

John HAMMOND. Requirements and Methods of obtaining a ideal Dairy Cow. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutriments Requirements of Dairy Cattle, 1958.

C. CRAPLET. Aliments et alimentation des animaux domestiques, 1955.

C. CRAPLET. La vache laitière, 1960.

R. FERRANDO. Les bases de l'alimentation, 1959.

A.F.C.A. Les compléments dans l'alimentation animale, 1960.

Journées d'Etude sur l'alimentation à la prairie, 1951.

A. M. LEROY et J. DELAGE. Composition de l'herbe de prairie, ses variations, valeur alimentaire de l'herbe.

A. VOISIN. Comportement de la vache au pâturage.

Journées d'Etude sur la conservation des fourrages, 1952.

A. M. LEROY. La variation de composition des fourrages et des ensilages.

J. DELAGE. La valeur alimentaire de l'ensilage vert.

MORRISON. Feeds and Feeding, 1954.

A. M. LEROY. Elevage rationnel des animaux domestiques.

M. LEROY. — D'après ces indications, il semble possible et souhaitable à l'image de ce qui se fait en Suisse, dans le canton de Vaud, de grouper les producteurs de lait en une association coopérative, dont le rôle serait de fournir aux intéressés tous conseils utiles pour leur permettre de compléter de la manière la plus efficace et la moins coûteuse possible, les fourrages dont ils disposent pour alimenter leurs animaux, et particulièrement ceux de ces derniers que leur niveau élevé de production rend plus sensible aux inconvénients des déséquilibres alimentaires prolongés. L'emploi d'un matériel moderne, comme celui dont il a été fait l'essai à l'occasion du Concours général agricole, faciliterait par l'emploi de ce moyen le rapide redressement des erreurs de rationnement observées dans les conditions de la pratique agricole courante.

LES VITAMINES DANS LES FROMAGES *(suite)*

par

R. KARLIN

Chargée de recherches au C.N.R.S.,
Institut Pasteur de Lyon

VI

LA VITAMINE PP

Malgré la pauvreté relative du lait en acide nicotinique, certains fromages renferment des quantités appréciables de cette vitamine.

Les travaux de nombreux chercheurs [10] [9] [92] [100] ont montré, en effet, que les microorganismes intervenant dans la

maturation des fromages font la synthèse de quantités, parfois importantes, de vitamine PP.

Rétention et taux moyen de vitamines PP dans les fromages

D'après DAVIDOV et coll. [25], il ne reste dans les fromages que 10,4 p. 100 de l'acide niconitique contenu dans le lait ; 90 p. 100 environ de la vitamine PP du lait passent en effet, dès le début de la fabrication, dans le petit-lait.

TABLEAU VIII
TENEUR EN ACIDE NICOTINIQUE DES FROMAGES DANS DIFFÉRENTS PAYS

Pays	Auteur	Variété de fromage	PP pour 100 g de produit frais
			En mg
France ...	RANDOIN et CAUSERET [86]	Fromage à croûte moisie et à croûte lavée	1 à 2
		Fromage à moisissure intérieure ..	0,50
		Fromage de chèvre	0,70
		Fromage frais	0,25-0,30
		Fromage à croûte moisie (Brie, Camembert)	0,70-0,94
	CAILLEAU et coll. [12]	Fromage à moisissure intérieure ..	0,28-0,66
		Fromage à pâte semi-cuite, cuite .	0,07-0,18
		Fromage de brebis	0,20
		Fromage de chèvre	0,71-0,79
		Fromage frais	0,24-0,30
	CLAVEAU [15]	Fromage à croûte moisie (Brie, Camembert, Coulommiers)	0,70-0,95
		Fromage à moisissure intérieure (Roquefort)	0,47
		Fromage à pâte cuite, semi-cuite .	0,45-0,70
U.S.A.	BURKHOLDER [10]	Brie - Camembert	0,05-0,27
		« Liederkrantz » - « Limburger » ...	0,04-0,05
	SULLIVAN [105]	Type Suisse et « American »	0,03-0,14
		Type Roquefort et Camembert ...	1,24-1,60
Allemagne .	ROHRICH [97]	« Saurmilchkäse » (fromage fer- menté à coagulation acide)	0,50
	STEPP et KUHNAU [VIII]	Fromage gras	1,00-1,60
		Fromage maigre	0,10-1,01
Italie	FEDERICO [40]	Fromage à pâte crue (fermentée) .	0,18-0,78
		Fromage semi-cuits et cuits	0,15-0,74
U.R.S.S. ...	DAVIDOV [25]	Fromage type Hollande	0,038
Égypte ...	SABRY et coll. [99]	Fromage « pickled »	0,117-7,74

La teneur des fromages en acide nicotinique varie beaucoup suivant le mode de fabrication et suivant les microorganismes intervenant dans la maturation.

Les taux trouvés en France et dans différents pays sont résumés dans le tableau VIII.

Pour RANDOIN et CAUSERET [86], CAILLEAU, ADRIAN et LÉVY [12], BURKHOLDER [10], SULLIVAN [105] et pour DAVIDOV [111], les fromages à pâte dure, demi-cuite ou cuite sont généralement pauvres en vitamine PP. Les valeurs indiquées vont de 0,03 à 0,18 mg pour 100 g de produit frais. Pourtant, CLAVEAU [15] et FEDERICO [40] trouvent dans les mêmes types de fromages des taux bien plus élevés (0,15 à 0,74 mg/100 g).

Mais pour les fromages à pâte crue, fermentés, tous les A. sont d'accord sur leur teneur relativement élevée en vitamine PP.

Variations au cours de la maturation.

Milieu et croûte

La partie moisie des fromages, siège des actions fermentatives, est plus riche en acide nicotinique, fait d'ailleurs commun à la plupart des vitamines du groupe B.

