

où  $F_{15}$  désigne le résultat ramené à 15° C. Les termes  $F_t$  et  $F_{15}$  sont exprimés en degrés *Soxhlet-Henkel* ou degrés *Morres*.

3. Des quatre acides examinés :  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $C^3H^9O^3$ ,  $HCOOH$ , c'est l'acide sulfurique qui a donné les meilleurs résultats.

4. On doit laisser couler la solution d'acide dans le lait titré, très lentement, en ayant soin d'agiter constamment le ballon, afin d'éviter une précipitation précoce locale de la caséine.

L'Auteur tient à remercier M. le Professeur Dr W. DABROWSKI, pour la direction et le thème de ce travail.

## LA TENSION SUPERFICIELLE DU LAIT DE VACHE

par G. BELLE

Docteur Vétérinaire.

La littérature est pauvre en documentation relative à la mesure de la tension superficielle du lait. Un très petit nombre de chercheurs se sont intéressés à cette question.

KOBLER (1) estime que la tension superficielle du lait oscille entre 50, 60 et 57,26 dynes.

MEILLÈRE (2) a trouvé que 5 cm<sup>3</sup> de lait écrémé donnent de 120 à 137 gouttes au compte-goutte normal.

D'après IMBERT et DUCLOS (3), les laits entiers donneraient un nombre de gouttes compris entre 126 et 142.

TEICHERT (4) a étudié au moyen du stalagnomètre de Traube les modifications de la tension superficielle en fonction de la température.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de connaître la tension superficielle des laits sains et d'étudier ses variations, puis de comparer les résultats avec ceux obtenus avec des laits pathologiques.

La première partie de cette étude comprend :

a) La détermination moyenne de la valeur de la tension superficielle du lait.

b) Les variations sous l'influence de certains facteurs.

### A. DÉTERMINATION MOYENNE DE LA TENSION SUPERFICIELLE DU LAIT

Nos expériences ont porté sur des laits de mélange achetés dans le commerce et sur des laits individuels provenant de vaches européennes et marocaines.

(1) KOBLER. Thèse, 1908 (Zurich).

(2) MEILLÈRE - In MONVOISIN. Le lait et les produits dérivés, 1925.

(3) IMBERT et DUCLOS. *Bull. Sciences pharmacologiques*, 1905.

(4) TEICHERT. *Milchwirtsch. Zentralblatt*, juin 1926. Analysé dans *Le Lait*, 1930, p. 931.

Les mesures ont été exécutées avec le tensiomètre de Lecomte du Nouy (méthode d'arrachement d'un anneau). La verrerie a été au préalable soumise au traitement sulfo-chromique.

L'appareil étalonné a donné pour l'eau distillée, une valeur de 73 dynes 7 à 18°.

La tension superficielle était mesurée sur des laits récoltés depuis 4 à 6 heures environ, la température était de 18°.

TABLEAU I.

## LAITS DE MÉLANGE ACHETÉS DANS LE COMMERCE A CASABLANCA

N° d'ordre	Valeur de la tension superficielle en dynes à 18°	N° d'ordre	Valeur de la tension superficielle en dynes à 18°
1	55,3	36	52,7
2	49,3	37	53,4
3	49,8	38	49,1
4	49,4	39	50,1
5	49,5	40	49,3
6	49,8	41	49,9
7	49,8	42	50,2
8	49,3	43	50,1
9	49,7	44	50,9
10	49	45	49,8
11	50,6	46	49,2
12	50,7	47	50,6
13	51,9	48	49,2
14	50,4	49	54,1
15	50,3	50	50,3
16	49,3	51	49,5
17	50,3	52	50,6
18	50	53	49,7
19	50,8	54	52,8
20	50,9	55	53,7
21	49,8	56	49,2
22	49,7	57	55,1
23	51,7	58	49,3
24	51,6	59	49,3
25	50,9	60	50,6
26	50,9	61	53,8
27	50,4	62	53,8
28	48,8	63	49,3
29	50,9	64	51,4
30	51,2	65	53,1
31	54,1	66	54
32	54,3	67	52,9
33	53,9	68	51,9
34	49,1	69	51,3
35	50,6	70	49,2

**Technique.** — 2 cm<sup>3</sup> sont introduits dans un verre de montre posé sur la table mobile de l'appareil. Cette table est élevée au moyen d'une vis jusqu'à ce que l'anneau de platine soit immergé. Pour obtenir la rupture, on manœuvre à la fois, la vis commandant la table mobile et le bouton correspondant au vernier, de telle façon que le bras de levier, auquel est suspendu l'anneau, reste horizontal au zéro jusqu'à l'arrachement. Il importe que la rupture se produise quand le bras de levier est encore horizontal.

