LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- Chr. ZBINDEN. — Les « infiniment petits chimiques » du lait et leur détection par la méthode spectrographique 113
- H. STASSANO. — Des appareils de pasteurisation à plaques (*à suivre*) 124
- M^{me} L. RANDOIN et R. LECOQ. — Du choix d'un animal réactif pour l'étude de l'équilibre nutritif des laits 133
- A. LEROY et J. MARCQ. — Le taux butyreux sanguin des reproducteurs bovins et ses rapports éventuels avec la valeur d'élevage (*à suivre*) .. 144
- E. LESNÉ et G. DREYFUS-SÉE. — L'influence des rayons ultra-violet (R. U. V.) sur la sécrétion lactée chez la femme 155

Bibliographie analytique :

- 1^o Les Livres 162

- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 167
- 3^o Brevets 186

Bulletin bibliographique :

- 1^o Livres 190
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 191
- 3^o Brevets 193

Documents et informations :

- Commission pour les industries du lait. (Institut international d'agriculture de Rome.) 197
- Un nouvel appareil de séchage rapide de la caséine 207
- L'industrie laitière en Australie 209
- L'emploi rationnel du lait écrémé dans l'alimentation des veaux 212
- Les belles installations en laiterie. — V. — L'usine de la Société Ofco 217
- Nombre de vaches laitières au Danemark 224

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

LES « INFINIMENT PETITS CHIMIQUES » DU LAIT ET LEUR DÉTECTION PAR LA MÉTHODE SPECTROGRAPHIQUE

par

Chr. ZBINDEN,
Docteur ès sciences

Chimiste au Laboratoire de Recherches
de la

Nestlé and Anglo-Swiss Condensed Milk Co, Vevey (Suisse).

Depuis les nombreux et remarquables travaux de G. BERTRAND qui ouvrirent une voie nouvelle aux recherches bio-chimiques par

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

l'étude des « infiniment petits chimiques de la matière vivante », on est convenu d'admettre, comme éléments normaux de l'organisme, un certain nombre d'ions métalliques autres que le calcium, le sodium et le magnésium qui en constituent la base minérale. Ces éléments, jadis qualifiés de « toxiques » et d'« indésirables » par la majorité des biologistes, sont classés de nos jours parmi les éléments indispensables au bon fonctionnement des divers processus physiologiques. De plus, à l'instar de ces autres « infiniment petits » : les vitamines, ils ne sont « actifs » qu'à ces doses extraordinairement faibles et leur absence ou tout simplement leur déficience peuvent provoquer des troubles semblables aux phénomènes de carence observés dans les avitaminoses.

L'ensemble des travaux poursuivis dans ce domaine établissent que le bore, le cobalt, le cuivre, le fer, le lithium, le manganèse, le nickel, le plomb, le silicium et le zinc se rencontrent normalement dans la matière vivante et en particulier dans le sang. Nos derniers travaux (1) nous permettent de compléter cette liste par l'adjonction de l'argent, du chrome, du germanium, de l'étain et du titane.

Il nous a semblé intéressant de continuer nos recherches par l'étude de l'aliment par excellence de l'enfant : le lait, afin de savoir si ces mêmes éléments s'y rencontrent et si, plus est, on peut observer une concentration ou une déficience de l'un d'eux, ce qui serait d'un intérêt capital pour la détermination de leur rôle physiologique dans les phénomènes de croissance.

Pour atteindre ce but, nous nous sommes adressés à la méthode spectrographique imaginée par le Professeur URBAIN qui nous a toujours donné d'excellents résultats et qui, grâce à sa très grande sensibilité, permet de déceler de très faibles traces dans un minimum de substance. Elle consiste, dans ses grandes lignes, à obtenir un spectre d'émission dans la région de l'ultra-violet s'étendant entre 2.500 et 3.500 Angströms en introduisant une petite quantité de substance dans l'arc jaillissant entre deux électrodes de charbon. Il se produit aussitôt une dissociation électronique suivie de l'émission d'un certain nombre de raies spectrales spécifiques des éléments formant le composé. Les raies inscrites sur une plaque photographique, seule sensible aux rayons ultra-violets, sont déterminées par leur longueur d'onde, c'est-à-dire par rapport à un spectre de référence, en général : le fer électrolytique.

