

## Quelques observations sur la composition minérale des laits en poudre

par C. MADELMONT, G. MICHON

### I. — RÉSULTATS GÉNÉRAUX

En suivant la même optique que dans une communication précédente où nous avons rapporté quelques observations relatives aux teneurs en potassium d'échantillons de laits liquides prélevés en vue du contrôle d'une pollution par des radionuclides de courtes périodes (1), nous présentons ici une synthèse de résultats secondaires obtenus par l'analyse d'échantillons de poudre de lait utilisés pour suivre l'évolution des concentrations en isotopes radioactifs de longues périodes, tels le  $^{90}\text{Sr}$  ou le  $^{137}\text{Cs}$ .

En effet pour diverses raisons liées soit aux techniques d'analyses, soit à l'interprétation sanitaire, nous sommes amenés à déterminer pour chaque échantillon les teneurs en potassium et en calcium. De plus, pour quelques rares échantillons des déterminations des teneurs en strontium stable ont été entreprises.

La période couverte par cette étude s'étend sur six années, de juin 1958 à mai 1964, mais le nombre de points de prélèvements est faible puisque cinq régions sont étudiées. Les échantillons examinés sont composites dans le temps. En effet, dans chaque région, où une usine assurant une production pratiquement continue de poudre de lait a été choisie, une partie aliquote de sa fabrication est prélevée journalièrement. Les échantillons journaliers sont réunis en un échantillon mensuel qui est analysé.

Les techniques de dosage sont classiques : gravimétrie du précipité d'oxalate de calcium, détermination du potassium par spectrométrie  $\gamma$  et par photométrie de flamme, et suffisamment précises compte tenu du but poursuivi et de l'imprécision inhérente au mode d'échantillonnage établi dans d'autres perspectives (2).

En effet, la poudre de lait utilisée n'est pas obtenue par les mêmes procédés d'un point à un autre, elle peut être plus ou moins hydra-

tée, parfois même elle est saccharosée. Enfin les correspondances entre le poids de poudre et le volume de lait utilisé ne nous sont pas connues avec une précision suffisante, sauf pour un point de prélèvement dont l'étude est présentée séparément. Tous ces faits nous ont conduits à exprimer les résultats en p. 1.000 par rapport au poids de poudre.

Malgré ces défauts nous pensons que la longueur de la période d'échantillonnage et le nombre des analyses effectuées permettent une interprétation statistique valable.

Le tableau n° 1 résume les moyennes calculées sur l'ensemble des déterminations des teneurs en calcium et en potassium et montre clairement qu'il existe des variations régionales. Les analyses de variances faites sur ces résultats montrent que ces différences sont parfaitement significatives. Ces résultats sont en accord avec ceux déjà mentionnés pour le potassium (1) bien que l'on ne puisse comparer des valeurs exprimées dans des unités différentes. Cependant l'Aisne, département à forte teneur en K, est limitrophe de la Somme qui dans la précédente étude présentait également les plus fortes teneurs. La Vendée, pour les deux séries de résultats, fournit les valeurs les plus faibles.

Ce tableau n° 1 appelle encore une observation. On constate que pour ces quatre départements les ordres de classement par valeurs croissantes des teneurs en Ca et K sont rigoureusement inverses. Ce fait n'est peut-être qu'une coïncidence qui mériterait d'être confirmée par une étude portant sur un plus grand nombre de régions.

Nous avons également cherché l'existence du facteur saisonnier mis en évidence précédemment. Les résultats des analyses de variances sont rapportés au tableau n° 2. Il n'a pas été possible de mettre en évidence, sauf dans un cas, celui de l'Aisne pour les teneurs en Ca (Fig. 1) de variations saisonnières statistiquement

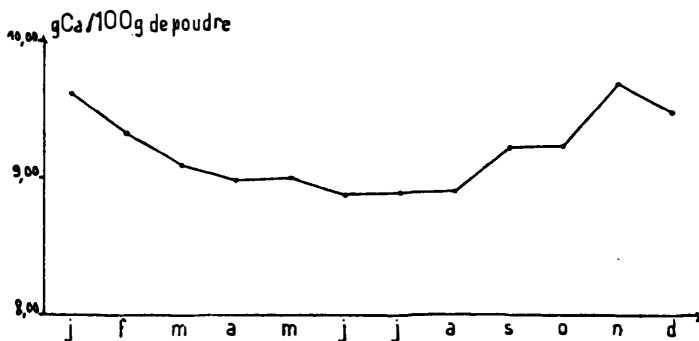


Fig. 1: Teneurs en calcium de lait en poudre de l'Aisne.