Les chiffres contenus dans les tableaux I et II représentent la moyenne des 3 chiffres obtenus pour les 3 mesures effectuées pour chaque lait.

TABLEAU II.

VALEUR A LA TEMPÉRATURE DE 18°, DE LA TENSION SUPERFICIELLE, MESURÉE DE 4 A 6 HEURES APRÈS LA TRAITE, DE LAITS INDIVIDUELS PROVENANT DE VACHES EUROPÉENNES ET MAROCAINES AYANT MIS BAS DE SEPTEMBRE A NOVEMBRE 1934

N° d'ordre	Valeur de la tension superficielle à 18°	Observations
1 .....	51,7	Vache charollaise
2 .....	52,2	d°
3 .....	46,6	Vache marocaine
4 .....	49,5	d°
5 .....	48,7	d°
6 .....	48,4	d°
7 .....	51,9	Vache charollaise
8 .....	51,7	d°
9 .....	51,7	d°
10 .....	51,6	d°
11 .....	51,3	Vache marocaine
12 .....	48,7	d°
13 .....	51,6	Vache charollaise
14 .....	50,3	d°
15 .....	49,6	Vache marocaine
16 .....	50,3	d°
17 .....	50,8	d°
18 .....	51,3	d°
19 .....	51,6	Vache charollaise
20 .....	51,4	d°
21 .....	51,2	Vache marocaine
22 .....	51,3	d°
23 .....	48,4	d°
24 .....	49,6	d°
25 .....	49,9	d°

Sur ces laits, la tension superficielle à 18° est comprise entre 49 dynes et 55 d. 32.

Le quartil inférieur, c'est-à-dire le degré de variation dépassé par les trois quarts des laits, est égal à 49 d. 5.

Le quartil supérieur qui représente le degré de variation non atteint par les trois quarts des laits considérés est égal à 51 d. 8.

Le quartil moyen, moyenne arithmétique des quartils inférieur et supérieur, est égal à 50 d. 65.

La tension superficielle moyenne des laits étudiés est donc de 50 d. 65 ; mais la plus grande fréquence est de 49 d. 3.

Pour ces laits individuels, la tension superficielle est comprise entre 46 d. 6 et 52 d. 2.

Ces chiffres expriment la valeur de la tension superficielle d'un liquide en équilibre.

Les variations biométriques sont représentées par les valeurs suivantes :

Plus grande fréquence : 51 d. 3, 51 d. 6, 51 d. 7.

Quartil inférieur : 49 d. 5.

Quartil supérieur : 51 d. 7.

Quartil moyen : 50 d. 6.

## B. VARIATIONS DE LA TENSION SUPERFICIELLE

### 1° Avec le temps

a) *Valeur statique.* — Des mesures ont été faites :

Immédiatement après la traite.

De 10' en 10' pendant quelques heures.

Au bout de 24 heures.

La technique a été la suivante : 2 cm<sup>3</sup> de lait étaient introduits dans une boîte de Petri posée sur la table mobile de l'appareil. Les mesures furent effectuées ainsi qu'il est mentionné plus haut.

Les chiffres trouvés sont réunis dans le tableau III.

**Résultats.** — L'examen de ce tableau montre que :

1° La tension superficielle d'un lait diminue de façon régulière pendant deux heures ou deux heures et demie environ, à partir du prélèvement (fait au moment de la traite), conformément à la loi de Gibbs.

2° A partir de ce moment (2 h. ou 2 h.  $\frac{1}{2}$ ) la tension superficielle a une valeur constante, qui est la valeur statique.