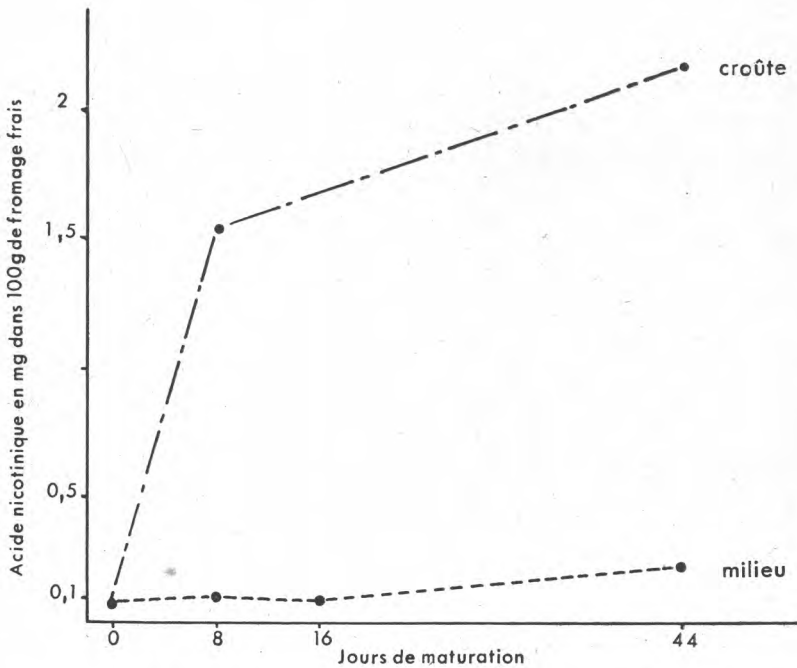
Les recherches de BURKHOLDER [10] ont montré qu'immédiatement après la fabrication, la teneur en PP du milieu et de la croûte est sensiblement identique. C'est au cours de la maturation que la croûte — ou la partie moisie à l'intérieur des fromages — s'enrichit, grâce à la synthèse vitaminique par les moisissures. Ainsi, l'A. trouve, dans la croûte d'un fromage type Camembert, au moment où il est livré à la consommation, 2,3 mg de vitamine PP tandis que le milieu n'en contient que 0,35 mg pour 100 g.

SULLIVAN [105], CAILLEAU, ADRIAN et coll. [12], CLAVEAU [15] et ROHRlich [97] montrent également que les parties où siègent les fermentations (croûte ou partie moisie à l'intérieur) sont considérablement plus riches en acide nicotinique.

Le graphique VI tracé à l'aide des valeurs trouvées par BURKHOLDER [10] dans le milieu et la croûte d'un fromage du type Camembert, illustre les variations de la teneur en PP au cours de la maturation.

D'après CAILLEAU et coll. [12] et d'après CLAVEAU [15], les parties périphériques des fromages semi-cuits et cuits sont aussi pauvres en acide nicotinique que le milieu. Par contre, RANDOIN et CAUSERET [87] trouvent dans la croûte du Gruyère — en la séparant sur 2 mm d'épaisseur — 50 fois plus de vitamine PP que

dans la zone centrale. D'après ces derniers A. les microorganismes de la surface du Gruyère font une importante synthèse de vitamine PP.



Graphique VI. — Variations du taux de vitamine PP dans un fromage du type « Camembert » d'après les dosages de BURKHOLDER [10] (tableau II).

ROHRlich [97] et RITTER [95] ont montré que les levures et les *Geotrichium candidum* (*Oospora lactis*) qui se développent à la surface des fromages à pâte molle et croûte lavée synthétisent également l'acide nicotinique. Au début de la maturation de ces fromages le taux vitaminique baisse car les bactéries lactiques acidophiles l'utilisent pour leurs échanges métaboliques.

En effet, d'après les expériences de BROCHU et coll. [1] les bactéries lactiques exigent la vitamine PP pour amorcer leur croissance et satisfaire aux besoins de leur mécanisme enzymatique durant la phase logarithmique de leur multiplication (c'est le principal co-ferment transporteur d'hydrogène, intervenant dans le métabolisme des hydrates de carbone et la formation de l'acide lactique).

Dans les recherches de ROHRlich [97], après la diminution due à l'activité des ferments lactiques, la teneur vitaminique des fromages à pâte molle augmente considérablement (dans certaines conditions jusqu'à 80 p. 100) au fur et à mesure du développement à la surface des *levures* et des *Geotrichium candidum*.

Dans la dernière phase de maturation avec les *coryne-bacterium* jaunes et des *microcoques* la teneur vitaminique baisse légèrement tout en restant supérieure au taux initial.

SABRY et GUERRANT [99] constatent à leur tour, au cours de la maturation des fromages « pickled », une augmentation/des taux de vitamine PP (jusqu'à 150 p. 100).

Cette augmentation est plus importante quand la maturation s'effectue en aérobic, mais même à l'abri de l'air, les A. observent une synthèse notable d'acide nicotinique.

Pour DAVIDOV [25], les fromages fabriqués en U.R.S.S. perdent beaucoup de vitamine PP au cours de la maturation et ne contiennent à la fin que 1,4 p. 100 environ de la vitamine initiale du lait. Ainsi les fromages du type Hollande renferment, après fabrication, 2 mg/kg tandis que dans les fromages mûrs, on ne trouve plus que 0,38 mg/kg. Cette brusque diminution de 5,5 fois de vitamine PP pendant le processus de maturation s'explique d'après les A. par le fait que les bactéries acidophiles utilisent l'acide nicotinique pour leur développement.

