LA COMPOSITION, LES ALTÉRATIONS ET LES FALSIFICATIONS DU LAIT.

(Etude pour servir de base à une réalisation matérielle objective
à l'Exposition d'Hygiène de Strasbourg, 1923)

par le Dr A.-J.-J. VANDEVELDE,

Directeur du Laboratoire Chimique et Bactériologique,
Directeur de l'Institut supérieur des Fermentations,
Professeur à l'Institut agronomique supérieur de l'Etat, à Gand (Belgique).

*« L'humanité ne saura jamais évaluer ce qu'elle
doit au génie et au labeur de Louis Pasteur ».*

L'Exposition universelle de Gand, en 1913, avait organisé un compartiment scientifique consacré à une exposition de l'altération et de la falsification des denrées alimentaires. Ayant largement collaboré à l'organisation de cette exposition, il m'est très agréable de reprendre ce travail et de le mettre à jour, en ce qui concerne le lait, et de répondre ainsi à l'invitation de mon collègue et ami, M. le Professeur Ch. PORCHER ; il m'est surtout très agréable d'apporter ma part de reconnaissance à la mémoire du savant que je considère comme le plus grand des hommes qu'ait enfanté l'humanité (1) ; l'humanité saura-t-elle jamais évaluer ce qu'elle doit au génie et au labeur de Louis Pasteur.

Le lait est la première nourriture de l'homme, c'est aussi souvent sa dernière. Rien d'étonnant que, parmi les denrées alimentaires, l'étude du lait se trouve toujours au premier plan ; rien d'étonnant que des savants consacrent au lait le meilleur de leur activité, rien d'étonnant que des revues scientifiques soient complètement absorbées par des études sur le lait. L'importance du lait dans l'alimentation ne doit échapper à personne ; c'est pourquoi une exposition d'hygiène consacre au lait une représentation importante. Nul n'est mieux placé pour assurer le succès de cette représentation que le professeur Ch. PORCHER, dont les fonctions de président de la section du Lait à l'Exposition d'hygiène de Strasbourg assurent dès à présent le succès le plus sérieux.

Dans mon projet de représentation objective, j'examine successivement : a) la composition et la valeur alimentaire du lait par rapport

(1) Hommage à la mémoire de Louis Pasteur par les Ecoles et Instituts de fermentation et de brasserie et les Associations d'anciens Etudiants de Gand, Louvain, Nancy et Paris. Gand, 1922, p. XIV

à quelques denrées alimentaires fondamentales, puis par rapport à quelques produits lactés ; *b*) les altérations du lait ; *c*) la falsification du lait.

A. — Composition normale moyenne de quelques denrées alimentaires et de quelques produits lactés.

Les données numériques servant de base à la représentation objective sont nécessairement des données moyennes. La valeur nutritive qui est basée sur la teneur en protéines, graisses et hydrates de carbone est évaluée en calories ; cette évaluation n'est pas sans défauts, mais elle présente sur d'autres systèmes, l'avantage d'être simple et de facile compréhension.

L'organisme peut en effet être comparé à un moteur thermique qu'il faut alimenter de combustibles ; de même que ce moteur consomme du charbon, par exemple, le moteur humain consomme des substances dérivées du carbone : des hydrates de carbone (amidon, sucre) et des graisses, vrais aliments de combustion ou aliments respiratoires, puis des protéines qui outre le carbone contiennent de l'azote, et sont ainsi des aliments à la fois respiratoires et plastiques.

Des recherches très précises ont montré que 1 kgr. de houille maigre produit par la combustion, 8000 Calories en moyenne ; de même 1 kgr. de protéines, de graisses et d'hydrates de carbone dégagent par la combustion des quantités moyennes respectives de 5710 Calories, 9300 Calories et de 4100 Calories ; en tenant compte des déchets, on admet que l'alimentation humaine retire de ces substances une valeur alimentaire pratique, répondant à la valeur calorifique de 4100 Calories pour les protéines et les hydrates de carbone, et de 8900 Calories pour les graisses.

I. — Données numériques moyennes représentant les valeurs énergétiques (combustion ou alimentation) de quelques substances combustibles et alimentaires.

	Calories dégagées par 1 kgr.	Poids équithermiques dégageant 8000 Calories.
Houille maigre.....	8000 Cal.	1000 gr.
Bois (20 % d'eau).....	3000	2660
Caséine sèche.....	5735	1395
Blanc d'œuf sec.....	5755	1390
Sucre de betterave.....	3955	2023
Fécule de pomme de terre.....	4182	1913
Graisse de bœuf.....	9423	849
Huile d'olives.....	9400	851
Protéines (en pratique).....	4100	1951
Hydrates de carbone (en pratique)	4100	1951
Graisses (en pratique).....	8900	900

Représentation objective se rapportant aux données du tableau I.

11 bocaux cylindriques contenant 1 kgr. de chacune des substances.

11 parallépipèdes de 1 décim.² de section représentant le nombre de calories dégagées par la combustion de 1 kgr.

