

BIBLIOGRAPHIE

- [1] R. BUTTIAUX, M. GERVOIS, D. LIÉGEAIS. Société de Gastro-enterologie de Lille, mars 1946. *Arch. Mal. App. Dig.* (sous presse).
- [2] R. BUTTIAUX, L. LESNÉ. L'analyse bactériologique des laits concentrés sucrés. Présence de staphylocoques pathogènes dans certains d'entre eux (sous presse).
- [3] F. E. KOCH (1942). Electrouährboden für Staphylokokken. *Zeistr.-Bakt.-Parasiteuk*, I, *Oreig*, 149, 122-124.
- [4] G. H. CHAPMAN. *Journal Bact.*, t. L (2), 1945, 201-203.
- [5] G. H. CHAPMAN. *Journal Bact.*, t. LI, 1946.
- [6] G. E. DOLMAN et R. J. URLSON. *The Journal of Immunology*, t. XXXV, 1938, p. 13.

**RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE LAIT
DE VACHE ACTINISÉ.**

**I. INFLUENCE DE L'ACTINISATION SUR LA TENEUR
DU LAIT EN VITAMINE C ANTISCORBUTIQUE (1)**

par

JEANNE BOISSELOT et JEAN CAUSERET

On sait que le rachitisme à forme eutrophique est une maladie de l'enfance dont les principaux signes cliniques apparaissent généralement au cours de la première année de la vie. Il est caractérisé par un ralentissement plus ou moins marqué de l'ossification des cartilages de conjugaison, ralentissement qui provoque l'incurvation de la colonne vertébrale et des os des jambes, la formation d'un « chapelet costal », la tuméfaction des articulations du poignet et du cou-de-pied, le retardement de la soudure des fontanelles, etc.

On observe rarement ces troubles chez l'enfant nourri au sein ; par contre, ils sont extrêmement fréquents chez l'enfant nourri au lait de vache, — notamment chez le prématuré —, bien que ce lait soit plus riche en phosphore, en calcium et en vitamine D que le lait de femme : ce fait serait dû, pour une grande part, à la formation, dans les intestins de l'enfant nourri au lait de vache, de sels de calcium insolubles qui ne sont pas résorbés par la muqueuse intestinale. En effet, on a remarqué, écrit E. MOURIQUAND, que « les selles du nourrisson au sein sont acides, celles de l'enfant au biberon alcalines. Or, l'acidité des selles favorise l'absorption du calcium et du phosphore sous la forme monocalcique ; l'alcalinité au contraire, en précipitant ces sels en combinaisons insolubles, gêne gravement leur absorption » (2).

(1) *Bulletin Soc. Sc. Hygiène aliment.*, 1946 709, 148.

(2) Pour plus de détails, voir : E. Mouriquand. Vitamines et carences alimentaires. Albin Michel, édit., Paris, 1942.

Pour lutter contre le rachitisme infantile, il existe de nombreux moyens thérapeutiques de prévention ou de guérison.

L'utilisation d'*huile de foie de poissons*, pure ou «survitaminée» par addition de calciférol, donne en général des résultats satisfaisants et présente l'avantage supplémentaire d'augmenter la résistance des nourrissons aux infections microbiennes ; malheureusement, certains enfants la supportent mal (1).

On évite cet inconvénient en remplaçant l'huile de foie de poissons par du *calciférol pur* ou *vitamine D2* (2) : ainsi, aux Etats-Unis, le lait de vache est en partie enrichi par addition de calciférol, à la dose de 0 mgr. 010 par « quart » (soit un peu moins de 0 mgr. 009 par litre) (3).

*L'irradiation des enfants par les rayons ultra-violet*s de longueur d'onde comprise entre 2.500 et 3.000 Å peut donner aussi de bons résultats, à condition que la distance des lampes et la durée de l'exposition soient parfaitement réglées ; dans le cas contraire, le remède peut être plus dangereux que le mal (4). »

Enfin, *l'irradiation ultra-violette du lait de vache* destiné à l'alimentation des nourrissons augmente le pouvoir antirachitique de celui-ci, en transformant en vitamine D une partie des stérols qu'il renferme. Cette irradiation, sur laquelle de nombreux auteurs ont attiré l'attention du corps médical (5), peut être réalisée par différents procédés.

