LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- L. JEANMAIRE et G. MICHON.
— Recherche et dosage
des isotopes radioactifs 89
et 90 du strontium dans
le lait en poudre 369
- S. ANNIBALDI. — Recher-
ches électrophorétiques sur
quelques fromages italiens 381
- A. DES COURTILS. — La con-
joncture laitière française
en 1958 390

Supplément technique :

- G. GÉNIN. — Le lactose et
ses applications dans l'in-
dustrie alimentaire 394

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 410

- 2^o Journaux, Revues, Sociétés
savantes 417

Bulletin bibliographique :

- 1^o Journaux 461
- 2^o Brevets 468

Documents et informations :

- XV^e Congrès international
de laiterie. 469
- Panorama du lait à travers
les âges. 471
- Catalogue des normes fran-
çaises 478
- Centre expérimental du froid 479
- Litière en mousse plastique 479
- 5^e Salon international de
l'équipement laitier. 480
- Communiqué 480
- Erratum. 480

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

RECHERCHE ET DOSAGE DES ISOTOPES RADIOACTIFS 89 ET 90 DU STRONTIUM DANS LE LAIT EN POUDRE (2)

par

LUCIEN JEANMAIRE et GEORGES MICHON

La libération dans le milieu ambiant de radioéléments artificiels provenant soit du fonctionnement des centres nucléaires soit des explosions nucléaires expérimentales, pose de nombreux problèmes d'hygiène publique. Parmi tous ces radioéléments, le strontium-90 est considéré comme l'un des plus dangereux du fait de sa longue période radioactive (vingt-huit ans), de son rayonnement β et de son métabolisme ostéotrope. Le strontium appartient à la famille

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) Nous tenons à remercier ici, M^{me} Augustin, MM. Artaud et Somlette, de leur collaboration technique, qui a permis la réalisation de ce travail.

des alcalino-terreux et ses propriétés chimiques ou biologiques sont très voisines de celles du calcium. C'est pourquoi de nombreuses études ont été effectuées sur la contamination du lait, source essentielle de calcium pour les jeunes, par le strontium.

Le strontium-90 s'il est le plus dangereux n'est pas le seul isotope radioactif du strontium que l'on peut trouver dans le lait. On observe aussi la présence de strontium-89. La méthode de dosage employée doit permettre d'effectuer une analyse isotopique du strontium isolé chimiquement.

Plusieurs techniques ont déjà été publiées pour obtenir le strontium à l'état pur, soit par des méthodes classiques de co-précipitation des impuretés entraînées lors de la phase de concentration [1] [2], soit directement à l'aide de résines échangeuses de cations sans phase de concentration [3]. Le dosage de l'isotope 90 s'effectue toujours grâce à son descendant lui-même radioactif. Le strontium-90 au cours de sa transformation radioactive donne naissance à l'isotope 90 de l'yttrium. Cet élément présente des propriétés chimiques qui permettent de le séparer aisément du strontium. Grâce aux lois des équilibres radioactifs, il est possible de connaître la quantité de strontium-90.

On peut croire qu'il est possible de supprimer la phase de purification du strontium et extraire directement l'yttrium [4]. Cependant une telle technique n'offre pas toutes les garanties nécessaires, car d'autres terres rares peuvent être entraînées avec l'yttrium et donner ainsi un résultat trop élevé.

La méthode que nous utilisons combine les avantages des méthodes classiques et des techniques d'échange d'ions.

I. — Principe

Après minéralisation sèche de la poudre de lait et précipitation des alcalino-terreux, le strontium est séparé de la grande masse de calcium grâce à l'insolubilité de son nitrate dans l'acide nitrique concentré. La purification s'effectue sur une colonne échangeuse de cations d'après une méthode mise au point par l'un de nous [5].

On attend ensuite que l'équilibre radioactif entre le strontium-90 et l'yttrium-90 soit réalisé, on sépare l'yttrium et l'on mesure l'activité de ce dernier.

II. — Matériel

Un four à moufle avec régulateur de température.

Une étuve pouvant atteindre 200° C.

Têt à calcination en silice, volume 1.500 cm³.

Un centrifugeur équipé de pots de 100 cm³.