11 bocaux cylindriques contenant le poids de chacune des substances produisant 8000 Calories.

11 parallépipèdes de 1 décim.² de section représentant le poids de ces substances.

L'analyse chimique des denrées alimentaires nous en fait connaître la composition par kgr. ; connaissant la teneur en protéines, hydrates de carbone et graisse, nous pouvons par le calcul, établir la valeur calorifique, et par suite la valeur alimentaire, sans perdre de vue toutefois que cette valeur alimentaire ne correspond pas toujours exactement à la valeur calorifique.

La valeur alimentaire peut être représentée par la quantité équi-thermique de houille maigre, par des parallépipèdes dont la hauteur en cm. représente le nombre de calories. Enfin nous pouvons représenter la quantité de substance pouvant être achetée pour un franc, par le poids de la substance, par des parallépipèdes donnant par cm. les calories, enfin par des quantités correspondante de houille maigre.

II. — *Données numériques moyennes concernant quelques produits alimentaires et lactés, par kgr.*

	Pain blanc de froment	Viande maigre de bœuf	Oufs de poule (1)	Fèves	LAIT DE VACHE	Lait centrifugé	Poudre de lait (2)	Lait condensé sucré	Farine lactée (3)
Gr. eau	350	760	741	125	909	942,4	63	214	61,5
Gr. cendres....	11	12	11	25	7	7	73,4	28	17,4
Gr. protéines..	80	211	127	240	33	34	331	130	99,1
Gr. sucre.....	—	—	—	—	47,5	49	374,5	563	423,7
Gr. fécule	555	—	—	590	—	—	—	—	350,4
Gr. graisse....	4	17	121	20	32,5	—	158	65	44,6
Calories	2639	1016	1597	3572	630	340	4299	3420	3977
Parallépipèdes cm...	26,4	10,1	16	35,7	6,3	3,4	43	34,2	39,8
Gr. charbon ...	330	127	200	446	79	42,5	537	427	497
Valeur en fr....	1,15	10,00	11,50	2,00	1,00	0,75	20,00	6,00	8,00

(1) Sans coquilles, 1 kgr. d'œufs correspond à 23 œufs en moyenne.
 (2) Demi-grasse, chiffres de Ch. PORCHER, Le lait desséché, 1912.
 (3) Marque Nestlé.

Représentation objective se rapportant aux données du Tableau II.

9 bocaux cylindriques contenant les constituants solides de 1 kgr. de chacune des denrées ; ces constituants sont superposés et séparés par des disques de papier.

9 parallépipèdes de 1 décim² de section et de 1 m. de haut, conformes aux schémas ci-dessus.

9 parallépipèdes de 1 décim² de section représentant le nombre de calories dégagées par la combustion de 1 gr. des denrées.

9 bocaux contenant les quantités correspondantes de charbon.

En admettant les valeurs marchandes indiquées dans le Tableau II, on calcule la valeur de 1000 Calories pour chacune des denrées, ainsi que la quantité de denrée que l'on peut acheter pour 1 franc.

Valeur marchande de 1000 Calories..	Pain	Viande	Oeufs	Fèves	LAIT	Lait centrifugé	Poudre de lait	Lait condensé	Farine lactée
Centimes,	43	984	720	56	158	220	465	175	201
Quantité de denrée achetée pour 1 fr., en gr. et en Calories :									
Grammes.....	869	100	87	500	1000	1330	50	166	125
Calories.....	2293	102	139	1780	630	452	215	568	497

Parallélipipèdes représentant le poids de denrée et le nombre de calories, achetés pour un franc.

B. — Les altérations du lait.

Les altérations et la souillure du lait sont dues à 4 causes principales :

- 1° La vache ;
- 2° L'étable, le matériel, le personnel, l'atmosphère ;
- 3° Le falsificateur ;
- 4° Le consommateur.

1° Altérations produites par la vache laitière.

Au moment du vêlage, le lait subit des modifications importantes, surtout au point de vue de la teneur en albumine, ce qui provoque une facile coagulation par la chaleur.

Composition de 1 litre de colostrum comparativement à 1 litre de lait normal.

	Lait normal	Colostrum
	gr.	gr.
Poids du litre.....	1029	1060
Eau.....	909	646,8
Cendres.....	7,0	15,6
Protéines.....	33,0	177,5
dont caséine.....	29,0	40,9
albumine.....	4,0	136,6
Sucre.....	47,5	26,7
Graisse.....	32,5	35,9

Bocal contenant de la boue de centrifugation de lait : souillure par des excréments, poils, cellules épithéliales, globules de sang, globules de pus, bactéries. Filtres d'ouate portant des souillures.

Figures représentant des cellules épithéliales, des globules de sang, des globules de pus, les bacilles de la tuberculose, de la mammitte contagieuse (*Micrococcus mastitis*).

2° *Altérations et souillures produites par l'entourage : étable, matériel, personnel, atmosphère.*

Filtres d'ouate portant des poussières, des brindilles.

