

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ENGEL. *Monatsschr. f. Kinderheilk.*, **11**, 578, 1913 ; **12**, 555, 1913.
- [2] ENFINGER. *Die Veränderung der Frauen und Kuhmilch durch Schütteln.* Inaug. Diss. Giessen, 1912.
- [3] DAVIDSSOHN. *Zeitschr. f. Kinderheilk.*, **8**, 14, 1913.
- [4] BEHRENDT. Zur Analyse der Schüttelwirkung auf Frauen und Kuhmilch. *Biochemische Zeitschrift*, **127-28**, 450, 1922.
- [5] B. C. JOHNSON et I. A. GOULD. *Journal of Dairy Science*, **32**, 435-451, 1949.
- [6] NEWMAN-LAMPERT. Standard Methods for Examination of Dairy Products, 8th, Ed. Am. Pub. Health Assoc. New-York, 1941.
- [7] Etienne GOIFFON. *Le Lait*, **288**, 466-476, 1949. — *Annales de Biologie Clinique*, **5**, 282, 1948.
- [8] POLONOWSKI, BAUDU et NEUZIL. *Le Lait*, **281-282**, 1, 1949 ; **282-283**, 128, 1949.
- [9] SCHWARZ. Die Hüllen der Fettkügelchen. *Molkerei Zeitung Hildersheim*, avril 1947.
- [10] C. E. PARMELEE et F. E. NELSON. *Journal of Dairy Science*, **32**, 993-1012, 1949.

**DÉTERMINATION DES TENEURS EN MATIÈRE SÈCHE, EN CALCIUM ET EN PHOSPHORE DE DIVERSES VARIÉTÉS DE FROMAGES A PÂTE FERME OU DEMI-DURE, ET A CROÛTE RÉSISTANTE**

par

LUCIE RANDOIN et COLETTE JOURDAN-VATINEL

INTRODUCTION

Dans un précédent article, nous avons exposé les résultats que nous avons obtenus relativement à la valeur calcio-phosphorique des principales variétés de fromages à pâte molle[1], et nous avons montré que l'étude de la richesse en calcium de ces variétés nous permet de distinguer, à ce point de vue spécial, plusieurs catégories de fromages à pâte molle :

— le *Livarot* et le *Pont-l'Evêque* (fromages à croûte lavée), dont 100 grammes de matière sèche renferment la quantité relativement considérable de 1 gr. 33 (*Livarot*) et 1 gr. 12 (*Pont-l'Evêque*) ;

— le *Munster* (autre fromage à croûte lavée), dont 100 grammes de matière sèche renferment 0 gr. 63 ;

— le *Carré de l'Est*, le *Coulommiers* et le *Brie* (fromages à moisissures externes), dont 100 grammes de matière sèche contiennent respectivement 0 gr. 49, 0 gr. 46 et 0 gr. 42 ;

— enfin le *Camembert* (autre fromage à moisissures externes), qui renferme 0 gr. 34 pour 100 grammes de matière sèche.

Le classement est sensiblement le même en ce qui concerne les teneurs en phosphore et la valeur du rapport Ca/P des différentes variétés étudiées. Il faut mentionner cependant que le *Munster* est relativement pauvre en phosphore, ce qui porte la valeur correspondante du rapport Ca/P à un chiffre élevé (1,80), et que le *Brie*, au contraire, nettement plus riche en phosphore que le *Munster*, est, par conséquent, caractérisé par une valeur très faible du rapport Ca/P : 0,97, c'est-à-dire un chiffre beaucoup plus bas que celui (1,39) qui caractérise le lait de vache.

La conclusion la plus générale de notre premier travail, c'est que les *fromages à pâte molle et croûte lavée* ont une valeur calcio-phosphorique notablement supérieure à celle des *fromages à pâte molle et moisissures externes*.

Nos recherches sur la question ont été poursuivies en prenant cette fois, comme matériaux d'étude, quatre variétés bien différentes de fromages à pâte ferme ou demi-dure :

- deux variétés à croûte lavée : le *Hollande* et le *Saint-Paulin* ;
- une variété à croûte séchée : le *Cantal* ;
- une variété à pâte cuite et croûte lavée : le *Gruyère*.

GUIITONNEAU et CHEVALIER [2], après une étude sur les principaux types de fromages français, avaient mentionné, en 1934, les chiffres suivants relatifs à trois variétés de fromages à pâte ferme.

