LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- G.-C. SUPPLEE. — Comparaison
au point de vue nutritif des
laits liquides et desséchés.... 321
- L. PANISSET. — Nécessité de l'ana-
lyse microbiologique en face de
l'insuffisance de l'analyse chi-
mique 332
- A.-J.-J. VANDELDE. — La lutte
contre la disette du lait pen-
dant la guerre 1914-1918 (Fin).. 334

Revue générale :

- M. PÉHU et P. BERTOYE. — Sur
l'anaphylaxie lactée (A suivre). 340
- Bibliographie analytique :**
- 1° Les Livres 350
- 2° Journaux, Revues, Sociétés
savantes..... 353
- Bulletin Bibliographique...** 364
- Brevets.....** 367
- Documents et Informations** 369

MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

COMPARAISON AU POINT DE VUE NUTRITIF DES LAITS LIQUIDES ET DESSÉCHÉS,

par G.-C. SUPPLEE,

à Adams (N. Y.), Etats-Unis.

Rappel des principes fondamentaux de la nutrition dans leur application au lait.

La nutrition de l'organisme exige que certaines substances lui soient fournies pour son développement et son entretien. Ces substances sont des protéines, des hydrates de carbone, des graisses, des sels minéraux et des vitamines. L'eau en elle-même n'a pas de valeur nutritive ; mais elle doit être classée comme un facteur indispensable de la nutrition.

Les données physiologiques essentielles sur le rôle des protéines, des graisses, des hydrates de carbone et des substances minérales sont trop connues pour que nous nous y attardions.

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

Les vitamines sont ces importantes substances de constitution chimique inconnue, favorables à l'entretien et à la croissance, que la nature a distribuées dans de nombreux aliments pour intervenir dans la nutrition. Jusqu'à présent, trois sortes différentes de vitamines ont été étudiées ; elles sont généralement désignées comme : Vitamine A, soluble dans les graisses ; Vitamine B, soluble dans l'eau, et Vitamine C ou Vitamine anti-scorbutique. Les deux premières sont nécessaires à la croissance et elles protègent contre les polynévrites et les troubles divers dits de carence, pendant que la dernière protège seulement contre le scorbut. Les vitamines semblent être largement distribuées dans les aliments naturels ; elles sont particulièrement abondantes dans les feuilles et les racines des plantes alimentaires, et aussi dans quelques fruits. Des recherches expérimentales ont montré que le lait de vache frais contient une quantité suffisante de vitamine A et de vitamine B pour subvenir à tous les besoins de la nutrition, tandis qu'il a une légère déficience en vitamine anti-scorbutique.

Les propriétés caractéristiques des vitamines peuvent être détruites par le chauffage, un séchage prolongé ou une réaction défavorable du milieu.

Le tableau ci-dessous de DRUMMOND résume leur résistance dans diverses circonstances.

Stabilité vis-à-vis de :	Vitamine A	Vitamine B.	Vitamine C.
La chaleur...	Stable à 100° C, probablement stable à 140° C.	Relativement stable à 100° C, détruite lentement à 120° C. et au-dessus.	Détruite graduelle- ment à 50° C et au- dessus. Détruite rap- idement au-des- sus de 80° C.
Les alcalis...	Stable à froid, peut-être pas à chaud.	Détruite lentement à froid, rapidement à chaud.	Destruction rapide à froid.
Les acides...	Probablement stable.	Relativement stable.	Relativement stable au-dessous de 50° C.

La nourriture de tout animal commence dès les premiers stades de son développement. Celle du fœtus est puisée dans le sang de la mère ; aussi, est-il de toute nécessité que soient contenus dans ce sang tous les principes particulièrement utiles pour le développement du fœtus. Notons que l'aliment transmis par la mère à son petit avant la naissance est plus simple dans sa nature chimique que celui qui est fourni après la naissance. Bien que le lait, sécrétion de la mamelle,

soit beaucoup plus complexe, dans sa nature chimique, que ne peut l'être l'aliment transmis par la mère au fœtus, il est néanmoins un fait véritable et indéniable, c'est que le lait communément sécrété par les espèces animales est particulièrement bien adapté, dans ses caractéristiques physiques et chimiques, pour nourrir convenablement les jeunes de ces espèces après la naissance jusqu'à ce que soit atteint le stade de développement où les organes de ceux-ci sont complètement capables de recevoir des aliments moins parfaits que le lait. Considéré du point de vue finaliste, le lait est sans contredit le produit le plus parfait de l'économie animale pour répondre aux besoins de la nutrition des jeunes pour lesquelles il a été élaboré.