Effet de la pasteurisation et du traitement par l'eau oxygénée

D'après TEPLY et coll. [107] la pasteurisation et le traitement du lait par l'eau oxygénée avant la fabrication du fromage n'a aucun effet sur la teneur en acide nicotinique. Ils constatent qu'il n'y a pas de différences sensibles dans le taux de vitamine PP des fromages fabriqués soit avec du lait cru, soit avec du lait pasteurisé ou traité par H_2O_2 .

VII

L'ACIDE PANTOTHÉNIQUE

On trouve relativement peu de renseignements dans la littérature sur la richesse des fromages en acide pantothénique.

CAILLEAU, ADRIAN et LÉVY [12] constatent des différences importantes dans la teneur en cette vitamine, non seulement entre divers types de fromages — 0,01 à 1,12 mg/100 g — mais même à l'intérieur de chaque espèce.

Le tableau IX, où sont résumés les taux vitaminiques trouvés dans divers pays, illustre la grande variabilité de la teneur des fromages en acide pantothénique.

Rétention et variations au cours de la maturation

Le seul renseignement sur la quantité d'acide pantothénique retenue par les fromages est l'indication de ZOOK et coll. [112]. D'après ces A., on retrouve dans les fromages 40 p. 100 environ de l'acide pantothénique initial du lait.

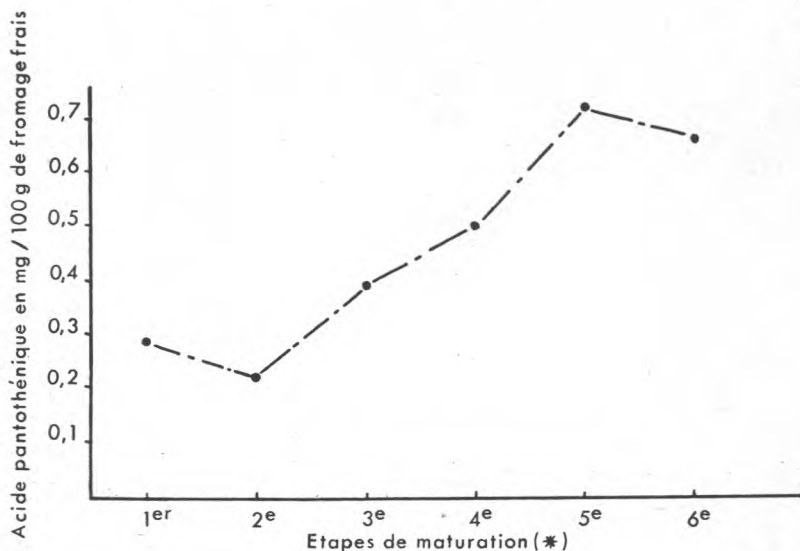
TABLEAU IX

TAUX D'ACIDE PANTOTHÉNIQUE DANS DIVERS TYPES DE FROMAGES

Pays	Auteur	Variété de fromage	Acide pantothénique pour 100 g de produit frais
			En mg
France ...	CAILLEAU [12]	Fromages frais	0,20-0,39
		Fromage à croûte moisie	0,09-1,00
		Fromage à moisissure intérieure ..	0,55-0,82
		Fromage semi-cuit et cuit	0,07-0,35
		Fromage de chèvre	0,28-0,15
		Fromage de brebis	0,30
		Fromage fondu	0,045-0,18
	HOUDINIÈRE [59]	Camembert	0,85
		Swiss	0,26
	BURKHOLDER [10]	Américain	0,18
U.S.A.	SULLIVAN [105]	Brie - Camembert	0,04-1,40
		« Liederkrantz » - « Limburger » ...	0,30-0,90
		« Cream »	0,14
		Type « Américain » et Suisse	0,13-0,26
		Type Limburger, Camembert et Roquefort	0,58-0,96
Allemagne .	ZOOK et coll. [112]	« Cottage »	0,24-0,31
	HATHAWAY [54] STEFF et KUHNAU [VIII]	« Cheddar » et Américain	0,33-0,49
		21 sortes de fromages américains ..	0,21-3,95
		Fromage gras	0,15-0,95
		Fromage maigre	0,15-0,95

Pour BURKHOLDER [10], CAILLEAU, ADRIAN et coll. [12], SULLIVAN [105], le taux d'acide panthothénique des fromages augmente au cours de la maturation, grâce à la synthèse vitaminique des microorganismes.

Cette augmentation se produit surtout à la surface et au niveau du développement des moisissures, dans les fromages à moisissure intérieure. Ainsi, BURKHOLDER et coll. [10] trouvent pour 100 g d'un fromage du type Brie, 1,4 mg d'acide panthothénique pour le milieu et 6,5 mg dans la partie superficielle.



Graphique VII. — Variations du taux d'acide panthothénique au cours de la maturation d'un fromage « Limburger », d'après SULLIVAN et coll. [105].

Pour le Camembert et le Bleu d'Auvergne, CAILLEAU et coll. [12] constatent également une différence importante selon la zone du fromage. La croûte, ou la partie moisie, est généralement — d'après ces A. — 3 fois plus riche que le milieu, tandis que pour les fromages cuits, comme par exemple le Gruyère, la différence entre le milieu et la croûte n'est pas sensible.

SULLIVAN et coll. [105] ont suivi les variations du taux vitaminique au cours de 6 étapes de la maturation d'un fromage du type « Limburger ».

(1) Le temps correspondant à une étape n'est pas précisé. La diminution du début est probablement due à la consommation par les ferments lactiques.

Le graphique VII, tracé à l'aide des valeurs trouvées par SULLIVAN, montre d'abord une baisse nette au cours de la première étape, puis une augmentation progressive de la teneur vitaminique pendant la maturation.