Deux colonnes de verre de 1 centimètre de diamètre intérieur pour chromatographie, surmontées d'un réservoir à liquide : l'une contenant 10 grammes de résine Permutite 50 de granulométrie comprise entre 80 et 120 mesh ; l'autre contenant 3 grammes de la même résine.

Un buchner démontable de 3 centimètres de diamètre extérieur et de 2 centimètres de diamètre intérieur.

Papier filtre.

Un bain-marie électrique.

Une installation de comptage β à bas mouvement propre et des capsules d'aluminium de 3 centimètres de diamètre pour montage des échantillons.

III. — Réactifs

Eau distillée.

Acide nitrique pur RP d = 1,33.

Solution de nitrate de strontium entraîneur contenant exactement 50 milligrammes de strontium par millilitre.

Acide phosphorique RP d = 1,71.

Ammoniaque RP d = 1,33.

Acide nitrique fumant RP d = 1,49.

Acide chlorhydrique 4 N.

Acide chlorhydrique 0,4 N.

Permutite 50 granulométrie 80-120 mesh.

Solution d'acide citrique à 5% ajustée à pH 3,5 par de l'ammoniaque.

Solution d'acide citrique à 5% ajustée à pH 4,6 par de l'ammoniaque.

Solution d'acide citrique à 5% ajustée à pH 5 par de l'ammoniaque.

Solution de méthylorange.

Solution de carbonate de sodium à 60 grammes par litre.

Acide nitrique 6 N.

Solution acide de nitrate d'yttrium entraîneur contenant 10 milligrammes d'yttrium par millilitre.

Solution d'acide oxalique à 8%.

IV. — Mode opératoire

1) *Minéralisation de la poudre de lait.*

Peser 500 grammes de poudre dans un têt à calcination.

Placer dans une étuve à 200° C. pendant 24 heures. Le lait subit une dessiccation complète et un début de minéralisation qui permet l'attaque à 700° C. sans ménagement.

Placer ensuite dans un four à moufle à 700° C. pendant 24 heures. Les cendres obtenues sont le plus souvent parfaitement blanches. Leur poids varie entre 20 et 25 grammes.

Au cours de cette opération, ainsi que nous avons pu le vérifier, il n'y a pas de perte de strontium.

2) *Concentration du strontium.*

Peser les cendres dans un bécher, ajouter 1 millilitre de la solution de strontium entraîneur, puis 200 millilitres d'eau distillée.

Ajouter ensuite la quantité juste suffisante d'acide nitrique RP pour assurer la mise en solution. Il est quelquefois nécessaire d'aider la dissolution par un chauffage modéré.

Si un résidu subsiste l'éliminer par centrifugation. Ce résidu insoluble est constitué soit de particules charbonneuses mal minéralisées, soit de silice provenant d'une attaque superficielle du têt à calcination.

Conserver le liquide surnageant limpide et incolore.

Ajouter 1 millilitre d'acide phosphorique RP et amener la solution à pH 10 avec de l'ammoniaque RP. Les phosphates insolubles précipitent.

Recueillir l'abondant précipité dans deux pots par des centrifugations successives de cinq minutes à vitesse modérée. Après chaque centrifugation, éliminer le liquide surnageant et le remplacer par la suspension de phosphate ou les eaux de rinçage du bécher. A la fin de l'opération, remettre le précipité de chaque pot en suspension dans 50 millilitres d'eau distillée, centrifuger cinq minutes et rejeter le liquide surnageant.

Dissoudre dans chaque pot le précipité par la quantité minimale d'acide nitrique fumant RP.

Réunir les liqueurs dans un bécher de 600 millilitres après avoir mesuré le volume total V.

Ajouter un volume 2,5 V d'acide nitrique fumant RP.

Placer le bécher pendant trente minutes dans un bain d'eau courante froide. Au cours du refroidissement, un louche apparaît et se transforme en précipité qui sédimente.

Remettre en suspension et recueillir le précipité dans deux pots par centrifugation. Éliminer le liquide surnageant.

Dissoudre chacun des deux précipités dans 20 millilitres d'eau distillée. Réunir les 40 millilitres dans un bécher, ajouter 90 millilitres d'acide nitrique fumant RP et abandonner au refroidissement comme précédemment pendant trente minutes.