Figures représentant les bactéries du lait bleu, du lait rouge, du lait acide, du lait amer, le bacille butyrique ; le bacille du lait visqueux, du lait filant, le *Bacillus subtilis*, l'*Oïdium subtilis*, les moisissures, des bactéries pathogènes pour l'homme : diphtérie, typhus, *B. coli*.

Le lait, au moment de la traite, contient, en pratique :

6.000 à 10.000 bactéries par cm ³ quand il est recueilli	<i>très proprement.</i>
10.000 à 25.000	— <i>proprement.</i>
25.000 à 30.000	— <i>ordinairement.</i>

3° *Souillures dues au falsificateur.*

Eau impropre à la consommation humaine, contaminée.

Dessins : Contamination du sol par une fosse à purin.

— par une rigole non étanche.

— par un tas de fumier.

Dessins et cultures de quelques microbes de l'eau : *B. Coli*, *B. typhosus*, *B. Spirillum cholerae*, *B. fluorescens liquefaciens*, *B. procyaneus*, *B. subtilis*, *B. violaceus*, *B. prodigiosus*, *B. mesentericus vulgatus*, *B. proteus vulgaris*, *B. fluorescens putridus*.

Antiseptiques interdits : bicarbonate de sodium, acide borique, borax, formol, eau oxygénée.

Colorants : curcuma, rocou, jaune Victoria, jaune de Martius, mixtures colorantes du commerce.

4° *Souillures dues au consommateur.*

Récipients malpropres.

Entourage non hygiénique : nettoyage des chaussures, des vêtements, manipulation de linges sales dans la cuisine.

Récipients ouverts, accès facile aux mouches.

Biberons souillés par poussières, salive, mouches, etc.

C. — *La falsification du lait.*

On falsifie le lait par écrémage ;

par mouillage ;

par écrémage et mouillage simultanés.

Nous nous bornerons à ces trois cas, et envisagerons les cas suivants :

Ecrémage (‰) ..	10	25	50	100	0	0	20	50	100
Mouillage (‰) ..	0	0	0	0	10	25	10	20	20

Quand du lait est écrémé à 25 ‰, cela signifie qu'une quantité de 25 ‰ de la graisse que contenait le lait normal lui a été soustraite ; si le lait normal contient en moyenne 32,5 gr. de graisse au litre, l'écrémage à 25 ‰ consiste donc à enlever $\frac{32,5 \times 25}{100} = 8 \text{ gr.}$ de graisse.

Quand du lait est mouillé à 25 ‰, cela veut dire que sur 75 cm³ de lait, il y a 25 cm³ d'eau ajoutée.

C'est dans ce sens que les calculs suivants ont été effectués pour déterminer les quantités des constituants du lait falsifié.

III. — *Données numériques moyennes relatives à la falsification du lait par écrémage et par mouillage.*

Ecrémage (‰) ..	0	10	25	50	100	0	0	20	50	100
Mouillage (‰) ..	0	0	0	0	0	10	25	10	20	20

Par litre :

Eau	909	912	919	924	942	919	932	925	910	953
Cendres	7,0	7,0	7,1	7,1	7,3	6,3	5,2	6,3	5,7	5,8
Protéines	33,0	33,1	33,3	33,4	34,2	29,7	24,7	29,9	26,9	27,4
Sucre	47,5	47,6	48,0	48,3	49,2	42,7	35,6	43,0	38,6	39,4
Graisse	32,5	29,4	24,6	16,5	0	29,2	24,4	23,6	13,2	0
Calories	630	592	552	482	342	557	464	509	386	274
Parallélipèdes cm.	63	59	55	48	54	55	46	51	38	27
Gr. charbon	79	74	69	60	45	70	58	64	48	34
Valeur en centimes	100	94	88	76	54	89	74	81	61	44

Représentation objective se rapportant au Tableau III.

10 bocaux et 10 parallépipèdes pour représenter les constituants de la matière sèche du lait falsifié.

10 parallépipèdes représentant la valeur en calories du lait falsifié.

Les parallépipèdes inférieurs (blancs) représentent la valeur en centimes (calculées d'après la valeur en calories); les parallépipèdes

superposés (noirs) représentent la valeur marchande *enlevée par fraude*.

LA RÉPARTITION DES MATIÈRES SALINES DANS LE LAIT LEURS RELATIONS PHYSIQUES ET CHIMIQUES AVEC LES AUTRES PRINCIPES DU LAIT.

par MM.

le Professeur CH. PORCHER et

de l'Ecole Vétérinaire

A. CHEVALLIER,

Préparateur de la Chaire de Physique Médicale à la Faculté de Médecine

de Lyon.

(SUITE ET FIN).

Répartition du phosphore. — Reportons-nous d'abord aux tableaux dans lesquels a été donnée la proportion de phosphore, ou mieux du P_2O_5 dans les cendres,

Pour Richmond,	il y en a.....	29,33	0/0
Babcock,	—	24,3	—
Schrodt et Hansen,	—	24,11	—
Duclaux,	—	28,32	—
Storch,	—	28,69	—
Orla-Jensen,	—	27 à 28	—
Fleischmann,	—	21,57	—