L'un de ceux-ci, connu sous le nom d'*actinisation*, consiste à exposer le lait à l'action des rayons ultra-violet*s en couche extrêmement mince, pendant une durée très brève et à l'abri de l'air*. De cette manière, il est à présumer que l'action des rayons ultra-violet*s s'exerce d'une manière uniforme sur toutes les particules du lait et que le risque de destruction des vitamines autres que la vitamine D est réduit*.

Ce dernier point méritait d'être étudié avec un soin particulier. Il est évident que l'actinisation du lait serait à rejeter si, comme certains procédés d'irradiation, elle devait aboutir à une importante

(1) *Ibid. E. Mouriquand.*

(2) Le calciférol n'est pas identique à la vitamine naturelle, qui a reçu le nom de vitamine D3.

(3) Pour plus de détails, voir : *J. Causeret. L'enrichissement des produits alimentaires par addition de substances nutritives de complément. Bull. Soc. Sc. Hyg. alim., 1946, 34, 122.*

(4) *E. Mouriquand et P. Bertoye. Rayons ultra-violet*s et chute pondérale. *Lyon méd., 136, 243.*

(5) Dans un prochain article, consacré à l'influence de l'actinisation du lait de vache sur sa valeur antirachitique nous citerons une abondante bibliographie des travaux relatifs au lait irradié.

diminution de sa valeur vitaminique. En 1933, O. STINER (1) a conclu d'expériences personnelles que les vitamines du lait étaient détruites au cours de son irradiation, à l'exception, bien entendu, de la vitamine D. Sans être aussi catégoriques, d'autres auteurs ont signalé des pertes vitaminiques, d'importance d'ailleurs très variable, au cours de l'irradiation du lait. L'actinisation provoque-t-elle de telles pertes ? C'est ce problème que nous avons cherché à résoudre.

Dans un premier travail, nous indiquons les résultats de nos investigations, en ce qui concerne la *vitamine C antiscorbutique*. Nous exposerons ultérieurement les résultats que nous avons obtenus pour les autres vitamines.

I. Dosages chimiques comparatifs de la vitamine C dans le lait de vache, avant et après l'actinisation

Pour doser l'*acide ascorbique réduit* dans le lait, nous avons utilisé la méthode de MARTINI et BONSIGNORE (2), mise au point par MENTZER et VIALARD-GOUDOU (3). Cette méthode est basée sur la réduction photochimique du bleu de méthylène par l'acide ascorbique, en milieu acide.

Nos dosages ont porté, pendant trente-deux jours :

D'une part, sur des échantillons de lait de vache qui provenaient d'une laiterie parisienne ;

D'autre part, sur des échantillons du même lait, qui avait été irradié par nos soins au moyen d'un actinisateur de type industriel.

Les résultats de ces dosages sont réunis dans le tableau I.

D'après ces résultats, les échantillons de lait non traité que nous avons étudiés renfermaient en moyenne 9 mgr. 36 d'acide ascorbique réduit par litre, et les échantillons de lait actinisé, 8 mgr. 31. *La perte moyenne d'acide ascorbique réduit provoquée par l'actinisation a donc été de 11,2 %.*

A. E. CORRENS (4) ayant signalé que le lait de vache renferme une certaine quantité d'*acide déhydroascorbique*, — dérivé d'oxydation de l'acide ascorbique possédant la même activité vitaminique que lui —, nous avons, après réduction de l'acide déhydroascorbique par l'hydrogène sulfuré, effectué quelques dosages selon une technique

(1) O. Stiner. Ueber die Behandlung der Milch. *Mitteil. a. d. Geb. d. Lebensmitteluntersuch. u. Hyg.*, 1933, **24**, 94.

(2) E. Martini et A. Bonsignore. Eine neue Methode der Ascorbinsäurebestimmung. *Biochem. Ztschr.*, 1934, **273**, 170.

(3) A. Mentzer et C. Vialard-Goudou. Contribution à l'étude de l'acide ascorbique réduit. Remarques sur le dosage par la méthode au bleu de méthylène. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1937, **19**, 707.

(4) A. E. Correns. Der Vitamin C. Gehalt der Frauenmilch und der Kuhmilch im Sommer. *Klin. Wochenschr.*, 1937, **16**, 81.