Pratiquement, tous les laits contiennent les mêmes substances nutritives : protéines, graisses, hydrates de carbone, matières minérales, vitamines et eau, mais il y a toutefois des différences dans les propriétés et dans le pourcentage de quelques-uns de ces constituants.

Comparaison des laits humain et bovin.

Pour de nombreuses raisons, le lait humain n'étant pas toujours donné à l'enfant dans la première année de sa vie, il en est résulté que le lait bovin s'est substitué à lui.

La composition chimique du lait humain et du lait de vache est donnée dans le tableau ci-dessous (1) :

TABLEAU I.

Pourcentage de la composition des laits humain et bovin.

	Lait humain		Lait bovin	
	Bosworth	Suplee	Bosworth	Babcock
Eau.....	88,30	88,28	87,10	87,30
Graisse.....	3,30	3,41	4,00	3,60
Lactose.....	6,50	4,71	4,75	4,50
Protéines.....	1,50	2,88	3,20	3,80
Cendres.....	0,23	0,64	0,72	0,70
Acide citrique..	0,10	0,11		0,10

Des différences marquées, quantitativement et qualitativement, existent dans la composition des sels minéraux des laits humain et bovin, en dehors de celles qui sont dues à l'interprétation des résultats (voir Tableau II).

(1) Je ferai remarquer qu'il s'agit de la composition en poids p. 100, et que, multiplier par 10 pour avoir la composition par litre ne serait pas exact. Il faudrait y ajouter 3 p. 100, le lait pesant en moyenne 1.030 gr. au litre (et non pas 1.000). R.

TABLEAU II.

Les sels minéraux des laits humain et bovin.

	Soldner Lait de vache (en gr. p. 100 cm ³)	Van Slyke et Bosworth Lait de vache (en gr. p. 100 cm ³)	Bosworth et Bowditch Lait humain (en gr. p. 100 cm ³)
Chlorure de sodium.....	0,0962	0	0
— de potassium ...	0,0830	0	0
Phosphate mono-potassi- que.....	0,1156	0	0,068
Phosphate bi-potassique..	0,0835	0,230	0
Citrate de potassium.....	0,0495	0,052	0,103
Phosphate bi-magnésium.	0,0336	0	0
Citrate de magnésium ...	0,0367	0	0
Phosphate bi-calciq.	0,0671	0,175	0
— tri-calciq.	0,0806	0	0
Citrate de calcium.....	0,2133	0	0
Oxyde de calcium (comme caséinate).....	0,0465	0,054	0,024
Phosphate mono-magné- sium.....	0	0,103	0,027
Citrate de sodium.....	0	0,222	0,056
Chlorure de calcium.....	0	0,119	0,059
Total.....	0,9056	0,955	0,337

Le Tableau III donne la composition détaillée des cendres.

TABLEAU III.

Les éléments minéraux des laits humain et bovin.

	(En gr. pour 100 cm ³)			
	Lait humain		Lait bovin	
	Bosworth	Supplée	Bosworth	Babcock
Anhydride sulfurique (SO ³)...	0,002	0,019	0,025	0,027
Anhydride phosphorique(P ² O ³)	0,034	0,174	0,199	0,170
Chlore.....	0,038	0,075	0,076	0,100
Oxyde de calcium.....	0,050	0,152	0,201	0,140
— de magnésium.....	0,005	0,007	0,022	0,017
— de potassium.....	0,086	0,154	0,145	0,175
— de sodium.....	0,020	0,054	0,074	0,070
— de fer.....	traces	traces	traces	traces
Total.....	0,235	0,635	0,742	0,699

Le lait de vache contient des éléments minéraux en quantité beaucoup plus considérable que le lait humain. Les différences en ce

qui concerne le phosphore et le calcium sont dues principalement à la plus grande quantité de caséine et de phosphate de calcium dans le lait de vache.

Un examen attentif des analyses des laits humain et bovin nous montre que ces produits renferment les substances nécessaires à une nutrition complète ; toutefois les analyses chimiques ne peuvent ni découvrir ni mesurer les vitamines.