Les recherches de BROCHU et coll. [1] ont montré en effet que les bactéries lactiques utilisent généralement pendant la première période l'acide pantothénique, pour amorcer leur croissance. D'autre part, RITTER [95] a constaté que l'*Oospora lactis* cultivé sur un milieu exempt d'acide pantothénique synthétise une quantité notable de cette vitamine (il a trouvé des valeurs allant de 170 à 190 μg p. 100).

Il serait intéressant d'étudier — pour d'autres types de fromages — les gains et les pertes d'acide pantothénique au cours des différentes phases de fabrication, en rapport avec le développement de la flore microbienne et les diverses actions fermentatives. Nous nous proposons de le faire prochainement.

Effet des traitements du lait

Les recherches de TEPLY et coll. [107] ont montré que la pasteurisation et le traitement du lait par l'eau oxygénée ne modifie pas sensiblement la teneur des fromages en acide pantothénique.

VIII

LA BIOTINE

On trouve relativement peu de données dans la littérature sur la teneur des fromages en vitamines H. D'après les travaux de SULLIVAN [105], BURKHOLDER [10] et RITTER [93], la richesse de ces produits en biotine est très variable.

Les valeurs moyennes indiquées vont de 0,002 à 7,6 $\mu\text{g}/100$ g pour le milieu des fromages et de 2,4 à 63,3 $\mu\text{g}/100$ g dans la croûte. Les fromages à croûte moisie ou avec moisissure intérieure contiennent généralement les taux vitaminiques les plus élevés, tandis que le fromage à pâte ferme du type Emmental semble le plus pauvre.

Les teneurs des fromages en biotine trouvées dans différents pays et les valeurs vitaminiques des fromages français sont consignées dans les tableaux X et XI.

TABLEAU X
TENEUR EN BIOTINE DANS DIFFÉRENTES VARIÉTÉS DE FROMAGES

	Nom des auteurs	Nature du fromage	Nom du fromage	Biotine en μg pour 100 g de fromage			
				Valeurs extrêmes	Moyenne	Milieu	Croûte
U.S.A. .	SULLIVAN et coll. [105]	Fromage frais	« Cream »		1,20		
			« Old English » .		2,50		
			« Brick »		2,80		
		Fromage à pâte molle .	« Veloceta » . . .		4,60		
			« Chantelle » . . .		3,60		
			« Limburger » . .		3,60		
	BURKHOLDER [10].	Fromage à pâte molle .	Camembert . . .		5,60		
			« Limburger » . .			3,40	63,3
			« Liederkrantz » .			4,10	19,4
			Camembert . . .			2,40	34,0
Suisse ..	RITTER [93]	Fromage à pâte molle .	Brie			4,50	26,8
			« Tilsit »	0,1-1,5		0,56-1,50	3,0-11,0
			Munster			1,10	2,4
		Fromage bleu	« Limburger » . .			1,90	3,0-11,0
			« Gorgonzola » .			2,00	11,0
U S.A. .	SULLIVAN [105] ..	Fromage bleu	Roquefort		3,60		
			Roquefort		7,60		
Suisse ..	RITTER [93]	Fromage à pâte ferme .	Gruyère		1,70		
			Emmental		0,04	0,02	5,2
			Tomme			3,00	5,8

D'après nos dosages (tableau XI) le taux moyen de biotine des fromages — ramené au poids sec — varie pour le milieu entre 1,68 μg et 11,75 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ et pour la partie superficielle entre 2,52 et 36,2 $\mu\text{g}/100$.

TABLEAU XI
TAUX MOYENS DE BIOTINE DANS LES FROMAGES FRANÇAIS (1)

Variétés de fromages	Nombre d'échantillons	Taux moyens de biotine en microgrammes			
		Dans 100 g de fromage frais		Dans 100 g de fromage sec	
		Milieu	Croûte ou partie moisie	Milieu	Croûte ou partie moisie
Fromages frais	5	2,35		6,17	
Fromages à croûte moisie ..	8	2,52	6,92	4,10	15,30
Fromages à moisissure intérieure	5	0,98	3,48	1,68	6,35
Fromages à pâte molle et à croûte lavée	6	5,80	12,10	10,75	21,70
Fromages à pâte semi-cuite	5	1,16	3,42	2,30	5,07
Fromages à pâte ferme ...	6	1,05	2,24	1,78	2,52
Fromages de chèvre	5	3,85	22,40	6,08	36,20

Variations au cours de la maturation

Les recherches de BURKHOLDER et coll. [10] ont montré que pendant la maturation, il y a peu de changements dans la teneur en biotine du milieu des fromages. Par contre, ils ont constaté une augmentation progressive considérable dans la croûte. Grâce à la synthèse vitaminique par les microorganismes intervenant dans la maturation, la surface moisie serait en moyenne 11 fois plus riche en vitamine H que le milieu (tableau XII). Nous avons également trouvé dans la croûte moisie d'un fromage de chèvre, 50 μg pour 100 g tandis que le milieu ne contenait que 2,15 μg par 100 g.

RITTER [94] a confirmé la synthèse de biotine par les microorganismes intervenant dans la maturation des fromages, en cultivant des souches pures sur des milieux exempts de biotine. Cet auteur a montré que des moisissures, notamment les *Penicillium*

(1) Recherches en cours : dosages par la méthode microbiologique avec *L. arabinosus* après hydrolyse avec $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{N}$ et filtration à froid (pour figer les graisses).

candidum et le *Penicillium glaucum*, des *mycodermes*, l'*Oospora lactis* et certaines *levures*, ont la faculté de synthétiser une quantité considérable de vitamine H (entre 0,035 et 0,85 $\mu\text{g}/100\text{ g}$).

