
Citrate tri-calcique .....	1,910	1,3338
— tri-potassique .....	0,796	1,3339
— tri-magnésien .....	0,743	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,061	1,3342
— bi-potassique .....	1,167	1,3343
Bicarbonate de sodium .....	0,265	1,3344
Urée (azote non protéique) .....	0,530	1,3345
Lactose hydraté .....	49,018	1,3414

De même, le poids de la caséine étant déterminé, son volume nous a été fourni en divisant ce poids par sa densité moyenne (1,35).

Le volume total de l'insoluble : volume de la matière grasse +

volume de la caséine, nous a permis de calculer le coefficient de correction par lequel nous avons dû multiplier le poids de tous les éléments du litre de lait pour les rapporter au litre de sérum.

## LAIT N° 3

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ )  $N_0 = 1,3418$ *Recherches analytiques*

Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....	1,0332
Extrait calculé .....	116,9
Matière grasse .....	26,0
Extrait dégraissé .....	90,9
Caséine .....	32,0
Acidité lactique .....	1,4
Lactose hydraté .....	48,8
Chlorure de sodium.....	1,52
Coefficient de correction.....	1,054

*Synthèse du lacto-sérum N° 3*

Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,602	1,3333
Sulfate de potassium .....	0,158	1,3334
Citrate tri-calcique .....	1,897	1,3337
— tri-potassique .....	0,790	1,3338
— tri-magnésien .....	0,738	1,3339
Phosphate mono-potassique .....	1,054	1,3340
— bi-potassique .....	1,159	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,263	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,527	1,3344
Lactose hydraté .....	51,435	1,3417

$x$  étant le volume total de l'insoluble, ce coefficient de correction  $C$  est donné par la formule :

$$C = \frac{1000}{1000 - x}$$

Voici, dès lors, comment nous avons procédé à nos synthèses de lacto-sérums.

Nous avons d'abord pesé le chlorure de sodium correspondant au litre de sérum. Nous l'avons introduit dans un ballon jaugé de 1 litre

## LAIT N° 4

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) $N_0 = 1,3420$		
<i>Recherches analytiques</i>		
Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....		1,033
Extrait calculé .....		114,0
Matière grasse .....		24,0
Extrait dégraissé .....		90,0
Caséine .....		31,1
Acidité lactique .....		1,4
Lactose hydraté .....		49,4
Chlorure de sodium.....		1,66
Coefficient de correction.....		1,051
<i>Synthèse du lacto-sérum N° 4</i>		
Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,744	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,157	1,3335
Citrate tri-calcique .....	1,891	1,3338
— tri-potassique .....	0,788	1,3339
— tri-magnésien .....	0,736	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,051	1,3341
— bi-potassique .....	1,156	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,263	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,525	1,3344
Lactose hydraté .....	51,919	1,3419

et avons fait sa dissolution à  $20^{\circ} \text{C}$ . dans l'eau distillée, en remplissant jusqu'au trait de jauge. La lecture réfractométrique a été faite à la même température de  $20^{\circ} \text{C}$ .

Puis, nous avons recommencé l'opération en mettant en solution, comme précédemment, le chlorure de sodium et le sulfate de sodium correspondants au litre de sérum et nous avons déterminé l'indice de la solution.

## LAIT N° 5

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) $N_0 = 1,3418$		
<i>Recherches analytiques</i>		
Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....		1,0331
Extrait calculé .....		111,8
Matière grasse .....		22,0
Extrait dégraissé .....		89,8
Caséine .....		32,3
Acidité lactique .....		1,26
Lactose hydraté .....		48,5
Chlorure de sodium.....		1,67
Coefficient de correction.....		1,050
<i>Synthèse du lacto-sérum N° 5</i>		
Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,753	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,157	1,3335
Citrate tri-calcique .....	1,890	1,3338
— tri-potassique .....	0,787	1,3339
— tri-magnésien .....	0,735	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,050	1,3341
— bi-potassique .....	1,155	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,262	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,525	1,3344
Lactose hydraté .....	50,925	1,3417

Nous avons procédé de même avec les poids correspondants de chlorure de sodium, sulfate de potassium, citrate tricalcique, et ainsi

de suite, en ajoutant chaque fois un composant salin de plus dans le ballon et en notant chaque fois l'indice à 20° C.