La méthode qui a recours aux repas d'épreuves est celle à laquelle il faut alors s'adresser ici.

Les recherches entreprises dans le laboratoire que nous dirigeons, dans le but de comparer le lait de vaches nourries avec des aliments concentrés, peu riches en vitamines, et celui produit par les mêmes animaux nourris uniquement avec de l'herbe fraîche qui contient une grande proportion de vitamines, ne nous ont, en effet, rien donné à ce point de vue et, relativement aux constituants chimiquement connus et mesurables, les différences sont faibles.

TABLEAU IV.

Comparaison de :

	Lait obtenu avec des aliments concentrés pauvres en vitamines (0/0 en poids)	Lait obtenu avec une ration d'herbe fraîche riche en vitamines (0/0 en poids)
Eau.....	88,38	88,19
Solides totaux.....	11,63	11,81
Graisse.....	3,37	3,44
Protéines totales ($N \times 6,38$)	2,82	2,93
Caséine ($N \times 6,38$).....	2,28	2,32
Albumine ($N \times 6,38$).....	0,42	0,49
Azote non protéique.....	0,02	0,02
Lécithine.....	0,069	0,07
Lactose.....	4,73	4,66
Acide citrique.....	0,08	0,13
Cendres:.....	0,606 :	0,670 :
Oxyde de potassium....	0,150	0,157
— de sodium.....	0,051	0,056
— de calcium.....	0,138	0,165
— de magnésium..	0,007	0,005
— de fer.....	0,0001	0,0002
Anhydride phosphorique	0,158	0,190
Anhydride sulfurique..	0,023	0,014
Chlore.....	0,080	0,097

La véritable nature chimique du lait ne peut pas être correctement montrée par la détermination de ses constituants principaux. Tous

les laits contiennent une variété de substances autres qui y existent en quantités très minimes. Par exemple, on sait que le lait bovin contient de la lactalbumine, de la lactoglobuline, des substances azotées telles que l'urée et l'ammoniaque, de la lécithine, de la céphaline, de la carotine, des traces de certains acides organiques, des gaz en dissolution, des traces de fer et d'autres substances d'une nature chimique inconnue.

Au point de vue de l'alimentation infantile et de la substitution du lait de vache au lait humain, on doit considérer les différences de qualité aussi bien que celles de quantité. Ces dernières peuvent être annulées ou presque par les méthodes bien connues, reposant notamment sur la dilution et l'addition de sucre de lait ou de malt, l'écémage, etc. Toutefois, ces modifications possibles à envisager ne sauraient porter sur les protéines. Les différences dans les protéines, particulièrement la caséine, du lait bovin et du lait humain sont relatives ici :

1° Les protéines du colostrum humain sont assimilées par l'enfant nouveau-né, avec de très petits changements, dans les voies digestives. Cela serait impossible avec les protéines du lait de vache.

2° La caséine du lait de vache est facilement précipitée par les acides, tandis que la caséine du lait humain l'est avec difficulté.

3° La caséine du lait de vache est précipitée par la présure sous forme de caillots consistants qui tendent à se souder ensemble en masses dures ressemblant à du caoutchouc. De son côté, la caséine du lait humain est précipitée en flocons fins qui n'adhèrent pas les uns aux autres pour former de larges masses.

4° La caséine du lait humain est complètement dissoute par un suc gastrique abondant, ce qui est impossible avec la caséine du lait de vache, en raison de l'aspect physique des caillots volumineux formés dans l'estomac.

Ces brèves considérations, basées surtout sur les différences constatées dans la condition physique de la caséine précipitée de ces deux laits, nous montrent rapidement pourquoi le lait humain est plus facilement digéré que le lait de vache, et aussi pourquoi le lait de vache, après manipulation et séchage par un procédé qui change la condition de la caséine de telle sorte que celle-ci va ressembler à celle du lait humain, est également plus digestible que le lait entier originel. Un tel résultat est obtenu quand le lait est séché sur des cylindres chauffés selon le procédé de Just.

Lait liquide, lait concentré et lait séché. — Pour l'alimentation de l'enfant, le lait humain est celui qui doit être préféré, mais malheureusement, il faut souvent avoir recours au lait de vache. Son emploi

intensif a été rendu possible par l'évolution importante de l'industrie laitière, qui a satisfait à toutes les demandes du public pour la fourniture d'un produit sain.