	Dans l'extrait sec dégraissé en %		
	Calcium (en grammes)	Phosphore (en grammes)	Rapport Ca/P
Port-Salut (Saint-Paulin) ...	2,13	1,57	1,35
Cantal .....	2,34	1,60	1,46
Comté .....	2,70	1,81	1,49

Comparant ces chiffres avec ceux qu'ils avaient obtenus en opérant sur les fromages à pâte molle (chiffres cités dans notre précédent article), les auteurs en ont tiré les conclusions suivantes : les fromages à pâte ferme sont tous plus riches en calcium et en phosphore que les fromages à pâte molle, et le rapport Ca/P est beaucoup plus élevé dans le premier cas que dans le second.

En 1934, KRAMER et Mc CAMMOM [3] et plus tard, en 1949, ZAHNRDT, LANE et HAMMER [4] ont exposé des résultats qui concordent assez bien avec ceux des deux précédents auteurs.

## Technique de prélèvement et méthodes de dosage

Comme dans nos recherches précédentes, nous avons prélevé les échantillons d'analyse en opérant de manière à obtenir une portion tout à fait représentative de la totalité du fromage : la pâte et la croûte.

Les teneurs en eau et en matière sèche ont été déterminées par séchage à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant.

Le calcium a été dosé, comme précédemment, par la méthode de Ch. O. GUILLAUMIN [5], et le phosphore, par le procédé de H. COPAUX [6].

## Résultats expérimentaux

Nous avons groupé, dans le *tableau I*, tous les résultats que nous avons obtenus. Nous rappelons que chaque teneur indiquée est déjà une moyenne, qui a été calculée à partir des chiffres relatifs à deux portions identiques du même échantillon.

Les résultats portent :

— sur le pourcentage de l'eau et de la matière sèche contenus dans les échantillons étudiés ;

— sur les teneurs en calcium et en phosphore de 100 grammes du poids frais et de 100 grammes du poids sec des divers échantillons ;

— sur la valeur du rapport Ca/P.

## Teneurs en eau et matière sèche

Les teneurs en eau des fromages à pâte ferme ou demi-dure que nous avons étudiés sont relativement faibles.

Deux d'entre ces teneurs sont assez voisines : 37,5 % pour le *Cantal*, 38,9 % pour le *Hollande*.

Mais les deux autres s'écartent assez notablement de ces moyennes, l'une dans un sens, l'autre dans le sens contraire. Le *Saint-Paulin* renferme 48,6 % d'eau, et, sur ce point, il se rapproche des fromages à pâte molle et croûte lavée (*Livarot*, *Pont-l'Évêque*, *Munster*) ; le *Gruyère*, au contraire, ne contient que 33,8 % d'eau comme d'ailleurs le *Parmesan*, l'*Emmenthal*, le *Comté*, qui appartiennent à la même catégorie de fromages que le *Gruyère*.

## Teneurs en calcium

Les chiffres figurant sur le *tableau I* prouvent nettement qu'il est bien exact que les fromages à pâte ferme sont très riches en calcium, — surtout le *Gruyère* —, dans l'ensemble beaucoup plus riches en calcium que les fromages à pâte molle. Mais si l'on compare ces chiffres avec les résultats mentionnés sur les *tableaux de*

TABLEAU I  
TENEUR EN CALCIUM ET EN PHOSPHORE DE QUATRE VARIÉTÉS DE FROMAGES  
A PATE FERME ET A CROUTE RÉSISTANTE

Fromages	Eau grammes p. 100	Matière sèche grammes p. 100	Calcium grammes p. 100		Phosphore grammes p. 100		Rapport Ca/P
			de matière fraîche	de matière sèche	de matière fraîche	de matière sèche	
<b>HOLLANDE :</b>							
Ech. 1.....	38,80	61,20	0,796	1,300	0,321	0,524	2,48
Ech. 2.....	38,47	61,53	0,805	1,308	0,352	0,572	2,28
Ech. 3.....	39,40	60,60	0,729	1,204	0,322	0,532	2,26
<i>Moyennes</i> .....	<i>38,89</i>	<i>61,11</i>	<i>0,777</i>	<i>1,271</i>	<i>0,332</i>	<i>0,543</i>	<i>2,34</i>
<b>CANTAL :</b>							
Ech. 1.....	41,81	58,19	0,770	1,322	0,395	0,675	1,94
Ech. 2.....	37,51	62,49	0,781	1,250	0,455	0,728	1,71
Ech. 3.....	33,19	66,81	0,778	1,165	0,536	0,803	1,45
<i>Moyennes</i> .....	<i>37,50</i>	<i>62,50</i>	<i>0,776</i>	<i>1,246</i>	<i>0,462</i>	<i>0,735</i>	<i>1,70</i>
<b>SAINT-PAULIN :</b>							
Ech. 1 (1).....	46,40	53,60	0,774	1,445	0,363	0,677	2,13
Ech. 2 (1).....	47,10	52,90	0,755	1,427	0,347	0,657	2,17
Ech. 3.....	55,06	44,94	0,486	1,082	0,333	0,697	1,55
Ech. 4.....	46,00	54,00	0,584	1,080	0,397	0,735	1,46
<i>Moyennes</i> .....	<i>48,64</i>	<i>51,36</i>	<i>0,650</i>	<i>1,258</i>	<i>0,360</i>	<i>0,691</i>	<i>1,83</i>
<b>GRUYÈRE :</b>							
Ech. 1 (français) ..	32,04	67,96	1,084	1,595	0,676	0,994	1,61
Ech. 2 (suisse) ....	31,57	68,43	1,031	1,507	0,638	0,932	1,62
Ech. 3 (finlandais) .	37,94	62,06	0,918	1,481	0,502	0,810	1,82
<i>Moyennes</i> .....	<i>33,85</i>	<i>66,15</i>	<i>1,011</i>	<i>1,528</i>	<i>0,605</i>	<i>0,912</i>	<i>1,68</i>