Nous sommes arrivé, en fin de compte, en ajoutant le lactose à

## LAIT N° 6

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) $N_0 = 1,3422$		
<i>Recherches analytiques</i>		
Densité à 15° C .....		1,0334
Extrait calculé .....		131,5
Matière grasse .....		40,0
Extrait dégraissé .....		91,5
Caséine .....		33,3
Acidité lactique .....		1,2
Lactose hydraté .....		48,8
Chlorure de sodium .....		1,8
Coefficient de correction .....		1,072
<i>Synthèse du lacto-sérum N° 6</i>		
Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à 20° C
Chlorure de sodium .....	1,929	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,161	1,3335
Citrate tri-calcique .....	1,929	1,3339
— tri-potassique .....	0,804	1,3340
— tri-magnésien .....	0,750	1,3341
Phosphate mono-potassique .....	1,072	1,3343
— bi-potassique .....	1,179	1,3344
Bicarbonate de sodium .....	0,268	1,3345
Urée (azote non protéique) .....	0,536	1,3346
Lactose hydraté .....	52,313	1,3422

l'ensemble des matières salines, à avoir l'indice de réfraction total du lacto-sérum, ainsi synthétisé par fractions successives.

Nous relevons dans les tableaux ci-joints les résultats de nos recherches portant sur dix échantillons de laits de mélange.

## LAIT N° 7

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) $N_0 = 1,3420$		
<i>Recherches analytiques</i>		
Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....		1,0352
Extrait calculé .....	129,0	
Matière grasse .....	32,0	
Extrait dégraissé .....	97,0	
Caséine .....	39,9	
Acidité lactique .....	1,45	
Lactose hydraté .....	48,2	
Chlorure de sodium.....	1,46	
Coefficient de correction.....	1,068	
<i>Synthèse du lacto-sérum N° 7</i>		
Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,559	1,3333
Sulfate de potassium .....	0,160	1,3334
Citrate tri-calcique .....	1,922	1,3338
— tri-potassique .....	0,801	1,3339
— tri-magnésien .....	0,747	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,068	1,3342
— bi-potassique .....	1,175	1,3343
Bicarbonat de sodium .....	0,267	1,3344
Urée (azote non protéique) .....	0,534	1,3345
Lactose hydraté .....	51,477	1,3419

Dans chacun de ces tableaux, les poids en grammes par litre des matières salines et du lactose ont été obtenus en multipliant par le coeffi-

cient de correction propre à chaque lait les poids de ces matières indiqués au Tableau III et résultant des recherches de Ch. PORCHER et A. CHEVALLIER.

## LAIT N° 8

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) N° = 1,3418		
<i>Recherches analytiques</i>		
Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....		1,0326
Extrait calculé .....		110,5
Matière grasse .....		22,0
Extrait dégraissé .....		88,5
Caséine .....		31,1
Acidité lactique .....		1,17
Lactose hydraté .....		48,4
Chlorure de sodium.....		1,75
Coefficient de correction.....		1,048
<i>Synthèse du lacto-sérum N° 8</i>		
Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,834	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,157	1,3335
Citrate tri-calciq. ....	1,886	1,3338
— tri-potassique .....	0,786	1,3339
— tri-magnésien .....	0,734	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,048	1,3341
— bi-potassique .....	1,153	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,262	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,524	1,3344
Lactose hydraté .....	50,723	1,3416

## LAIT N° 9

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ ) N° = 1,3415*Recherches analytiques*

Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....	1,0329
Extrait calculé .....	110,7
Matière grasse .....	21,5
Extrait dégraissé .....	89,2
Caséine .....	32,2
Acidité lactique .....	1,3
Lactose hydraté .....	48,0
Chlorure de sodium.....	1,78
Coefficient de correction.....	1,049