3° Au bout de 24 heures, sa valeur est sensiblement inférieure à ce qu'elle était au bout de 2 heures, mais elle a diminué d'une valeur moindre que pendant les deux premières heures.

4° La baisse moyenne de la valeur de la tension superficielle pendant les deux premières heures est de 3 dynes environ.

TABLEAU III.

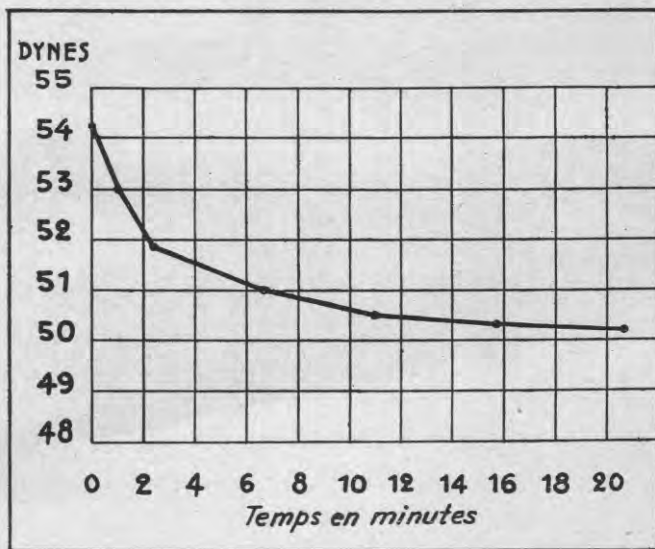
LE LAIT, 1936	N° d'ordre	(immédiatement après la traite)																	
		0	10'	20'	30'	40'	50'	60'	70'	80'	90'	100'	110'	120'	130'	140'	150'	180'	24 h.
2.....	52,0	51,7	51,3	51,0	50,7	50,4	50,2	50,0	49,9	49,7	49,5	49,5	49,4	49,3	49,3	49,3	49,3		48,5
3.....	52,9	52,5	51,9	51,5	51,1	50,8	50,5	50,4	50,2	50,0	49,9	49,9	49,8	49,8	49,8	49,8	49,7		49,3
8.....	51,9	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3	50,1	49,8	49,6	49,5	49,5	49,4	49,3	49,3	49,3	49,3	49,2		48,4
10.....	52,3	52,1	51,9	51,7	51,5	51,2	49,9	49,6	49,4	49,2	49,1	49,1	49	49	49	49	49		49,2
11.....	54,5	53,9	53,4	52,9	52,5	52,2	52	51,7	51,4	51,2	50,7	50,7	50,7	50,6	50,6	50,6	50,6	50,5	50,0
12.....	54,2	53,9	53,5	53,0	52,5	52,2	52,0	51,8	51,5	51,3	51,1	51,0	50,9	50,8	50,8	50,8	50,7	50,7	50,1
14.....	52,2	51,8	51,4	51,2	50,9	50,8	50,7	50,6	50,5	50,5	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	49,6
16.....	54,1	53,4	52,8	52,3	51,9	51,5	51,2	51,2	49,9	49,7	49,5	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3			48,5
20.....	54,4	53,9	53,3	52,8	52,6	52,2	51,8	51,5	51,5	51,3	51,2	51,1	51,0	50,9	50,9				50,3
27.....	53,5	53,0	52,6	52,3	52,0	51,6	51,4	51,2	50,9	50,8	50,7	50,6	50,5	50,4	50,4	50,4	50,3	50,3	49,7
28.....	52,1	51,7	51,2	50,8	50,4	50,0	49,8	49,5	49,3	49,2	49,0	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8			48,2
30.....	54,6	54,0	53,6	53,3	53,1	52,8	52,5	52,3	52,0	51,8	51,6	51,3	51,3	51,2	51,2				50,2
34.....	52,7	51,5	52,0	51,6	51,2	50,8	50,6	50,2	49,9	49,7	49,6	49,5	49,3	49,1	49,1	49,1			48,2
38.....	52,2	51,7	51,2	50,7	50,4	50,1	49,8	49,6	49,5	49,3	49,2	49,2	49,1	49,1	49,1				48,3
42.....	53,7	53,3	52,2	52,6	52,2	51,8	51,5	51,2	50,9	50,6	50,5	50,5	50,4	50,2	50,2				49,2
47.....	53,5	53,3	52,9	52,5	52,1	51,9	51,6	51,2	51,0	50,5	50,7	50,7	50,7	50,6	50,5	50,5	50,5	50,5	49,5
50.....	53,3	52,8	52,4	52,0	51,6	51,2	50,9	50,6	50,5	50,5	50,4	50,4	50,3	50,3	50,3				49,2
53.....	52,6	52,3	51,9	51,5	51,3	51,0	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,8	49,8	49,7	49,7	49,7	49,7	49,7	48,9
54.....	56,5	56,0	55,5	55,0	54,7	54,3	53,9	53,6	53,4	53,2	53,0	53,0	52,8	52,8	52,8	52,8	54,8		51,7
56.....	51,8	51,4	51,0	50,7	50,3	49,9	49,8	48,8	49,6	49,4	49,3	49,2	49,2	49,2	49,2	49,2			48,9
58.....	51,9	51,4	50,9	50,7	50,5	50,2	49,9	49,7	49,6	49,6	49,5	49,5	49,4	49,3	49,3				48,8
60.....	53,4	53,2	53,0	52,7	52,4	52,1	51,9	51,7	51,5	51,2	51,2	50,8	50,6	50,6	50,6				49,9
64.....	53,9	53,6	53,3	53,1	52,8	52,6	52,3	52,1	51,9	51,8	51,7	51,6	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,0
65.....	55,7	55,3	55,0	54,7	54,4	54,2	53,9	53,6	53,5	53,4	53,3	53,1	53,1	53,1	53,1				52,6
67.....	55,9	55,5	55,1	54,8	54,6	54,2	54,1	54,0	53,8	53,5	53,3	53,2	53,0	52,9	52,9				52,2
68.....	54,5	54,2	54,0	53,8	53,6	53,5	53,2	52,9	51,6	52,5	52,4	52,2	52,0	51,9					51,4