Nous avons utilisé pour nos essais un spectrographe Hilger et des plaques photographiques extra minces Lumière 102-254 mm., qui furent développées dans un révélateur fort à l'hydroquinone de composition suivante :

(1) P. DUTOIT et Chr. ZBINDEN, *C. R. Acad. Sc.*, **188**, p. 1628 (1929); **190**, p. 172 (1930).
Chr. ZBINDEN, *Mémoire de la Soc. Vaudoise des Sc. naturelles*, n° 22 (1930).

eau : 1.000 cm².

hydroquinone : 10 gr.

sulfate de soude anhydre : 40 gr.

carbonate de soude anhydre : 55 gr.

Nous avons pris toutes les précautions nécessaires pour que les calcinations furent faites en l'absence d'impuretés et nous avons préféré prolonger la calcination plutôt que de l'activer par certains produits chimiques, dont on ne connaît jamais assez le degré de pureté.

* * *

Nos analyses ont porté sur des laits humains et des laits de vache de provenance diverse.

Lait de femme.

PLANCHE 1.

Spectre 1.

	Nombre de raies	Raies ultimes		Nombre de raies	Raies ultimes
Ag	1 (2?)	3280.8 3383.0	P	4	2534.1 2553.4 2535.7 2555.0
Al	2	3092.7 3082.2	Pb	1	2833.2
Cr	1	2677.2	Sn	3	3262.5 2840.1
Cu	7	3247.7 3274.0	Ti	5	3373.0
Fe nombreuses raies			V	1	3184.1
Ni	1	3414.9	Zn	1	3345.2

Spectre 2.

	Nombre de raies	Raies ultimes		Nombre de raies	Raies ultimes
Ag	2	3280.8 3383.0	Mn	3	2605.8
Al	5	3092.7 3082.2	Ni	1	3414.9
Cr	1	2677.2	Pb	5	2833.2
Cu	5	3247.7 3274.0	Sn	11	3262.5 2840.1
Fe nombreuses raies			Ti	3	3373.0
Ge	1	2651.3	V	1	3184.1
			Zn	3	3345.2

PLANCHE 2.

Les spectres 1 et 2 sont semblables à ceux de la Planche 1.

Planche I. — Lait de Femme.

Planche II. — Lait de Femme.

Na MgMg Pb Sn Al CaCa CuCu Zn Ti
Sn. SnAg

Na MgMg Pb Sn Al CaCa CuCu Zn Ag Ti
Sn

L'ensemble des analyses que nous avons effectuées sur une vingtaine de laits humains d'origine différente et dont nous avons donné les spectres de quelques-uns en exemple, nous montre que : l'argent, l'aluminium, le chrome, le cuivre, le fer, le magnésium, le plomb, l'étain, le nickel, le titane, le vanadium et le zinc sont des constituants normaux de ce liquide physiologique.

Lait de vache.

PLANCHE 3.

Spectre 1. Middlewich (Angleterre).

Nombre de raies		Raies ultimes		Nombre de raies		Raies ultimes	
Al	3	3092.7		Pb	1	2833.2	faible
		3082.2					
Cr	1	2677.2	faible	Sn	5	3262.5	
						2840.1	forte
Cu	3	3247.7		Ti	1	3373.0	
		3274.0					
Fe	Spectre riche			V	1	3184.1	
P	4	2534.1	2553.4	Zn	2	3345.2	
		2535.1	2555.0				

Riche en étain.

Spectre 2. Sandesund (Norvège).

Nombre de raies		Raies ultimes		Nombre de raies		Raies ultimes	
Al	3	3292.7		Pb	2	2833.2	forte
		3082.2					
Au	1	—		Sn	8	3262.5	
						2840.1	forte
Cr	1	2677.2		Ti	3	3373.0	
Cu	3	3247.7		V	1	3184.1	
		3274.0					
				Zn	1	3345.2	
Fe	nombreuses raies						
P	4	2534.1	2553.4				
		2535.7	2555.0				

PLANCHE 4.

Spectre 1. Ashbourne (Angleterre).

Comme celui de Middlewich avec un peu plus d'étain.

Planche III. — Lait de vache.
Angleterre

Planche IV. — Lait de vache.
Angleterre

P P

Na
Cr

Mg Mg

Pb
Sn

Al

Ca Ca
Sn

Cu Cu
Sn

Zn Ti

Espagne

P P

Na

Mg Mg

Pb
Sn

Al

Cu Cu
Sn

Zn Ti

Spectre 2. La Penilla (Espagne).