notre précédent article, on voit qu'il est nécessaire de faire immédiatement une restriction relative au *Livarot* et au *Pont-l'Évêque*, lesquels supportent fort bien la comparaison, surtout si l'on envisage les teneurs en calcium se rapportant à la matière sèche (*voir les tableaux II et III*). On obtient alors le classement suivant, qui met en évidence la richesse remarquable en calcium de ces six

(1) Echantillon renfermant 40% de matière grasse.

variétés de fromages et la similitude frappante qui existe à ce point de vue entre le *Hollande*, le *Saint-Paulin* et le *Cantal*.

Gruyère .....	1,528	Saint-Paulin .....	1,258
Livarot .....	1,328	Cantal .....	1,246
Hollande .....	1,271	Pont-l'Evêque .....	1,122

TABLEAU II

## CLASSEMENT DES FROMAGES A PATE FERME ÉTUDIÉS (MATIÈRE FRAICHE)

Teneur en Ca p. 100 gr. (en milligrammes)		Teneur en P p. 100 gr. (en milligrammes)		Valeur du Rapport Ca/P	
Gruyère .....	1 011	Gruyère .....	605	Hollande .....	2,34
Hollande .....	777	Cantal.....	462	Saint-Paulin ...	1,83
Cantal .....	776	Saint-Paulin ...	360	Cantal.....	1,70
Saint-Paulin ..	650	Hollande .....	332	Gruyère .....	1,68

TABLEAU III

## CLASSEMENT DES FROMAGES A PATE FERME ÉTUDIÉS (MATIÈRE SÈCHE)

Teneur en Ca (en milligrammes p, 100 gr.)		Teneur en P (en milligrammes p. 100 gr.)		Valeur du Rapport Ca/P	
Gruyère .....	1 528	Gruyère .....	912	Hollande .....	2,34
Hollande .....	1 271	Cantal.....	735	Saint-Paulin ...	1,83
Saint-Paulin ..	1 258	Saint-Paulin ...	691	Cantal.....	1,70
Cantal .....	1 246	Hollande .....	543	Gruyère .....	1,68

Le *Gruyère* est donc un fromage particulièrement riche en calcium, et les teneurs en cet élément mentionnées sur nos Tables de Composition des Aliments [7], — teneurs qui se rapportent seulement aux variétés voisines: *Parmesan*, *Emmenthal*, *Comté* —, en fournissent également une preuve indiscutable.

### Teneurs en phosphore

Sauf en ce qui concerne le *Hollande*, les teneurs moyennes en phosphore sont relativement très importantes puisqu'elles atteignent, pour 100 grammes de poids sec: 0 gr. 91 (*Gruyère*), 0 gr. 73 (*Cantal*) et 0 gr. 691 (*Saint-Paulin*) (voir les tableaux II et III). Relativement à la teneur en phosphore comme relativement à la teneur en calcium, le *Gruyère* présente une nette supériorité sur les

autres variétés de fromages. La teneur moyenne en phosphore du *Hollande* (0 gr. 54 % de poids sec) est tout à fait voisine de celle du *Livarot* (0 gr. 55 %) et un peu inférieure à celle du *Pont-l'Evêque* (0 gr. 59 %).

### Valeurs du rapport Ca/P

C'est cette teneur relativement faible en phosphore, jointe à sa teneur très élevée en calcium, qui permet au *Hollande* de se placer au premier rang dans la colonne des valeurs du rapport Ca/P (voir les tableaux II et III).