Recueillir le précipité dans deux pots par centrifugation et rejeter le liquide surnageant.

Dissoudre le précipité de l'un des pots et le transvaser dans le second en utilisant pour la dissolution et le rinçage 20 millilitres d'eau distillée au total.

Effectuer une troisième cristallisation du nitrate de strontium en ajoutant 45 millilitres d'acide nitrique fumant RP et en abandonnant trente minutes dans un bain d'eau courante froide.

Centrifuger et écarter le liquide surnageant.

Le nitrate de strontium est alors pratiquement séparé du calcium. Il peut être recueilli dans une capsule, séché, pesé. La radioactivité peut alors être mesurée. Mais à ce stade divers éléments peuvent encore être présents, citons notamment le baryum, le zirconium. Une purification est nécessaire si l'on désire effectuer une mesure plus précise.

3) *Purification du strontium.*

Sécher le nitrate de strontium par l'action conjuguée d'un chauffage modéré et d'un très léger courant d'air.

Dissoudre dans 18 millilitres d'eau distillée et 2 millilitres d'acide chlorhydrique 4 N.

Régénérer la colonne contenant 10 grammes de résine échangeuse d'ions par passage de 250 millilitres d'acide chlorhydrique 4 N puis de la quantité d'eau distillée nécessaire pour que le liquide de sortie présente un pH compris entre 4 et 5.

Faire passer la solution de nitrate à travers la colonne avec un débit de 1 ml/mn.

Rincer la résine avec 20 millilitres d'acide chlorhydrique 0,4 N, puis avec de l'eau distillée jusqu'à obtention d'un pH 4 à 5 à la sortie.

Le strontium est alors fixé sur la résine et l'élution spécifique peut commencer.

Faire passer sur la résine une solution d'acide citrique à pH 3,5 de manière à élué les terres rares. L'élution est contrôlée en surveillant le changement de teinte de la colonne. Tant que celle-ci n'est pas éclaircie sur toute sa hauteur, aucun cation ne sort. Cette phase nécessite environ 160 millilitres de solution. Les terres rares sont éluées dans les 20 millilitres suivants, soit un volume total de 180 millilitres.

Faire passer ensuite 70 millilitres de la solution d'acide citrique à 5% à pH 4,6. Les dernières traces de calcium sont éluées dans cette fraction.

Faire passer 80 millilitres de la solution d'acide citrique à 5% à pH 5. Le strontium est élué dans cette fraction. A ce stade le baryum et le radium sont encore fixés sur la résine, le baryum peut être élué avec une solution d'acide citrique à 5% à pH 6.

Ajuster la solution de citrate contenant le strontium à pH 3,5 par de l'acide chlorhydrique 4N.

Faire passer sur la colonne contenant 3 grammes de résine régénérée comme précédemment. Au cours de ce passage les ions citriques, l'yttrium qui a pu se former pendant la précédente élution passent directement et seul le strontium est fixé.

Rincer avec de l'eau distillée jusqu'à ce que l'éluat soit à pH 5. Il faut environ 10 millilitres.

Noter la date et l'heure du début de ce rinçage qui servira d'origine des temps pour la formation de l'yttrium.

Eluer le strontium par 60 millilitres d'acide chlorhydrique 4 N.

Neutraliser l'éluat par de la lessive de soude jusqu'à virage du méthyl orange au jaune. Ajouter 10 millilitres de la solution de carbonate de soude, agiter énergiquement et laisser reposer trente minutes.

Recueillir le précipité de carbonate de strontium sur un papier filtre taré de 3 centimètres de diamètre monté sur le buchner démontable.

Sécher sous une lampe à infra rouge et peser. Cette pesée permet de connaître le rendement chimique de l'opération.

Mesurer le plus rapidement possible la radioactivité de l'échantillon ainsi préparé. Suivre l'évolution au cours du temps. Si l'on ne s'intéresse qu'au strontium-90, cette mesure n'est pas indispensable, cependant elle permet de se faire une opinion sur la teneur totale en strontium-90 et strontium-89. De plus l'allure de l'évolution de la radioactivité, due à la formation de l'yttrium permet d'apprécier grossièrement les pourcentages respectifs des deux isotopes. Si le pourcentage de strontium-90 est faible, l'augmentation de la radioactivité passera inaperçue.