Nombre de raies		Raies ultimes	Nombre de raies		Raies ultimes
Al	4	3292.7 3082.2	P	4	fortes
Cr	1	2677.2	Pb	1	2833.2
Cu	4	3247.7 3274.0	Sn	4	3262.5 2840.1
Fe nombreuses raies			Ti	2	3373.0
Ge	1	2651.3	V	1	3184.1
Mn	3	2605.8	Zn	1	3345.2

PLANCHE 5.

Suisse.

Spectre 1. Cham.

Nombre de raies		Raies ultimes	Nombre de raies		Raies ultimes
Al	3	3092.7 3082.2	Pb	1	2833.2
Cr	1	2677.2	Sn	5	3262.5 2840.1
Cu	2	3247.7 3274.0	V	2	3184.1
Fe nombreuses raies			Zn	1	3345.2
P	4	fortes			

Spectre 2. Payerne.

Nombre de raies		Raies ultimes	Nombre de raies		Raies ultimes
Al	3	3092.7 3082.2	Pb	1	2833.2
Cr	1	2677.2	Sn	5	3262.5 2840.1
Cu	2	3247.7 3274.0	V	2	3184.1
Fe nombreuses raies			Zn	1	3345.2
P	4	fortes			

Il est intéressant de noter ici la parfaite similitude entre les deux laits d'origine suisse.

Lait de provenance allemande (Lindau).

Nombre de raies		Raies ultimes	Nombre de raies		Raies ultimes
Al	2	3092.7 3082.2	Pb	1	2833.2
Cr	1	2677.2	Sn	3	3262.5 2840.1
Cu	3	3247.7 3274.0	Ti	7	3371.6 3373.0
Fe nombreuses raies			V	2	3184.1
P	4	fortes	Zn	2	3345.2

Planche V. — Lait de vache.
Cham (Suisse)

Payerne (Suisse)

RÉSUMÉ. Il semble dès lors possible d'admettre l'*aluminium*, le *chrome*, le *cuivre*, le *fer*, le *manganèse*, le *plomb*, l'*étain*, le *titane*, le *vanadium*, le *zinc*, comme constituants régulièrement décelables dans les cendres de lait de femme et de vache, et en quantités constantes. Nous pensons pouvoir ajouter l'*argent* comme constituant du lait humain. Le *bore* n'a pu être décelé, car il ne donne pas de raies sensibles dans la région spectrale étudiée. Quant au *germanium*, il est en si petite quantité qu'il n'est pas régulièrement décelable, même par le spectrographe.

Ces analyses concordent avec les résultats obtenus par Norman C. WRIGHT (1) au moyen de la méthode de l'étincelle. Toutefois, nous n'avons pu relever la présence du rubidium qui ne donne pas de raies spectrales assez sensibles entre 2.500 et 3.500 Å ; cependant, on sait qu'il est présent dans les laits humains et animaux depuis les travaux de RAMAGE (2) :

Nous croyons, autant que l'examen bibliographique le permet, que c'est la première fois que l'argent, le plomb, l'étain, le titane et le germanium sont décelés dans le lait.

Les récents travaux poursuivis sur le rôle de ces ions métalliques dans les phénomènes vitaux ont montré l'importance du cuivre dans la synthèse de l'hémoglobine, du manganèse comme agent catalytique des phénomènes d'oxydation, et du zinc dans les phénomènes de fécondation.

Certains auteurs ont essayé de déterminer quel pouvait être le rôle de ces mêmes ions dans les phénomènes nutritifs. Il est, en effet, intéressant de voir que l'enfant à sa naissance possède en réserve une quantité très élevée de cuivre et de zinc. Des travaux se poursuivent à l'heure actuelle dans cette voie, et déjà on a trouvé des relations assez intimes entre le cuivre et la vitamine A (3) d'une part, et le zinc et la vitamine B (4) d'autre part. Gabriel BERTRAND a observé aussi des phénomènes de carence très intéressants quand le zinc manque dans l'alimentation des animaux. Il sera sans doute possible dans la suite de déterminer le rôle spécifique de ces ions et leur utilité en thérapeutique alimentaire.

(1) NORMAN C. WRIGHT. *Science* 69, p. 78 (1929).

(2) RAMAGE. *Nature*, 20 avril 1929.

(3) B. BENZON, thèse, Paris, 1923.

(4) Mc. HARGUE. *Journ. Agric. Research*, 30, p. 193 (1925).

— *Amer. Journ. of Physiol.*, 72, p. 583 (1925).