TABLEAU I

TENEUR DU LAIT DE VACHE EN ACIDE ASCORBIQUE RÉDUIT ET EN ACIDE ASCORBIQUE TOTAL AVANT ET APRÈS ACTINISATION
(1^{re} série de dosages)

Dosages	Acide ascorbique réduit		Dosages	Acide ascorbique réduit	
	Avant l'actinisation	Après l'actinisation		Avant l'actinisation	Après l'actinisation
	Mgr. par litre	Mgr. par litre		Mgr. par litre	Mgr. par litre
1	7,4	5,8	17	11,1	10,6
2	7,3	6,5	18	10,0	8,0
3	8,8	7,4	19	11,0	8,8
4	8,6	8,2	20	12,0	10,0
5	9,8	8,6	21	10,7	8,5
6	9,9	9,2	22	9,2	8,7
7	7,8	6,3	23	9,5	8,9
8	11,2	10,4	24	8,8	8,0
9	7,3	6,0	25	8,0	7,0
10	8,0	7,1	26	10,3	10,0
11	7,2	6,3	27	12,0	11,3
12	7,4	6,2	28	10,0	9,2
13	9,0	8,7	29	7,8	7,2
14	11,0	9,5	30	9,0	8,3
15	11,0	9,0	31	9,0	8,1
16	10,0	9,1	32	9,5	8,8

indiquée par Ch. MENTZER (1). Les résultats de ces dosages sont réunis dans le tableau II.

D'après cette seconde série de dosages, les échantillons de lait non traité que nous avons étudiés renfermaient en moyenne, par litre : 7 mgr. 41 d'acide ascorbique réduit et 12 mgr. 90 d'acide ascorbique total ; les échantillons du même lait, après actinisation, renfermaient, par litre : 6 mgr. 70 d'acide ascorbique réduit et 11 mgr. 22 d'acide ascorbique total. La perte moyenne d'acide ascorbique réduit provoquée par l'actinisation a donc été de 9,7 %, — du même ordre de grandeur que celle que nous avons pu déduire de notre première série de dosages —, et la perte moyenne d'acide ascorbique total a été de 15,4 %.

Ce résultat est en parfait accord avec ceux qu'ont obtenus K. SCHEER (2) et W. DIEMAIR et W. FRESSENIUS (3) : en effet, ces

(1) Ch. Mentzer. Contribution à l'étude biochimique de l'acide ascorbique. Thèse Paris, 1940, p. 44.

(2) K. Scheer. Schädigt die Ultraviolettbestrahlung der Milch ihren Vitamin C Gehalt ? Münch. med. Wochenschr., 1939, 86, 603.

(3) W. Diemair et W. Fresenius. Ueber den Vitamin C. Gehalt bestrahlter Milch. Ztschr. anal. Chem., 1940, 120, 313.

TABLEAU II
TENEUR DU LAIT DE VACHE EN ACIDE ASCORBIQUE RÉDUIT
AVANT ET APRÈS L'ACTINISATION
 (2^e série de dosages)

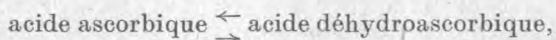
Dosages	Lait avant l'actinisation		Lait après l'actinisation	
	Acide ascorbique réduit (Mgr. par litre)	Acide ascorbique total (Mgr. par litre)	Acide ascorbique réduit (Mgr. par litre)	Acide ascorbique total (Mgr. par litre)
1	—	12,7	—	10,9
2	—	14,4	—	11,9
3	—	9,2	—	8,8
4	—	13,0	—	10,0
5	5,6	15,3	4,9	12,9
6	10,2	13,5	9,2	12,6
7	7,1	17,8	6,8	15,9
8	8,9	13,8	8,4	12,1
9	8,5	11,6	7,1	10,8
10	4,2	7,7	3,8	6,2

auteurs ont montré que l'irradiation du lait, lorsqu'elle n'est pas trop prolongée, n'entraîne qu'une légère diminution de son pouvoir antiscorbutique.

D'autre part, l'ensemble des résultats réunis dans les tableaux I et II nous permet de formuler les trois remarques suivantes :

1^o Le lait de vache vendu dans une même laiterie parisienne est d'une richesse en vitamine C variable d'un jour à l'autre, la variation étant due vraisemblablement au fait que les laits vendus à Paris sont des laits de grand mélange ;

2^o Une fraction de la vitamine C des laits sur lesquels ont porté nos dosages se trouve sous forme réduite (acide ascorbique), l'autre fraction sous forme oxydée (acide déhydroascorbique). L'importance relative de ces deux fractions est variable, ce qui peut s'expliquer aisément : en effet, on sait que, dans un milieu biologique complexe, où coexistent les deux formes de la vitamine C, celles-ci obéissent à un équilibre :



qui peut évoluer réversiblement dans un sens ou dans l'autre, lorsque varient les conditions de milieu. Or, on sait que la structure hétérogène du lait et sa tendance à fermenter lui confèrent une grande instabilité ;