Les méthodes mises en œuvre dans le grand effort fait pour atteindre à ce résultat, ont visé d'abord les améliorations dans les conditions hygiéniques de la ferme, la clarification, la pasteurisation, les facilités de refroidissement du lait à la récolte et pendant le transport, etc. . . ; elles s'appliquent plus particulièrement au lait liquide, mais les produits concentrés et séchés en ont largement profité.

Les laits concentrés qui apparaissent sur le marché sont : *le lait sucré* (16 p. 100 environ de sucre de canne sont ajoutés avant la concentration), *le lait non sucré*, et *le lait évaporé*. Le premier est très employé comme aliment pour les enfants, tandis que les deux derniers le sont à un moindre degré dans ce but. Dans la fabrication du lait concentré, soit sucré, soit non sucré, les procédés employés sont tout à fait semblables. Le lait avant d'être concentré est d'abord chauffé de 82° à 95° pendant 5 ou 10 minutes, et même plus longuement dans certains cas. Il est parfois recommandé de faire bouillir le lait pendant une courte période. Dans la fabrication du produit sucré, le sucre est ajouté à ce moment. Après ce chauffage préliminaire, le lait est concentré dans le vacuum à une température variant entre 55° et 60°. La durée de l'opération varie avec la quantité de lait contenue dans le vacuum, mais elle est généralement de 2 ou 3 heures. Le produit sucré est condensé dans la proportion d'environ 2 1/2-2 3/4 à 1, tandis que le produit non sucré est ordinairement condensé dans la proportion de 3 ou 4 à 1. En vue de maintenir sa conservation pendant un temps plus ou moins long, le lait concentré non sucré, qui est souvent expédié en vrac, est chauffé de 82° à 95° pendant 30 minutes dans le vacuum après que la concentration est terminée. Ce surchauffage n'est pas nécessaire pour le produit sucré, en raison de sa richesse en sucre qui agit comme préservatif et donne aussi la viscosité désirable au produit fini. Après concentration, ces produits, sucré et non sucré, sont refroidis à basse température et mis en boîtes.

Le lait évaporé est le terme appliqué au lait concentré non sucré, qui est ensuite stérilisé. Dans le premier stade de la fabrication, le lait est d'abord chauffé presque jusqu'au point d'ébullition pendant 5 à 10 minutes, puis concentré dans le vacuum à 60°, dans une proportion de 2-2 1/2 à 1, enfin chauffé de 82 à 95° pendant 10 ou 20 minutes comme il a été décrit ci-dessus. Pour que la graisse ne se sépare pas, le produit concentré est homogénéisé et ensuite refroidi à basse température avant d'être mis en boîtes. Après soudure, les boîtes sont soumises à une température de 110° à 115° pendant 25 à

à 45 minutes, ce qui fournit une stérilisation pratique, sinon absolue. Ce chauffage excessif donne un peu de couleur au lait par caramélisation du lactose. Il détermine une partielle précipitation de la caséine qui est corrigée par une agitation violente des boîtes, dans le but de rendre le lait concentré homogène.

La composition chimique des laits concentrés dépend de l'importance de la concentration. L'analyse moyenne de nombreux échantillons est donnée dans le Tableau V.

TABLEAU V.

Composition des laits sucré, concentré et évaporé.

	Concentré, sucré (Lait entier)	Evaporé (Lait entier)
Eau	26,61	74,28
Extrait sec.....	33,47	25,72
Sucre	39,92	0
Lactose.....	13,58	8,94
Protéines.....	8,70	6,93
Graisses.....	9,53	8,26
Cendres.....	1,91	1,39

Le séchage du lait doit être reconnu comme un pas de plus dans la concentration. Quand toute l'eau du lait est enlevée, la préservation semble assurée ; l'absence d'eau empêche la possibilité de détérioration par les micro-organismes, résultat qui n'est pas obtenu dans les produits concentrés pour la raison qu'il reste encore suffisamment d'eau pour faciliter la croissance des bactéries, levures et moisissures, croissance qui est souvent à craindre.