b) *Valeur dynamique.* — La valeur dynamique est la plus haute valeur que puisse avoir la tension superficielle : elle est donnée par une mesure exécutée aussitôt que possible après agitation du liquide.

A cet effet, on verse dans un certain nombre de boîtes de Pétri 2 cm<sup>3</sup> de lait. On agite et on effectue la mesure très rapidement. On obtient ainsi la plus haute valeur de la tension superficielle, soit A. On opère ensuite sur la 2<sup>e</sup> boîte de Pétri. On immerge l'anneau, puis on fait coïncider le 0 du vernier avec la graduation A-1 et l'on compte le temps au bout duquel se produit l'arrachement, soit t secondes ; on recommence avec une 3<sup>e</sup>, une 4<sup>e</sup>, etc., en amenant le 0 du vernier sur les graduations A-2 ; A-3 ; A-4 ; etc. On a ainsi plusieurs points qui permettent de construire la courbe  $A = f(t)$ . Le temps écoulé avant la rupture est de plus en plus grand. En effet, l'adsorption diminue, conformément à la loi de Gibbs, la tension superficielle du liquide et cette adsorption commencent aussitôt que l'agitation a cessé.

Le tableau IV représente l'abaissement de la tension superficielle (moyenne sur vingt laits de la région de Casablanca).

**-TABLEAU N° IV. ABAISSEMENT DE LA TENSION SUPERFICIELLE  
(MOYENNE SUR 20 LAITS DE LA RÉGION CASABLANCAISE)**



### 2° Avec la température

La tension superficielle a été mesurée à la température de 20° sur des laits laissés en repos pendant 24 heures. Ces laits furent ensuite refroidis d'abord à 18° (½ heure), puis à 10° (tension mesurée



au bout d'une heure), puis à 0° (1 heure). Voici les chiffres que nous avons obtenus.