TABLEAU N° 1

Teneurs moyennes en calcium et en potassium exprimées en gramme par kilogramme de poudre de lait

	Vendée	Haute-Savoie	Saône-et-Loire	Aisne	Interprétation statistique	
					F observé	$F_{\infty}^3$ à 5 %
Nombre d'observations . .	37	42	43	71		
calcium g/Kg . . . . .	9,69	9,52	9,26	9,23	9,70	2,60
potassium g/Kg . . . . .	11,65	11,76	11,91	12,17	7,35	2,60

TABLEAU N° 2

Recherche d'un facteur temps sur les teneurs moyennes mensuelles en calcium et en potassium pour chaque point de prélèvement. Recherche d'une liaison entre ces deux éléments

	Comparaison des valeurs moyennes mensuelles en calcium	Comparaison des valeurs moyennes mensuelles en potassium	Relation entre les teneurs en calcium et en potassium
Vendée . . . . .	F = 1,80 (non significatif)	F = 1,59 (non significatif)	r = + 0,22 (non significatif)
Haute-Savoie . . . . .	F = 1,48 (non significatif)	F = 1,77 (non significatif)	r = + 0,09 (non significatif)
Saône-et-Loire . . . . .	F = 0,85 (non significatif)	F = 0,77 (non significatif)	r = - 0,22 (non significatif)
Aisne . . . . .	F = 8,32 (significatif)	F = 0,92 (non significatif)	r = - 0,19 (non significatif)
	$F_{\infty}^{11} = 1,72$ à 5 %)		

significatives pour la moyenne mois par mois pour les six années d'observations. Il est probable qu'il s'agit d'une conséquence de l'hétérogénéité de l'échantillonnage, conduisant à une dispersion des résultats et rendant le test statistique non significatif.

Le calcul des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et en potassium montre que pour chacun des laits étudiés il n'y a pas de liaison entre ces deux données.

Le tableau n° 3 donne enfin quelques résultats de dosages de strontium stable effectués sur des échantillons prélevés en 1960. La méthode utilisée était celle de WADE (3). Celle-ci consiste à séparer le strontium stable du calcium par passage sur une colonne d'échangeur de cations en présence d'un agent complexant. Le dosage est ensuite effectué par spectrophotométrie de flamme. Cette méthode est délicate à mettre en œuvre, peu de mesures ont été faites et il n'est pas possible d'en faire une étude statistique. On peut constater cependant que les valeurs obtenues, variant entre 0,1 et 0,2 mg de strontium par gramme de calcium, sont en concordance avec celles trouvées dans la littérature, et notamment avec celles publiées par les auteurs Anglais (4).

TABLEAU N° 3

*Quelques valeurs de strontium stable exprimées en ‰  
par rapport au calcium sur des laits en poudre ; prélevés en 1960*

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Haute-Savoie	0,225		0,195						0,160			
Vendée . . . . .	0,108			0,100		0,114			0,108			
Aisne . . . . .				0,146			0,141		0,122			0,213
Saône-et-Loire				0,150		0,207			0,184			0,156

Il est bon de noter également que pour la région de Saône-et-Loire nous avons fait des mesures sur les teneurs des sols en calcium et en strontium stable. La valeur du rapport observé

$$\frac{\text{Sr/Ca lait}}{\text{Sr/Ca sol}} = 0,125$$

est très proche de 0,10, valeur communément admise pour le rapport observé (lait-alimentation) (5).

Il semble enfin que l'on puisse envisager à première vue l'existence d'une variation géographique et saisonnière de cet élément dans le lait.

## II. — RÉSULTATS PARTICULIERS OBSERVÉS SUR UN LAIT DE SEINE-MARITIME

Nous présentons séparément les résultats concernant les échantillons de poudre de lait provenant de Seine-Maritime. En effet, pour ce point de prélèvement, nous disposons de données précises sur la correspondance entre le poids de poudre obtenu et le volume de lait utilisé. Il est donc possible d'exprimer les résultats par rapport au litre de lait frais.

D'autre part, la grande régularité de l'échantillonnage confère une haute significativité aux moyennes calculées sur les six années d'observations. Ces moyennes sont reportées sur la figure n° 2 et font apparaître des variations saisonnières nettes.

Les résultats des analyses de variance rapportés au tableau n° 4 montrent que ces variations sont significatives. De plus, le calcul du coefficient de corrélation entre les valeurs de calcium et de potassium montre que ce dernier est significatif et qu'il existe une liaison entre ces deux données. Ce fait, à notre connaissance, n'a jamais été signalé, mais nous n'avons pu l'observer que sur ce point de prélèvement.

TABLEAU N° 4

*Lait de Seine-Maritime — Recherche d'un facteur temps sur les teneurs moyennes mensuelles en calcium et en potassium — Recherche d'une liaison entre ces deux éléments (68 observations)*

Comparaison des valeurs moyennes mensuelles en calcium	Comparaison des valeurs moyennes mensuelles en potassium	Relation entre les teneurs en calcium et en potassium
F = 3,5 (significatif)	F = 2,4 (significatif)	r = + 0,32 (significatif)
F <sub>∞</sub> <sup>11</sup> 5 % = 1,82		(r, 70,5 % = + 0,23)

L'ensemble des résultats obtenus à partir de lait de grand mélange montre l'influence des facteurs lieu et temps sur les variations de la composition minérale du lait.