*Synthèse du lacto-sérum N° 9*

Matières en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,867	1,3334
Sulfate de potassium .....	0,157	1,3335
Citrate tri-calcique .....	1,888	1,3338
— tri-potassique .....	0,787	1,3339
— tri-magnésien .....	0,734	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,049	1,3341
— bi-potassique .....	1,154	1,3342
Bicarbonate de sodium .....	0,262	1,3343
Urée (azote non protéique) .....	0,524	1,3344
Lactose hydraté .....	50,352	1,3415

## LAIT N° 10

Lacto-sérum d'ultra-filtration ( $t = 20^{\circ} \text{C}$ )  $N_0 = 1,3420$ *Recherches analytiques*

Densité à $15^{\circ} \text{C}$ .....	1,0342
Extrait calculé .....	131,8
Matière grasse .....	36,5
Extrait dégraissé .....	95,3
Caséine .....	37,9
Acidité lactique .....	1,45
Lactose hydraté .....	48,4
Chlorure de sodium .....	1,4
Coefficient de correction .....	1,072

*Synthèse du lacto-sérum N° 10*

Matière: en solution	Poids en grammes par litre	Indice de réfraction à $20^{\circ} \text{C}$
Chlorure de sodium .....	1,501	1,3333
Sulfate de potassium .....	0,161	1,3334
Citrate tri-calcique .....	1,930	1,3338
— tri-potassique .....	0,804	1,3339
— tri-magnésien .....	0,750	1,3340
Phosphate mono-potassique .....	1,072	1,3341
— bi-potassique .....	1,179	1,3343
Bicarbonate de sodium .....	0,268	1,3344
Urée (azote non protéique) .....	0,536	1,3345
Lactose hydraté .....	51,885	1,3420

TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA SYNTHÈSE DE 10 LACTO-SÉRUMS

Matières mises successivement en solution	Augmentations apportées à n par chacun des composants du lacto-sérum de synthèse (Indice de l'eau distillée à 20° C: n = 1,3330)										Totaux	Moyenne
	LAITS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Chlorure de sodium.....	+0,0003	+0,0004	+0,0003	+0,0004	+0,0004	+0,0004	+0,0003	+0,0004	+0,0004	+0,0003	+0,0036	+0,00036
Sulfate de potassium....	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0010	+0,0001
Citrate tri-calcique.....	+0,0003	+0,0003	+0,0003	+0,0003	+0,0003	+0,0004	+0,0004	+0,0003	+0,0003	+0,0004	+0,0033	+0,00033
— tri-potassique.....	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0010	+0,0001
— tri-magnésien.....	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0010	+0,0001
Phosphate mono-potassique	+0,0001	+0,0002	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0002	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0012	+0,00012
— bi-potassique..	+0,0002	+0,0001	+0,0002	+0,0001	+0,0001	+0,0002	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0002	+0,0014	+0,00014
Bicarbonate de sodium....	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0010	+0,0001
Urée.....	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0001	+0,0010	+0,0001
Total de l'augmentation de l'indice de l'eau distillée par les matières salines...	+0,0014	+0,0015	+0,0014	+0,0014	+0,0014	+0,0016	+0,0015	+0,0014	+0,0014	+0,0015	+0,0145	+0,00145
Lactose hydraté.....	+0,0072	+0,0069	+0,0073	+0,0075	+0,0073	+0,0076	+0,0074	+0,0072	+0,0071	+0,0075	+0,0730	+0,0073
Indice de réfraction du lacto-sérum de synthèse.....	1,3416	1,3414	1,3417	1,3419	1,3417	1,3422	1,3419	1,3416	1,3415	1,3420		1,34175
Indice de réfraction N <sub>0</sub> du lacto-sérum d'ultra-filtration.....	1,3418	1,3415	1,3418	1,3420	1,3418	1,3422	1,3420	1,3418	1,3415	1,3420		1,34184
Différence entre les indices des lacto-sérums d'ultra-filtration et de synthèse.	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0001	0,0002	0	0		0,00009

(A suivre.)