3^o Nous pouvons rapprocher nos résultats de ceux qu'a obtenus

A. E. CORRENS. En 1937, cet auteur a signalé qu'une forte proportion de la vitamine C du lait de vache acheté dans le commerce est à l'état d'acide déhydroascorbique (1) ; cependant, S. KON et M. B. WATSON (2) n'ont pu mettre en évidence qu'une très faible quantité d'acide déhydroascorbique dans le lait de vache fraîchement traité et en ont conclu que la glande mammaire sécrète la vitamine C, à peu près exclusivement sous forme réduite. Il faudrait donc imaginer, pour rendre compte à la fois de la diminution bien connue de la teneur du lait en vitamine C totale au cours du temps et de l'apparition d'acide déhydroascorbique en quantité relativement importante, que l'acide ascorbique du lait s'oxyde lentement après la traite, une fraction étant simplement transformée en acide déhydroascorbique et une autre dépassant ce premier stade d'oxydation pour être dégradée en substances inactives.

II. Vérification de ces résultats par la méthode biologique

Des pertes de vitamine C, de l'ordre de grandeur de celles que nous avons pu mettre en évidence par dosages chimiques, sont difficilement appréciables par la méthode biologique, à la fois en raison des limites de précision de la méthode et, — surtout —, de la pauvreté du lait en vitamine C.

Nous avons cependant tenu à comparer l'effet, sur la croissance et sur le comportement du cobaye, de deux doses de lait non actinisé et de doses identiques de lait actinisé.

Les animaux mis en expérience ont reçu chaque jour le régime artificiel scorbutigène de M^{me} L. RANDOIN (3), complété partiellement, en raison de la faiblesse du pouvoir antiscorbutique des laits, par une petite quantité (0 mgr. 50 par cobaye) d'acide ascorbique cristallisé insuffisante pour couvrir à elle seule les besoins physiologiques minima en vitamine C.

Les animaux ont été répartis en quatre lots qui ont reçu, en plus du régime indiqué ci-dessus, des quantités variables de lait non actinisé ou de lait actinisé (4) :

Lot I. 5 gr. de lait non actinisé concentré sous vide au cinquième.

Lot II. 10 gr. de lait non actinisé concentré sous vide au cinquième.

Lot I. 5 gr. de lait actinisé concentré sous vide au cinquième.

Lot II. 10 gr. de lait actinisé concentré sous vide au cinquième.

(1) *Loc. cit.*

(2) S. Kon et M. B. Watson. The vitamin C content of cows milk. *Biochem. Journ.*, 1937, **31**, 223.

(3) L. Randoïn. La question des vitamines. II. Le facteur antiscorbutique. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1932, n° 3, 23.

(4) Ces quantités ont été choisies d'après les résultats des analyses chimiques que nous avons indiqués plus haut.

Les graphiques montrent que la croissance des animaux qui recevaient les mêmes doses de lait non actinisé ou de lait actinisé a été à peu près identique pendant toute la durée de l'expérience avec, cependant, une légère différence en faveur du lait non actinisé.