TABLEAU XII
TENEUR EN BIOTINE DES FROMAGES APRÈS LA FABRICATION
ET A LA FIN DE LA MATURATION [10]
(d'après BURKHOLDER)

Nom du fromage	Temps de maturation	Biotine en μg dans 100 g de fromage			
		Au départ		Après maturation	
		Milieu	Croûte	Milieu	Croûte
Camembert	44 jours	3,6	4,0	2,4	34,5
Liederkrantz	44 jours	4,3	4,6	4,1	19,4
Brie	49 jours	3,3	14,3	4,5	26,0
Limburger	35 jours	2,7	2,7	3,4	63,3

Tous ces microorganismes se développent surtout à la surface des fromages ; c'est pourquoi la teneur en biotine des parties extérieures est notablement augmentée par rapport à celle du milieu.

D'après RITTER, les taux à l'intérieur des fromages varient dans les limites de la biotine normalement contenue dans le petit-lait inclu dans les fromages.

IX

LA VITAMINE B₆

Peu de recherches ont été faites jusqu'à ce jour sur la teneur des fromages en vitamine B₆.

Nous avons réuni dans le tableau XIII les rares indications trouvées dans la littérature : celles de LIECK et coll. (le taux de B₆ dans les aliments danois [74], de BURKHOLDER et coll. [10], de DEBRIT [29] et de HATHAWAY [54 bis].

Les renseignements trouvés étant incomplets, nous avons essayé de combler les lacunes en effectuant dans nos laboratoires une

étude systématique sur le taux de vitamine B₆ dans différents fromages de consommation courante, trouvés dans le commerce (1).

TABLEAU XIII
TAUX DE VITAMINES B₆ DANS LES FROMAGES

Pays	Nom des auteurs	Nom des fromages	B ₆ en µg pour 100 g		
			V. extrêmes	Milieu	Croûte
Danemark .	LIECK et coll. [74]	Fromages frais	60-125		
		« Smocked cream » .	60-81		
U.S.A.	BURKHOLDER et coll. [10]	« Limburger »		20	770
		Brie		590	1 280
		« Liederkrantz » . .		60	130
		Camembert		130	300
Danemark .	LIECK et coll. [74]	Camembert	169-341		
		Bleu danois	176-296		
Suisse	DEBRIT [29] ..	« Emmental »	300-800		
U.S.A.	HATHAWAY [54 bis]	31 variétés	40-251		

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

Le tableau XIV montre que la richesse en vitamine B₆ est très variable. On trouve, en effet, pour le milieu des fromages des valeurs moyennes allant de 40 à 198 µg pour 100 g de produit frais, et 67 et 536 µg dans 100 g de croûte.

Même les fromages consommés frais apportent à la ration alimentaire une quantité appréciable de B₆ (entre 56 et 72 µg pour 100 g de fromage). Mais les fromages les plus riches en cette vitamine sont ceux dont la surface est couverte de moisissure, du type Camembert, Brie, Saint-Marcellin ou fromage de chèvre et les fromages avec moisissure intérieure tels le Roquefort, Bleu et Gorgonzola.

Les différences parfois considérables entre la teneur en B₆

(1) Nous avons utilisé comme méthode de dosage celle d'Atkin et coll. [5 bis] et comme microorganisme-test le *Saccharomyces carlsbergensis*, qui répond aux trois formes du groupe vitaminique B₆ : la pyridoxine, le pyridoxal et la pyridoxamine.

de la surface et du milieu des fromages à croûte moisie — constatées déjà précédemment par BURKHOLDER [10] — semblent indiquer une importante synthèse vitaminique par des moisissures.

TABLEAU XIV
TAUX MOYENS DE VITAMINES B₆
DANS LES FROMAGES DE CONSOMMATION COURANTE [66]

Variété	Nom	Echantillons	B ₆ en µg pour 100 g fromage frais		B ₆ en µg pour 100 g fromage sec	
			Milieu	Croûte	Milieu	Croûte
Fromage frais	Double-crème	5	56,00		144,00	
	Petit-Suisse	5	62,80		209,00	
	Carré frais	5	60,40		139,00	
	Demi-sel (pasteurisé) ..	5	72,50		216,00	
Fromage fondu		5	47,80		102,00	
Fromage à croûte moisie	Brie	5	152,20	466,0	321,00	915,0
	Coulommiers	6	59,90	439,0	140,00	790,0
	Saint-Marcellin	5	126,90	536,0	271,00	967,0
	Camembert	7	197,80	404,0	366,00	759,0
	Fromage de chèvre	5	80,50	327,0	148,50	596,0
Fromage à moisissure intérieure	Bleu	6	111,80	200,0	167,00	286,0
	Roquefort	6	96,60	191,5	153,00	306,0
	Gorgonzola	5	106,50	358,0	183,80	644,0
Fromage à croûte lavée	Munster	6	93,00	334,0	174,50	529,0
à pâte dure (cuits et semi-cuits)	Reblochon	5	75,00	245,0	141,00	334,0
	Port-Salut	6	40,00	82,50	79,00	122,2
	Tomme	5	75,60	415,0	137,00	527,0
	Gruyère	6	76,00	278,0	106,50	324,0
	Hollande	5	75,30	67,0	124,00	84,0
	Façon Hollande (Edam).	5	72,80	72,7	120,00	99,4

On ne trouve aucun renseignement dans la littérature sur les variations de B₆ pendant la fabrication et la maturation des fromages. C'est pourquoi il nous a paru intéressant d'effectuer une étude à ce sujet dans quatre types de fromages : le Gruyère, le Port-Salut, le Coulommiers et le Roquefort [66].