En ce qui concerne le facteur temps, les résultats restent assez en accord avec la littérature. MOCQUOT et AURIOL (6) d'une part, et KYURKCHYAN (7) d'autre part, signalent des valeurs faibles en calcium en été, avec une remontée nette à l'automne. Ceci s'observe assez bien avec les figures I et II.

En ce qui concerne le facteur lieu, nous n'avons pas trouvé d'article consacré à cette étude. Il semble cependant que des données plus nombreuses permettraient d'élucider l'influence de facteurs tels que race-alimentation-sol. On peut noter déjà que l'explication de la teneur plus grande en calcium des laits de Vendée correspond assez bien à la nature classique de la corrélation positive entre teneur en matière grasse et teneur en calcium. Le point de

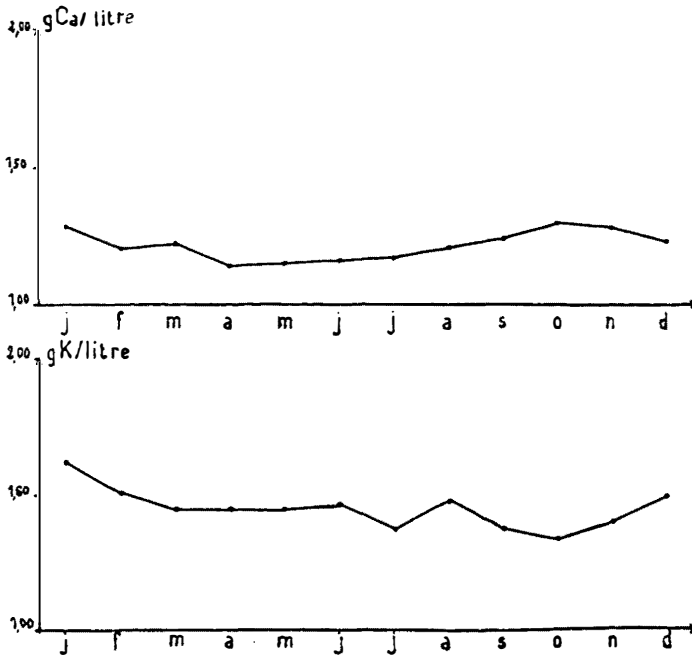


Fig 2: Teneurs en calcium et en potassium de lait en poudre de Seine M<sup>me</sup>.

prélèvement analysé est situé en effet sur une aire où la race parthenaise domine. A l'opposé, les faibles teneurs en calcium et les fortes teneurs en potassium de l'Aisne s'expliquent assez bien avec la prédominance de la race française frisonne pie noire grande laitière mais peu beurrière et alimentée en partie avec des sous-produits de l'agriculture, notamment de betteraves. Ce sont sans doute les hypothèses les plus simples qui rendent compte des résultats observés.

Cette étude permet enfin de souligner l'intérêt que peut prendre une analyse de routine et de contrôle qui, tout en étant menée à bien, peut conduire à des interprétations intéressantes dans l'exploitation des résultats secondaires.

## BIBLIOGRAPHIE

1. MADELMONT (C.), MICHON (G.). — Teneur en potassium de laits de provenances diverses. *Bull. Acad. Vét.*, **38**, 135, 138 (1965).
2. JEANMAIRE (L.), MICHON (G.). — Recherche et dosage des isotopes radioactifs 89 et 90 du strontium dans le lait en poudre. *Le Lait*, **49**, 369, 381 (1959).
3. WADE (M. A.), SEIM (H. J.). — Ion exchange separation of calcium and strontium. *Anal. Chem.* **33**, 793, 795 (1961).
4. A. R. C. L., n° 1 (1958).
5. Rapport du Comité Scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des radiations ionisantes, 17<sup>e</sup> session (1962).
6. AURIOL (P.), MOCQUOT (G.). — Quelques facteurs de variation de la teneur en calcium de lait de vache. *J. Dairy Res.*, **29**, 181-189 (1962).
7. KYURKCHYAN (V. N.), SHAKHBAZIAN. — Concentration en calcium et en phosphore de laits de roches d'Arménie Trnd. Armyan. Nauchno issled. *Inst Zhiivotn Vet.* **4**, 107.120 (1960) D. S. A. 1194, **25** (1963).

*Centre d'Études nucléaires de Fontenay-aux-Roses.  
Département de la Protection Sanitaire.  
Section de Contrôle Sanitaire.*