4) *Séparation de l'yttrium.*

La quantité d'yttrium qui se forme est une fonction exponentielle du temps et tend vers un équilibre qui est atteint à 2% près, au bout de quinze jours. Il y a tout intérêt à laisser s'écouler ce temps entre le début du rinçage de la colonne et la séparation de l'yttrium. En suivant l'augmentation de la radioactivité de l'échantillon, on peut déterminer le moment où l'équilibre est atteint.

Dissoudre le précipité de carbonate par quelques gouttes d'acide nitrique 6 N. Ajouter 1 millilitre de la solution d'yttrium entraîneur et 20 millilitres d'eau distillée.

Porter pendant quinze minutes au bain-marie bouillant chauffé électriquement pour chasser le gaz carbonique dissous, puis laisser refroidir.

Ajuster le pH à 10 par quelques gouttes d'ammoniaque RP exempt de carbonate. L'hydroxyde d'yttrium précipite.

Noter l'heure exacte de cette précipitation.

Recueillir après cinq minutes, le précipité par centrifugation à vitesse moyenne. Séparer le liquide surnageant et le conserver pour, éventuellement, pouvoir effectuer une deuxième mesure d'yttrium.

Dissoudre le précipité d'hydroxyde par de l'acide nitrique 6 N, amener le volume à 10 millilitres avec de l'eau distillée et effectuer une deuxième précipitation identique à la première.

Centrifuger, réunir le liquide surnageant à la première fraction.

Dissoudre le précipité par quelques gouttes d'acide nitrique 6 N et précipiter l'yttrium par 20 millilitres d'acide oxalique à 8%.

Après dix minutes, recueillir le précipité sur un disque de papier filtre monté dans le buchner démontable. Placer le filtre dans une capsule d'aluminium, sécher et recouvrir d'une feuille de terphane de six microns d'épaisseur.

Effectuer la mesure de la radioactivité le plus rapidement possible.

5) *Étalonnage de l'installation de mesure.*

Les teneurs en strontium-90 du lait sont très faibles et la mesure de la radioactivité ne porte que sur un petit nombre de désintégrations par minute. Il est par conséquent indispensable de disposer d'un ensemble de détection ayant la sensibilité la plus grande possible et le bruit de fond le plus faible que l'on puisse réaliser. Il existe maintenant des ensembles de détection à bas mouvement propre fabriqués par l'industrie.

L'installation doit être étalonnée pour chacun des radioéléments mesurés. Cet étalonnage s'effectue à partir de solutions standard dont les activités sont connues de manière précise.

A une solution de ^{90}Sr - ^{90}Y à l'équilibre, on ajoute 10 milligrammes d'yttrium entraîneur et 50 milligrammes de strontium entraîneur. On effectue comme indiqué précédemment les précipitations. On obtient des échantillons identiques dans leur masse et leur forme. On évite ainsi toutes les corrections de géométrie, d'absorption ou d'autoabsorption, de retrodiffusion du rayonnement. Il convient de prendre la moyenne de plusieurs mesures.

On procèdera de la même manière pour le strontium-89 en prenant garde au fait que la solution radioactive contient une quantité de strontium stable qui n'est pas négligeable.

On dispose ainsi des rendements de mesure $R^{90}\text{Sr}$, $R^{90}\text{Y}$, $R^{89}\text{Sr}$ pour le strontium-90, l'yttrium-90 et le strontium-89.

6) *Mesure de la radioactivité.*

L'évolution dans le temps de la radioactivité de l'échantillon d'oxalate d'yttrium est étudiée pour deux raisons. Tout d'abord, la mesure de la période de décroissance permet d'affirmer que l'on est bien en présence d'yttrium-90 de période 65 heures. Ensuite, la radioactivité résiduelle de longue période que l'on mesure à la fin de la décroissance permet de corriger le comptage initial du temps T_0 . En effet, il se peut qu'un peu de strontium ait précipité avec l'yttrium et l'activité finale proviendra d'une trace de ^{90}Sr et ^{90}Y à l'équilibre et d'une trace de ^{89}Sr . La véritable correction nécessite un calcul par approximations successives. En fait, dans la plupart des cas, la radioactivité résiduelle ne représente que 1 à 2 % de l'activité initiale, ce qui est inférieur à la précision de la mesure physique des faibles radioactivités.