Le séchage du lait pour l'emploi commercial est réalisé par le procédé du brouillard (spray process) et le procédé des cylindres. Avec celui-là, le lait est d'abord pasteurisé à une température variant entre 60° à 65° pendant 30 minutes, après quoi il est concentré dans le vacuum suivant la manière des laits concentrés ordinaires ; la concentration est d'environ 3 1/2 à 4 pour le lait entier et 4 1/4 à 4 pour le lait écrémé. Le lait concentré, pendant qu'il est chaud, est contraint de passer à travers une petite ouverture dans un disque spécialement désigné à cet effet sous la pression de plusieurs centaines d'atmosphères. Il arrive alors dans une grande chambre de séchage sous la forme d'un brouillard très fin. L'air intérieur de la chambre de séchage est chauffé entre 110° et 115°. Cette température élevée cause une rapide évaporation de l'eau du brouillard de lait, laquelle évaporation, en retour, abaisse la température de l'air dans la chambre de séchage jusqu'à environ 85°. L'eau est entraînée par

le courant d'air tandis que la poudre de lait tombe sur le plancher où elle reste entre 4 et 18 heures, suivant l'importance de l'opération.

Quand le lait est séché par le procédé de Just, dit encore des cylindres chauffés, les manipulations sont réduites au minimum. Au lieu de chauffer le lait préalablement à la dessiccation, il est refroidi entre 10 et 15° C dans des tanks en verre dès sa réception à l'usine et conservé à cette température jusqu'à ce qu'il soit standardisé et conduit aux machines à sécher. Le séchage actuel du lait est accompli en faisant passer le lait froid entre deux cylindres d'acier tournant en sens inverse l'un de l'autre, chauffés par la vapeur à environ 115° C. L'eau sous forme de vapeur est emportée par un courant d'air entretenu par une turbine à aspiration, tandis que l'extrait sec du lait se colle ainsi sur les cylindres pendant seulement quelques secondes sous forme d'une pellicule mince, qui est détachée par un couteau bien tranchant, s'appuyant sur toute la longueur des cylindres. Cette pellicule, qui ne contient aucune humidité en quittant le tranchant du couteau, a l'apparence d'un tissu de papier blanc ou mieux du tissu de soie qu'on appelle crêpe de Chine. Elle est immédiatement tamisée en une poudre fine et placée dans des récipients hermétiquement scellés, très peu de temps après que le lait a quitté les tanks de refroidissement.

La simplicité du procédé de séchage du lait par la méthode des cylindres chauffés mérite qu'on compare le produit obtenu avec le lait liquide concentré et le lait en poudre fabriqués par le procédé dit du brouillard.

Il apparaît que la fabrication du lait desséché est plus exigeante que celle du lait concentré en ce qui concerne la qualité du lait originel, ce qui est fondamental. Mais il est d'autres considérations touchant à la préparation et à la valeur nutritive qui sont importantes à envisager. Si l'on compare les laits liquide, concentré et sec, au point de vue du transport et du degré de préservation, c'est le lait sec qui l'emporte. On sait bien que le lait ne peut pas être trop manutentionné sous la forme liquide ou demi-liquide sans dangers pour sa contamination bactérienne ; les inconvénients qui en résultent sont réduits au minimum pour le lait sec préparé sur cylindres chauffés, en raison du peu de manutentions dont ce produit a besoin, comparé aux autres produits mentionnés ici. Les bactéries pathogènes qui peuvent exister dans le lait liquide sont tués par le procédé de séchage, aussi bien que la grande majorité des autres espèces, et une poudre bien préparée ne doit pas contenir plus de 1000 microbes par gramme.

L'analyse chimique habituelle des laits concentré et en poudre

porte ordinairement sur le degré de concentration et la quantité de sucre.

TABLEAU VI.