TABLEAU V.  
VARIATION DE LA TENSION SUPERFICIELLE AVEC LA TEMPÉRATURE

N° d'ordre	Valeur de la tension superficielle à			
	20°	18°	10°	0°
3 .....	49,3	49,2	46,8	46,3
10 .....	48,2	48,2	47,0	46,4
11 .....	50,0	49,8	49,3	47,7
12 .....	50,1	50,1	48,8	48,1
16 .....	48,5	48,5	47,0	46,4
28 .....	48,2	48,1	47,1	46,5
30 .....	50,2	50,0	49,1	48,8
38 .....	48,3	48,1	47,2	46,5
47 .....	49,5	49,5	48,3	47,8
54 .....	51,7	51,6	50,2	49,7
64 .....	51,0	51,0	48,5	47,6
65 .....	52,6	52,6	51,2	50,9
68 .....	51,4	51,2	49,7	49
69 .....	48,5	48,2	46,7	45,9

L'examen de ce tableau montre que :

1° La tension superficielle est sensiblement la même à 20° et à 18°. Les différences que nous avons notées varient de 0 dyne à 0 d. 3 ; le plus souvent, on enregistre une baisse de 0 d. 1, 0 d. 2 seulement.

2° Entre 18° et 10° la différence est plus grande (1 dyne, 1 d. 5 environ). Sur 14 échantillons de lait, mis en expérience, nous avons noté une dépression variant de 0 d. 9 à 1 d. 5.

3° La chute de la tension superficielle s'accroît encore lorsqu'on refroidit le lait à 0° ; mais l'écart est moindre qu'entre 20° et 10° ; il est de l'ordre de 0 d. 5 en moyenne.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par TEICHERT, qui a constaté que la tension superficielle d'un lait soumis à une température de 10° pendant une demi-heure seulement subit une forte dépression.

### CONCLUSIONS

1° La tension superficielle des laits de la région Casablancaise a une valeur de 50 d. 4, environ.

2° Si l'on mesure la tension superficielle immédiatement après la traite, puis toutes les 10 minutes, on constate que la valeur de cette

tension baisse d'une façon continue pendant 2 ou 3 heures environ. Au bout de ce temps, la tension superficielle ne varie plus ; elle a atteint une valeur stable (valeur statique).

3° Entre 20° et 0°, le refroidissement influe sur la tension superficielle. Aux environs de 20°, la valeur de la tension superficielle reste sensiblement identique, mais si on abaisse la température respectivement à 10°, puis à 0°, on constate une forte dépression. A 0°, la tension superficielle a atteint sa valeur minima.

## A PROPOS DE LA DÉSACIDIFICATION ÉLECTRIQUE DU LAIT

par

**JEAN PIEN**  
Ingénieur-Chimiste (I. C. R.)  
Docteur ès-Sciences  
Directeur des laboratoires  
des « Fermiers Réunis ».

et  
**JACQUES BAISSE**  
Ingénieur-Chimiste (I. C. R.)  
des laboratoires  
des « Fermiers Réunis ».

Depuis quelques années déjà on parle de la réduction électrique de l'acidité du lait. Depuis quelques mois même, on peut voir en service et expérimenter les appareils réalisant cette opération sur des bases industrielles.

Etant donné l'intérêt évident que présenterait en fromagerie et dans la préparation de certains sous-produits du lait, la solution de ce problème de la désacidification par des voies autres que la neutralisation chimique, nous avons tenu à expérimenter les appareils offerts actuellement dans ce but à l'industrie laitière.

Cet article qui relatera les résultats de nos essais aura pour objet :

1° De décrire succinctement l'opération de la désacidification électrique ;

2° De montrer quelles modifications surviennent dans la composition du lait au cours de cette opération ;

3° D'en déduire une théorie provisoire de la désacidification électrique ;

4° De montrer les avantages et les inconvénients du procédé.

\* \* \*

### I. ALLURE GÉNÉRALE DU PHÉNOMÈNE

Les appareils destinés à réaliser industriellement la désacidification électrique du lait ont été décrits dans cette revue [1, 2]. Nous croyons donc inutile d'y revenir.

Qu'il nous suffise de rappeler que ces appareils sont constitués par de véritables cuves à électrolyse consistant en un bac en grès