Connaissant le nombre d'impulsions mesuré $N^{90}\text{Y}$ et le rendement $R^{90}\text{Y}$, le nombre de désintégrations dues à l'yttrium est donné par la formule

$$\frac{N^{90}\text{Y}}{R^{90}\text{Y}} \times 100$$

Par définition, à l'équilibre, le nombre de désintégrations dues au strontium est identique. Ce nombre de désintégrations corrigé par le rendement chimique de l'extraction et de la purification permet de calculer le nombre de désintégrations par minute dues au ^{90}Sr contenu dans les 500 grammes de poudre de lait. Le passage à l'activité exprimée en pico-curies s'effectue simplement en divisant par 2,2. Connaissant le nombre de désintégrations dues au ^{90}Sr dans l'échantillon mesuré et le rendement, le nombre d'impulsions dues au ^{90}Sr est donné par la formule

$$\frac{N^{90}\text{Y}}{R^{90}\text{Y}} \times R^{90}\text{Sr}.$$

Connaissant le nombre d'impulsions dues au ^{90}Sr , on connaît par soustraction du nombre total d'impulsions de l'échantillon de carbonate de strontium sans yttrium, le nombre d'impulsions dues au ^{89}Sr . Il est alors facile de connaître le nombre de désintégrations et par conséquent l'activité en sous multiples du curie. La période du ^{89}Sr est courte, 55 jours, et l'activité de l'échantillon doit être corrigée de la décroissance radioactive à partir du jour du prélèvement, alors que l'on peut négliger la décroissance du ^{90}Sr .

7) *Expression des résultats.*

Les résultats peuvent être exprimés en sous multiples du curie par litre de lait. Mais pour tenir compte de la similitude des méta-

bolismes du calcium et du strontium et pour mieux exprimer le danger biologique l'usage est apparu d'exprimer l'activité du strontium rapportée au gramme de calcium. Les auteurs anglo-saxons utilisent une unité, l'unité strontium « S U », qui équivaut à 10^{-12} curie de ^{90}Sr par gramme de Ca.

V. — Discussion

Le premier point à discuter concerne le choix même de la méthode. Nous disposions d'une technique de purification et de séparation des alcalino-terreux dont nous étions sûrs. Mais celle-ci ne s'emploie facilement que si l'un des éléments n'est pas en quantité disproportionnée par rapport aux autres. Or, dans le lait, le calcium est présent en grande quantité. En effet, dans une méthode [3] utilisant directement l'échange d'ions, la queue d'élution du Ca peut chevaucher le début de l'élution du Sr.

La séparation des nitrates de calcium et de strontium dans l'acide nitrique concentré utilisée par les anglo-saxons [1] [2] nous a semblé la plus commode des méthodes de séparation. Cependant la purification qui consiste à entraîner les impuretés par coprécipitation avec un précipité de chromate de baryum puis d'hydroxyde de fer nous a paru entraîner des risques de pertes et une moins bonne spécificité. Certes, cette technique est plus rapide que l'échange d'ions, mais la durée de travail effectif est du même ordre.

Le rendement des extractions du nitrate de strontium effectuées sur 49 échantillons différents de poudre de lait entier, écrémé ou sucré est de 97 % avec des valeurs extrêmes de 85 % et 110 %.

Pour 7 essais effectués sur des cendres d'os et 6 essais effectués sur des poudres de lait, nous avons ajouté des quantités connues de ^{90}Sr , cinquante fois plus importantes que les teneurs que l'on peut rencontrer. Le rendement moyen pour le nitrate de strontium est de 101 % et le rendement pour la radioactivité de 86,5 %.

Des essais effectués à blanc nous ont montré que ni les réactifs, ni les récipients utilisés n'étaient pollués. Ce point est toujours important à vérifier dans un laboratoire où l'on manipule des radioéléments.