Variations du taux de B_6 au cours de la fabrication, de la maturation et de la conservation

Des dosages de B_6 dans les laits destinés à la fabrication du Gruyère, Port-Salut, Coulomniens et Roquefort, ainsi que des contrôles dans les lacto-sérum résiduels, ont montré des pertes vitaminiques relativement importantes, dès le début de la fabrication ; en effet, 54 à 70 p. 100 de la B_6 initiale du lait passe dans le petit-lait.

Quatre graphiques (VIII, IX, X, XI) illustrent les variations vitaminiques dans les fromages pendant les premiers jours suivant la fabrication, pendant la maturation et pour certains pendant la conservation.

L'examen de ces graphiques permet les constatations suivantes :

1° La teneur en vitamine B_6 des fromages baisse généralement après leur fabrication. Les ferments lactiques qui s'y développent pendant la première période semblent être (comme pour les autres vitamines du groupe B) surtout des consommateurs de B_6 .

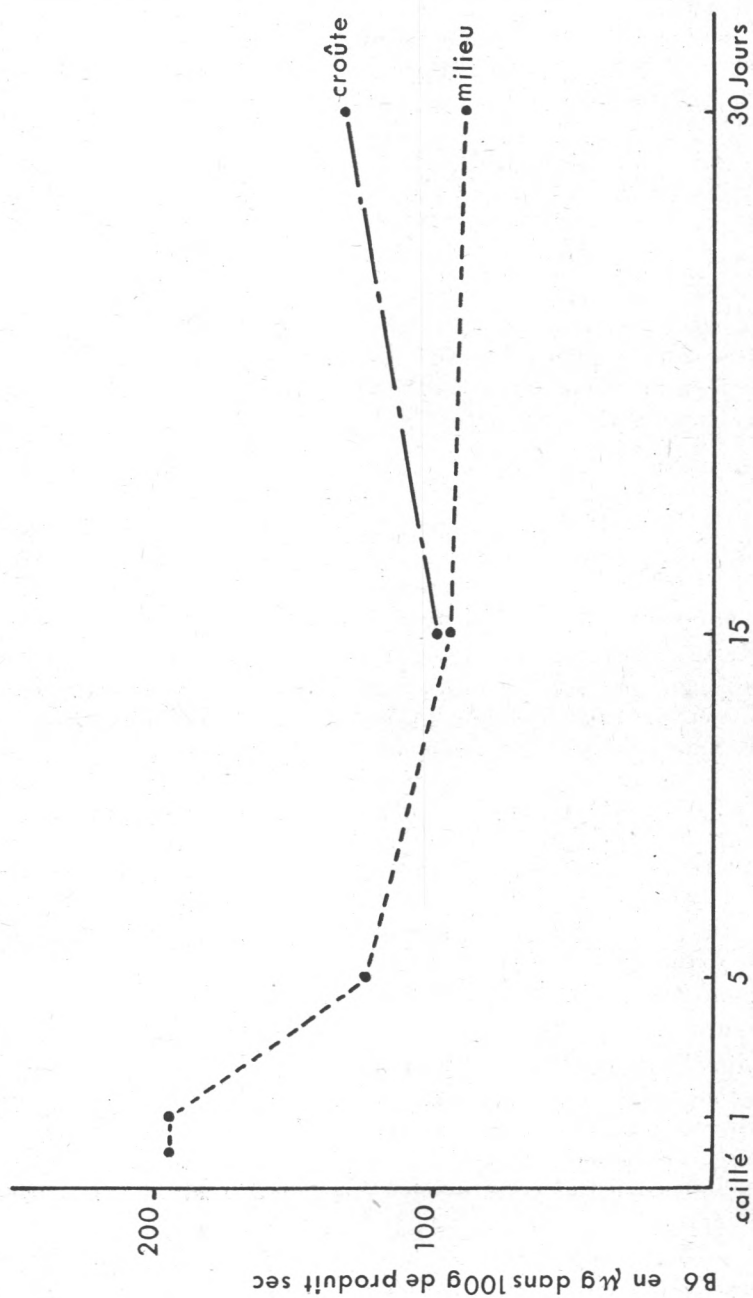
Cette utilisation vitaminique est confirmée par des dosages de B_6 dans des laits incubés avec des cultures pures de *B. acidophilus* et *B. bulgaricus* [66]. La diminution moyenne de la teneur en B_6 dans ces laits — par rapport aux laits témoins — est respectivement pour les deux microorganismes de 8,4 p. 100 et 8,7 p. 100 après 24 heures et de 12,1 p. 100 et 12,7 p. 100 après 4 jours.

2° Dans les fromages à pâte ferme, le taux vitaminique du milieu baisse lentement pendant toute la durée de la maturation. Par contre, dans la croûte la richesse en B_6 augmente progressivement (graphiques VIII et IX).