	Lait entier (étranger)	Procédé du hronilard (P. B.) (lait entier)	Procédé Just (C. C.) cylindres chauffés (lait entier)	Procédé P. B. (Ecrémé)	Procédé C. C. (Ecrémé)	Procédé C. C. marque D.
Eau.....	5,09	1,50	2,13	2,80	2,72	2,54
Graisse...	25,10	28,20	26,74	1,35	1,37	12,28
Protéines...	23,89	26,67	26,97	37,70	35,01	29,72
Lactose...	36,36	37,88	38,27	49,94	51,74	47,62
Cendres...	6,34	5,75	6,14	8,21	8,19	6,35
Acide citrique...						2,01

Certaines différences de qualités peuvent être décelées entre le lait liquide et le lait séché obtenu avec les cylindres chauffés, quand l'attention se porte sur quelques composés en particulier. C'est ainsi que dans le lait sec, il y a un pourcentage d'acides gras légèrement supérieur à celui du lait liquide avec lequel il a été obtenu. Des comparaisons entre l'acidité (exprimée en acide oléique) de la matière grasse du lait liquide et de la matière grasse du lait sec donnent des résultats de 2 à 6 p. 100 supérieurs avec celui-ci. La forme globulaire de la matière grasse est détruite dans la fabrication du lait sec ; dans ce produit, la graisse a une structure semi-cristalline, semblable à celle de la graisse qui a été fondue, puis refroidie. C'est là une caractéristique avantageuse au point de vue de la digestion, la nouvelle condition physique de la matière grasse facilitant son émulsion et sa saponification dans l'intestin.

Il y a également des modifications importantes dans la solubilité de certains constituants inorganiques. Le Tableau VII montre que les composés du calcium, du phosphore et du magnésium s'insolubilisent fortement dans le procédé de séchage. Ceci semble désirable du fait que le lait humain contient moins de ces principes minéraux que le lait de vache.

TABLEAU VII.

Changements dans la solubilité des composés minéraux du lait de vache résultant du séchage.

	Lait de vache frais 0/0 du soluble total dans l'eau	Lait sec (Procédé C. C.) 0/0 du soluble total dans l'eau
Phosphore inorganique	64,40	24,15
Chlore.....	100,00	100,00
Calcium.....	33,33	14,90
Magnésium.....	53,85	15,00
Potassium.....	100,00	100,00
Sodium.....	100,00	100,00

Un changement très significatif est aussi apporté dans les protéines, particulièrement la caséine, dans la transformation du lait liquide en lait sec. Le séchage intervient déjà en diminuant la solubilité dans l'eau lors de la reconstitution du lait ; une partie reste en suspension qui peut être précipitée par la force centrifuge. Cela est sans doute dû à l'action de la chaleur à laquelle la caséine est soumise, et aussi à une nouvelle distribution des sels de calcium. Il en résulte, au point de vue de la nutrition, une conséquence heureuse, car la caséine ne peut pas former un caillé dur dans l'estomac, sous l'action de la présure ; la portion de caséine qui reste en apparence non modifiée n'est pas en quantité suffisante pour constituer des caillots de forme et de consistance analogues à ceux que donne le lait frais de vache.

Les flocons mous et diffluent qui donne le lait sec, sous l'action de la présure, offrent une plus grande surface à l'action des sucs digestifs que les caillots massifs du lait frais. On dit aussi couramment que la dessiccation par le procédé des cylindres chauffés, provoque la coagulation totale de la lactalbumine. Cela n'est pas entièrement exact. Les résultats donnés dans le Tableau VIII montrent que 50 à 80 p. 100 de l'albumine reste sous forme soluble.

TABLEAU VIII.

Solubilité de l'albumine à la suite du séchage.

	Lait frais de vache (albumine 0/0)	Lait sec (Procédé C. C.)	
		0/0 d'albumine soluble	0/0 de l'albumine totale restée soluble
Echantillon n° 1...	0,51	0,31	60,38
— 2...	0,54	0,29	53,70
— 3...	0,56	0,39	60,60
— 4...	0,46	0,32	69,56
— 5...	0,47	0,38	80,85

En plus des différences qui viennent d'être signalées, il en est une autre de grande importance. Des recherches récentes ont montré que les vitamines et les propriétés anti-scorbutiques du lait préparé par le procédé C. C. ne sont pas détruites, ou du moins que dans une faible proportion. Jusqu'à présent, il n'a pas été démontré que ces propriétés soient conservées dans la poudre préparée par le procédé du brouillard ; en fait, il semble même évident qu'elles y soient détruites, ce qui n'est pas surprenant en raison de l'action élevée et prolongée de la chaleur à laquelle le lait est soumis dans le procédé du brouillard. Pour toutes références sur ce point particulier, il serait bon de consulter les articles de HESS et UNGER, de HART, STEENBOCK et SMITH, dans le *Journal of Biological Chemistry*, de juin 1919.