Enfin, pour tester la sélectivité de la méthode choisie nous avons effectué une série d'essais dans lesquels on ajoutait à la poudre de lait des quantités importantes d'autres radioéléments tels que ^{140}Ba — ^{140}La à l'équilibre, ^{137}Cs , ^{95}Zr , ^{144}Ce — ^{144}Pr à l'équilibre. Sauf en ce qui concerne ^{95}Zr , où la pollution a toujours été inférieure

à 5 %, la contamination du carbonate de strontium n'a pas excédé 1 % de l'activité étrangère ajoutée (1).

Tous les radioéléments étudiés sont présents dans les retombées radioactives mais le Zr est considéré comme un élément pratiquement inabsorbable par la muqueuse digestive. Il est par conséquent peu probable qu'il soit excrété dans le lait à un taux pouvant entraîner des erreurs importantes dans la mesure du Sr.

Le tableau I groupe les mesures qui ont pu être effectuées en double. Il est en effet délicat sinon illusoire de chercher à faire une estimation de la précision dans une méthode aussi complexe. Par contre, l'étude de la reproductibilité, si elle n'élimine pas l'erreur systématique permet d'apprécier au travers des fluctuations, une limite de la confiance que l'on peut avoir dans les résultats obtenus.

TABLEAU I

Echantillon	Désintégrations/mn en ^{90}Sr	Désintégrations/mn en ^{89}Sr
1	41,5	100
	35,4	77
2	23,1	339
	38,3	229
3	44,7	215
	50,2	271
4	91	1.200
	94	909
5	96	1.460
	136,5	1.230
6	170	2.960
	186	3.200
7	159	1.727
	169	1.835
8	106,7	827
	81	1.015
9	161,5	822
	167,7	895,2
10	143,5	1.190
	113,5	1.105
11	95	892,5
	109	987,5
12	127	957,5
	113,5	1.120

(1) De telles estimations sont délicates, il est toujours difficile de savoir si ces solutions ne sont pas polluées par du Sr radioactif.

La comparaison de ces valeurs correspondant à douze échantillons différents ne fait pas apparaître de fluctuations supérieures à 20% par rapport à la moyenne de deux valeurs obtenues. Ce résultat semble satisfaisant si l'on songe que les quantités pondérales correspondantes de strontium-90 sont comprises entre 0,1 et 0,6 picogramme et ceci dans 500 grammes de poudre ou environ 3,5 gr. de Ca.

Dans le but d'éliminer, si possible, une cause d'erreur systématique due à notre technique, nous avons effectué un certain nombre de mesures en double en utilisant une des techniques anglo-saxonnes déjà mentionnées. Les résultats sont consignés dans le tableau II. Malheureusement les échantillons dont nous disposions n'étaient pas suffisamment importants pour que deux mesures soient faites par chaque méthode. Ceci diminue sensiblement l'intérêt de cette comparaison. Ajoutons de plus que nous n'avons peut-être pas une expérience suffisante de la technique que nous avons utilisée comme contrôle, ce qui a pu entraîner des erreurs supplémentaires.

TABLEAU II

Echantillon	Notre technique		Technique anglosaxonne	
	Désintégrations/mn		Désintégrations/mn	
	⁹⁰ Sr	⁸⁹ Sr	⁹⁰ Sr	⁸⁹ Sr
1	127	325	79,2	863
2	86	4.120	78,25	4.375
3	125	1.120	128	1.125
4	205	1.440	215	1.725
5	186	2.500	114	745
6	93	1.760	90	1.070
7	60	1.343	94	1.208
8	143	1.655	90	1.145
9	152	1.400	126	1.925
10	131	1.595	123	1.680
11	87	1.090	64	910
12	116	1.460	86	607
13	92	1.840	131	1.084
14	79	2.170	145	1.100
15	121	1.387	121	1.265
16	117	1.150	122	737
			118	308
17	101	1.070	82	1.145
18	92	1.000	69	683

Néanmoins, les valeurs obtenues sont, dans l'ensemble, assez comparables.

Il semble, dans la plupart des cas, que ce soit la technique basée sur l'échange d'ions qui fournisse les résultats les plus forts.