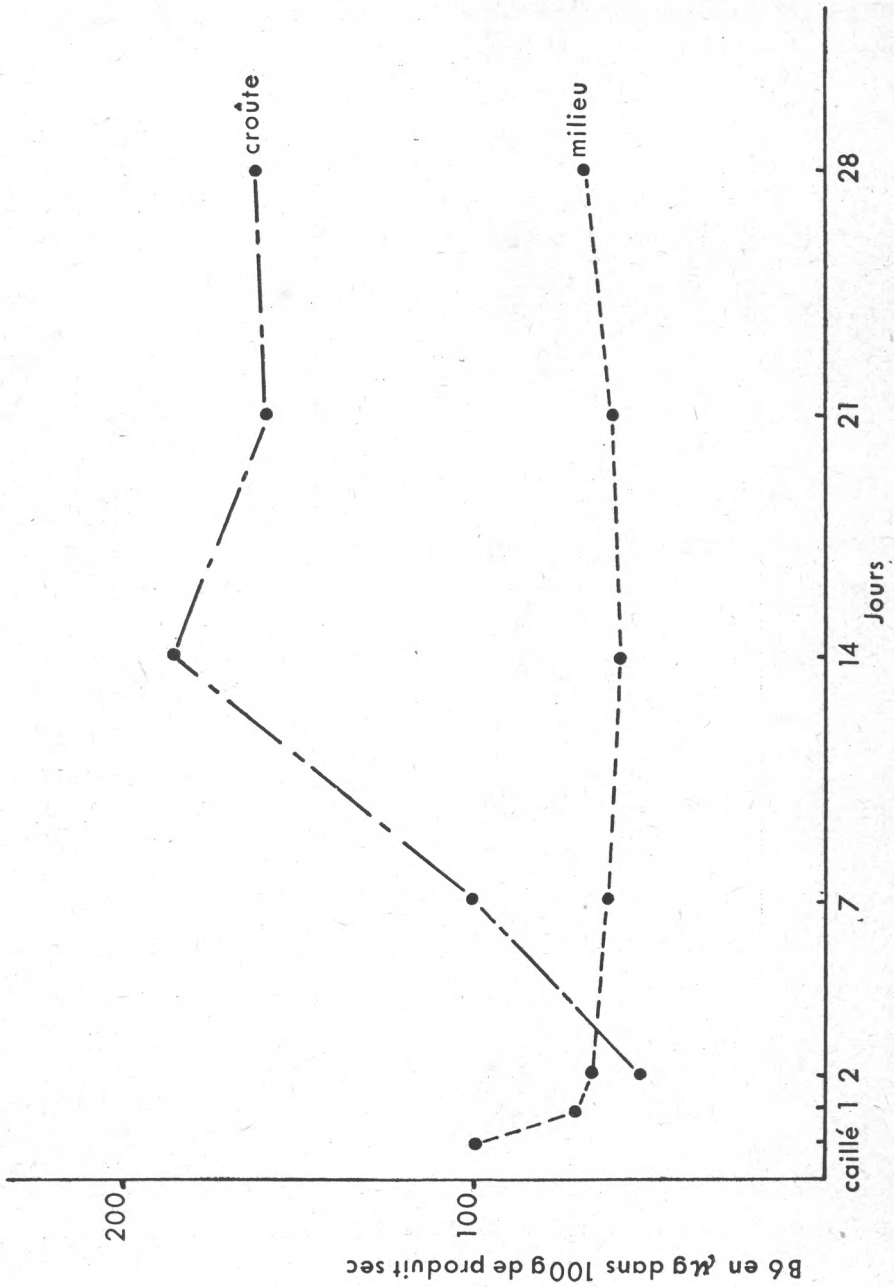
Seuls les germes qui se multiplient — au cours de l'affinage — à la surface de ces fromages semblent faire la synthèse de B_6 .

Ainsi le milieu et la croûte des Gruyères de 15 jours contiennent le même taux vitaminique, en moyenne 95 μg de B_6 pour 100 g de fromage sec. Dans les fromages de 1 mois, le taux du milieu baisse à 75 $\mu\text{g}/100$ g tandis que celui de la croûte atteint 132 μg pour 100 g, ce qui correspond à une augmentation à la surface de 39 p. 100.

De même dans le Port-Salut dont le taux moyen de B_6 au départ (caillé) était de 98,8 $\mu\text{g}/100$ g, on trouve après deux semaines 58,5 μg pour 100 g de milieu et 186 $\mu\text{g}/100$ g dans la croûte (gain de B_6 dans la croûte de 88 p. 100 environ).



Graphique VIII. — Variations du taux de vitamine B₆ au cours de la fabrication et de la maturation du « Gruyère » [66].

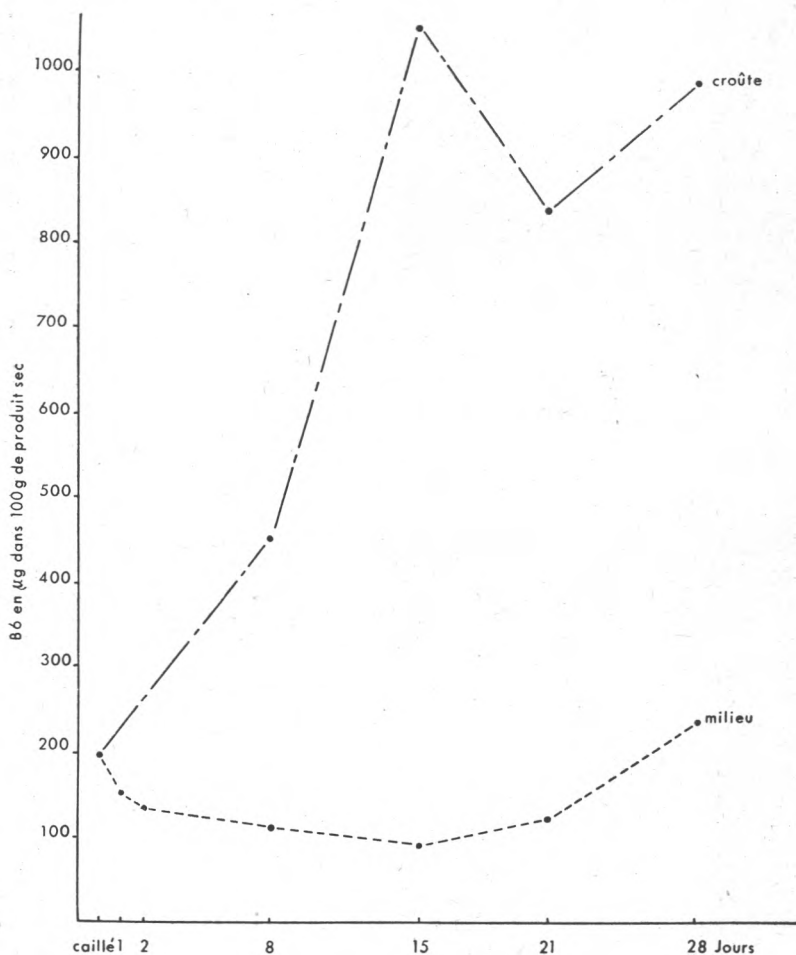


Graphique IX. — Variations du taux de vitamine B₆ au cours de la fabrication et de la maturation du « Port-Salut » [66].