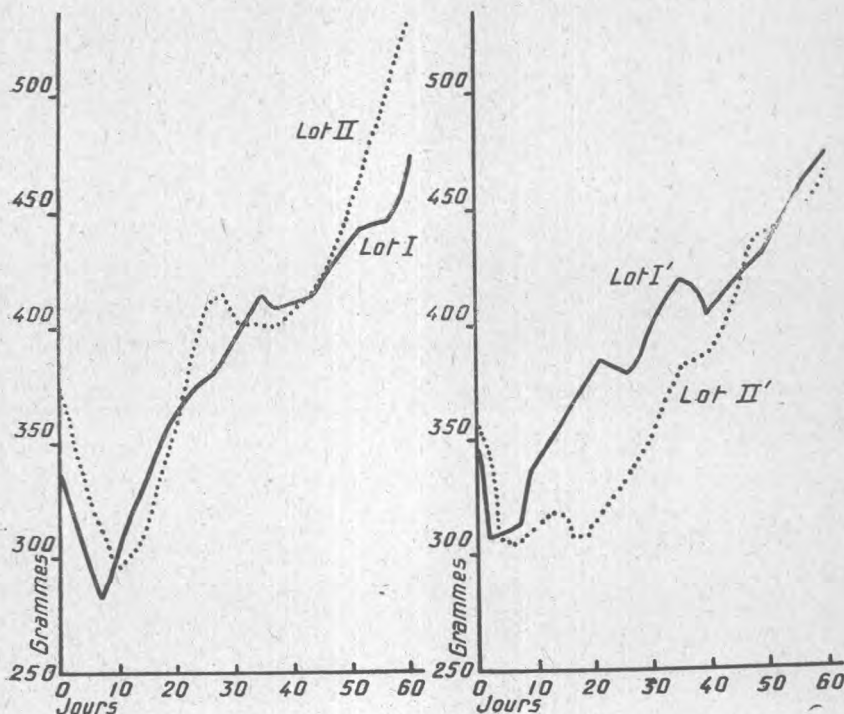


FIG. 1

Courbes de poids de cobayes soumis à un régime scorbutigène complété par 5 gr. (Lot I) ou par 10 gr. (Lot II) de lait non actinisé par animal et par jour.

FIG. 2

Courbes de poids de cobayes soumis à un régime scorbutigène complété par 5 gr. (Lot I') ou par 10 gr. (Lot II') de lait actinisé par animal et par jour.

Conclusions

1° La teneur en vitamine C du lait de vache vendu dans une même laiterie parisienne, est assez variable d'un jour à l'autre.

Une fraction de la vitamine C de ce lait se trouve sous forme réduite (acide ascorbique), l'autre sous forme oxydée (acide déhydroascorbique). L'importance relative de ces deux fractions est variable.

Certains auteurs ayant signalé que la glande mammaire de la vache sécrète la vitamine C, à peu près exclusivement sous forme réduite, il est permis de penser que l'acide ascorbique du lait

s'oxyde lentement après la traite, une fraction étant simplement transformée en acide déhydroascorbique et une autre fraction dépassant ce premier stade d'oxydation pour être dégradée en substances inactives.

2° L'actinisation du lait, méthode d'irradiation en couche extrêmement mince, pendant un temps très bref et à l'abri de l'air, ne provoque qu'une faible perte de vitamine C sous sa forme réduite et sous sa forme oxydée : la perte moyenne d'acide ascorbique réduit est de l'ordre de 11 % ; la perte moyenne d'acide ascorbique total (acide ascorbique + acide déhydroascorbique), de l'ordre de 15 %. Par conséquent, en actinisant le lait, on peut augmenter son pouvoir antirachitique sans diminuer sensiblement sa valeur antiscorbutique.

Néanmoins, comme le lait de vache est un aliment très pauvre en vitamine C et que sa valeur antiscorbutique s'abaisse encore au cours du transport, de l'entreposage et de l'ébullition (1), il est indispensable de donner chaque jour aux jeunes enfants nourris au biberon, — que le lait soit actinisé ou qu'il ne le soit pas —, un supplément de vitamine C sous forme de jus de fruits frais ou de jus de légumes frais.

(Travail du Laboratoire de Physiologie de la Nutrition de l'École des Hautes Études et du Centre de Recherches sur l'Alimentation de l'Institut National de la Recherche Agronomique.)

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

1° LES LIVRES

Ballarin (O.). — Notes sur la biochimie du lait. 1 vol. broch. de 150 pages avec nombreux tableaux et plusieurs figures. Meier et Blumer, éditeurs, rua Santos-Rodrigues, Rio-de-Janeiro, 1947

Cet ouvrage nous semble être le premier, en langue portugaise, englobant d'une façon complète les connaissances actuelles sur le lait. Il est divisé en quatre parties consacrées respectivement aux propriétés physico-chimiques, à la composition chimique, à l'action des divers agents et au métabolisme du lait. De nombreux schémas, dessins et formules sollicitent agréablement l'attention du lecteur qui trouve ainsi des explications sur la cristallisation du lactose, la membrane d'enveloppe des globules gras, le processus de déshydratation des particules de lait dans le procédé « Spray ».

(1) *L. Randoïn et R. Lecoq.* — L'analyse biologique des laits de distribution et des laits concentrés sucrés au point de vue de leur valeur antiscorbutique. *Bull. Soc. Thérap.*, février 1930, n° 3, 35, 49.