Enfin, pour clore cette série de vérifications et confirmer tout à la fois la technique chimique et l'étalonnage de nos installations de mesure, nous avons effectué des mesures sur un échantillon de cendres de lait qui nous a été fourni par le « Health and Safety Laboratory » de la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis. Ces cendres de lait ont fait l'objet de nombreuses analyses dans plusieurs laboratoires américains. Le tableau III groupe les divers résultats obtenus.

TABLEAU III

Laboratoires	Nombre d'analyses	Valeurs extrêmes des/mn/g de cendre	Moyenne des/mn/gr. de cendres
1 a	5	1,17 — 1,76	1,40
1 b	8	1,22 — 1,60	1,44
2	2	1,20 — 1,26	1,20
3	2	1,45 — 1,58	1,52
C. E. A.	3	1,36 — 1,59	1,45

La valeur recommandée pour ce standard est $1,41 \pm 0,16$ des/mn/g. Les résultats que nous avons obtenus sont par conséquent en bon accord, ce qui achève de confirmer la valeur de la technique que nous avons étudiée et que nous utilisons pour des examens systématiques.

Conclusion

De cette étude, il ressort qu'il est possible de mesurer la contamination actuelle du lait par le strontium dans de bonnes conditions. La technique à mettre en œuvre est toujours longue et délicate et il convient d'effectuer plusieurs dosages avant d'avancer une valeur. La technique que nous avons mise au point corrobore les mesures effectuées par d'autres méthodes.

(Service d'Hygiène atomique et de Radio-pathologie. Commissariat à l'Energie Atomique.)

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. A. MARTELL. The Chicago Sunshine Method AECU 3262. Mai 1956.

- [2] R. J. BRYANT, A. C. CHAMBERLAIN, A. MORGAN, G. S. SPICER. Radiostrontium fallout in Biological Materials in Britain AERE/HP/R 1056. Septembre 1956.
- [3] G. M. MILTON, W. E. GRUMMITT. Ion Exchange Methods for the Quantitative Separation of the Alkaline Earths, and their application to the determination of ^{90}Sr in Milk Ash. *Canad. J. Chem.*, 1957, **35**, 541-551.
- [4] A. MISEREZ. Le strontium 90, son identification et son dosage spécialement dans le lait. *Mitt. Geb. Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*. I. 1957, **48**, 6, 468-476 ; II. 1958, **49**, 1, 36-60.
- [5] L. JEANMAIRE, H. JAMMET. Service d'Hygiène Atomique et de Radiopathologie. Analyses radiotoxicologiques urinaires (Pas encore publié).

RECHERCHES ÉLECTROPHORÉTIQUES SUR QUELQUES FROMAGES ITALIENS

par

SERGIO ANNIBALDI

Il n'y a aucun doute que l'électrophorèse a apporté une contribution fondamentale à l'étude de la structure protéique des fromages et des transformations qu'elle subit pendant la période de maturation ; un phénomène qui, comme on le sait bien, a lieu d'une façon prépondérante à la charge de la partie protéique qui est plus ou moins protéolysée.

Des études faites jusqu'à présent, par plusieurs auteurs [1] [2] [3] il est ressorti que les fromages ont une physionomie électrophorétique à eux, une physionomie qui, tout en répétant l'aspect de la *p*-caséine, s'éloigne plus ou moins de son schéma fondamental, en ce qui concerne soit le nombre des fractions électrophorétiques présentes, soit le rapport quantitatif où ces fractions se trouvent entre elles. Ces différents caractères dépendent des mêmes causes qui rendent différents les fromages mêmes à la suite d'autres propriétés (caractères organoleptiques), telles probablement la technique de travail et le degré de protéolyse qu'ils ont atteint.

Si l'on examine l'électrophorétochrome d'un fromage, après avoir gardé ce dernier dans l'eau, haché menu, pendant quelques heures, on peut remarquer comme il est différent de l'électrophorétochrome obtenu du fromage non traité à l'eau. Cela signifie qu'au moyen de l'extraction aqueuse on a privé le fromage des substances azotées solubles, qui sont naturellement restées délayées dans l'eau, ce qu'on peut aisément vérifier en observant l'aspect électrophorétique du liquide préparé à propos. L'examen du résidu insoluble en eau d'un fromage peut donc fournir une vision suffi-