3° Dans les fromages avec moisissures, la teneur en B_6 augmente considérablement à la surface et dans les parties intérieures moisies (voir graphiques X et XI).

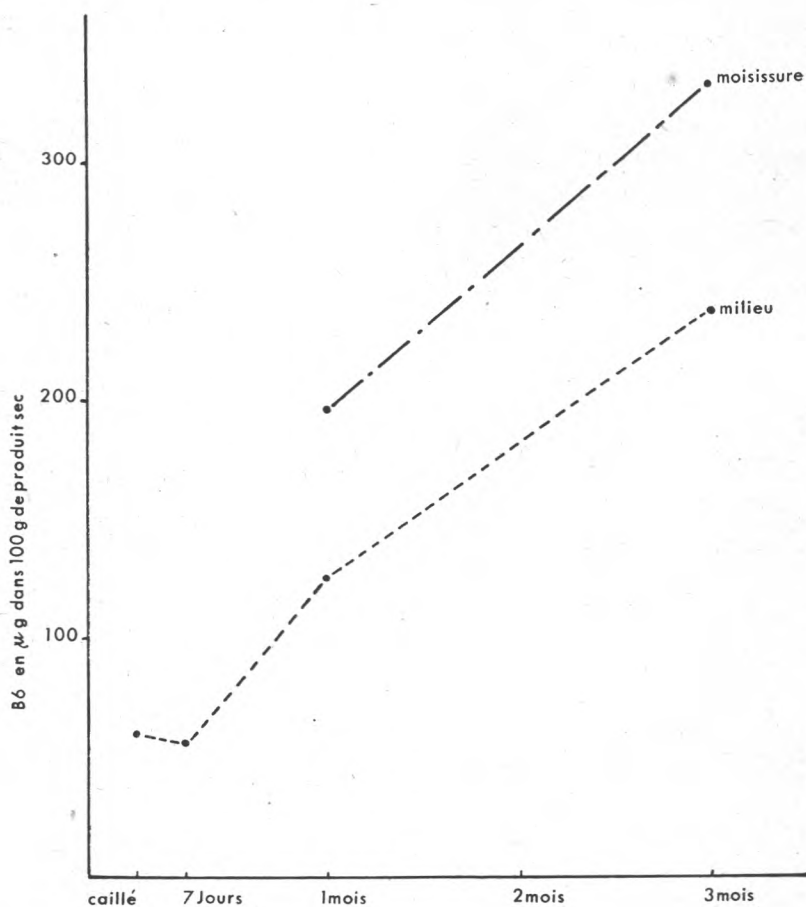
Dans le Coulommiers, la richesse de la croûte en B_6 au moment de la mise en vente est 5 à 6 fois supérieure au taux initial du fromage.

De même, dans les parties moisies du Roquefort, on trouve en fin de maturation 3 à 5 fois plus de B_6 que dans le caillé au départ.



Graphique X. — Variations du taux de vitamine B_6 au cours de la fabrication et de la maturation du « Coulommiers » [66].

Cet enrichissement coïncide exactement avec le développement des levures et des moisissures qui apparaissent comme d'importants producteurs de ce groupe vitaminique. RITTER [95] a montré que 9 souches de *Oospora lactis* cultivées sur un milieu exempt de B_6 font une synthèse de cette vitamine allant de 60 à 100 μg p. 100. Nous avons pu également confirmer cette synthèse en cultivant sur le milieu Atkin [5 bis] exempt de B_6 des souches pures de moisissures, de levures et des bactéries isolées des différents fromages (*Penicillium candidum*, *P. Camemberti*, *Geotrichium candidum*, un *Saccharomyces*, une *Torula* et une bactérie jaune du Munster non identifiés).



Graphique XI. — Variations du taux de vitamine B_6 au cours de la maturation et du stockage du « Roquefort » [66].

Tous ces microorganismes ont produit des quantités souvent considérables de vitamine B₆, ainsi nous avons trouvé pour certains après 8 jours d'incubation, environ 200 µg de B₆ par litre dans le milieu et 7,5 mg à 27 mg/kg de cellules sèches (1).

Effet de la conservation

L'effet de la conservation semble varier en fonction de différents facteurs :

- les conditions de stockage ;
- la nature des microorganismes intervenant dans la maturation des fromages et l'équilibre qui s'établit entre la production de B₆ et son utilisation.

Dans les quatre types de fromages que nous avons étudiés, la teneur en B₆ du milieu augmente plus ou moins — sauf pour le Gruyère — pendant la conservation.

Ainsi des Roquefort, dont la teneur moyenne en B₆ à un mois était de 125 µg pour 100 g de milieu et 185 µg pour 100 g de partie moisie, contenaient après 3 mois de cave, respectivement 236 et 332 µg/100 g (produit sec).

Par contre, le taux de B₆ de la croûte baisse souvent lorsque le stockage se prolonge. Dans certains fromages — Port-Salut, Coulommiers — la consommation vitaminique à la surface ou sa destruction devient à un moment donné supérieure à la synthèse.

Néanmoins, lorsque les mêmes fromages sont congelés et conservés à — 22° C, on ne constate pas d'appauvrissement sensible en B₆.

(A suivre.)

(1) Ces recherches sont en cours et feront l'objet d'une publication détaillée.