Le *Gruyère*, le *Cantal* et le *Saint-Paulin* dont les teneurs en phosphore sont, nous venons de le voir, relativement élevées, sont caractérisées par des rapports Ca/P dont les valeurs sont assez fortes (de 1,68 à 1,83) mais bien moins cependant que celles qui se rapportent au *Hollande* (2,34) et au *Livarot* (2,40).

Nous ferons remarquer enfin que, dans une même espèce de fromages, les variations d'un échantillon à l'autre, relatives aux teneurs en calcium et en phosphore, ainsi qu'aux valeurs du rapport Ca/P, sont loin de présenter les écarts très grands que nous avons notés lors de nos recherches sur les fromages à pâte molle. En ce qui concerne le *Gruyère* et le *Hollande*, les variations sont particulièrement faibles (voir le tableau I).

### CONCLUSIONS

La valeur calcio-phosphorique des fromages à pâte ferme ou demi-dure que nous avons étudiés est tout à fait remarquable.

Le *Gruyère*, dont la matière sèche constitue approximativement les deux-tiers de son poids, vient en tête, car il a une teneur en calcium exceptionnellement élevée, et aussi une très forte teneur en phosphore. Si l'on ajoute que la valeur du rapport Ca/P, sans être excessive, est déjà notable, on peut en conclure que ce fromage représente un aliment particulièrement riche, de digestion très facile, un aliment de choix pour les individus de tous âges et de toutes conditions, mais surtout pour les enfants, les adolescents, les femmes enceintes et allaitantes, les convalescents, les vieillards.

Il en est de même, mais à un degré un peu moindre, pour le *Saint-Paulin*, le *Cantal*, très riches en calcium, riches en phosphore, la valeur du rapport Ca/P se tenant dans d'assez étroites limites : 1,70-1,85.

Le *Hollande* est remarquable, lui aussi, par sa richesse en calcium qui en fait un aliment précieux ; sa teneur relativement faible en phosphore, — qui l'apparente à ce point de vue au *Livarot* et au *Pont-l'Evêque* —, permet de l'associer comme ces derniers, très avantageusement, aux céréales, pommes de terre, viandes ou œufs,

aliments pauvres en calcium et riches en phosphore, qui entrent pour une part très importante dans les rations habituelles des habitants de nos contrées.

Pour donner une idée concrète de la valeur calcio-phosphorique de ces fromages, nous dirons que, si l'on désirait couvrir la totalité des besoins quotidiens en calcium d'un adulte ou d'un enfant de 10 à 12 ans (7) il suffirait de donner, comme nourriture exclusive, 100 grammes de *Gruyère*, 130 grammes de *Hollande*, ou de *Cantal* ou 160 grammes de *Saint-Paulin*. Ces quantités apportent en même temps : les 100 grammes de *Gruyère* et les 130 grammes de *Cantal*, 600 milligrammes de phosphore ; les 160 grammes de *Saint-Paulin*, environ 575 milligrammes et les 130 grammes de *Hollande*, seulement 430 milligrammes.

Les quantités quotidiennes de phosphore que nous venons d'indiquer, bien qu'insuffisantes pour couvrir la totalité des besoins en cet élément, sont cependant très importantes, puisqu'elles correspondent presque à la moitié de la quantité de phosphore nécessaire et suffisant à un adulte ou à un enfant de 10 à 12 ans, sauf toutefois les 130 grammes de *Hollande*, qui n'en apportent que le tiers.

(Travail du Laboratoire de Physiologie de la Nutrition du Centre National de la Recherche scientifique et de l'Institut National de la Recherche agronomique).

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] L. RANDOIN et C. VATINEL. Détermination des teneurs en matière sèche, en calcium et en phosphore des principaux fromages français à pâte molle. *Le Lait*, 1951, **31**, 113.
- [2] G. GUITTONNEAU et R. CHEVALIER. *C. R. Ac. Sc.*, 1934, **199**, 801.
- [3] H. M. KRAMER et R. Mc CAMMOM. *Chem. Abstr.*, 1934, **28**, 6787.
- [4] H. J. ZAHRENDT, C. B. LANE et B. W. HAMMER. *Le Lait*, 1949, **29**, 519.
- [5] Ch. O. GUILLAUMIN. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1932, **14**, 105.
- [6] H. COPAUX. *C. R. Ac. Sc.*, 1921, **173**, 656.
- [7] L. RANDOIN, P. LE GALLIC et J. CAUSERET. Tables de Composition des aliments (2<sup>e</sup> édition), précédées des Normes de l'Alimentation humaine. Lanore, éditeur, Paris 1947.