

COMMUNICATION

**Effet des rayonnements ionisants
sur la flore microbienne de l'œuf cassé congelé**

par G. THIEULIN, L. BRUNELET, P. SARRAZIN et D. BASILLE

La langue française, qui autorise le terme « produits laitiers », ne possède pas d'expression univoque pour nommer les aliments dérivés de l'œuf tels que l'œuf complet, l'ovulbumine ou le jaune d'œuf, liquides, congelés ou déshydratés. Au cours de cet exposé, nous prendrons la liberté de désigner ces denrées par l'expression néologique d'ovoproduits.

Le décret du 15 juin 1939 portant règlement d'administration publique de la loi du 1^{er} août 1905 en ce qui concerne le commerce des œufs répute impropre à la consommation l'œuf cassé congelé contaminé par des germes microbiens *nombreux* ou *pathogènes pour l'homme*.

Dans une communication antérieure (1) ont été proposés une méthode originale de détection des contaminations microbiennes massives de l'œuf cassé congelé et un barème permettant de déterminer les conditions d'emploi de cette denrée en fonction de sa qualité bactériologique évaluée par ladite méthode. Dans une seconde communication (2) a été décrit un mode opératoire pour la recherche des contaminants pathogènes et singulièrement des Salmonellae.

Jusqu'à ce jour, les risques de contamination de l'œuf cassé congelé par des Salmonellae n'ont pas suscité de problèmes en France, au moins en ce qui concerne les produits métropolitains. Depuis 1953, nous avons recherché systématiquement

(1) G. THIEULIN et D. BASILLE, *Bull. Ac. Vét.*, XXX, 2 fév. 1957, 67-77.

(2) G. THIEULIN, D. BASILLE et R. ROSSET, *Bull. Ac. Vét.*, XXX, 6 juin 1957, 65-272.

les bactéries du genre *Salmonella* dans 10.000 échantillons d'œuf cassé congelé en provenance de toutes les régions de production du territoire national sans jamais en rencontrer une seule, exception faite pour *Salmonella pullorum*. Il n'en va pas de même à l'étranger.

En Allemagne, ALBERT rapporte que sur 40.000 échantillons d'ovoproduits prélevés sur le stock importé en 1956 en provenance de 13 pays différents, 5 % contenaient des *Salmonellae*. La proportion des échantillons infectés était de 5,32 % pour l'œuf cassé congelé pour l'ensemble du stock importé. Elle était de 16,09 % des ovoproduits américains ; 6,62 % des ovoproduits yougoslaves ; 5,37 % des ovoproduits hollandais ; 5,34 % des ovoproduits chinois, 0,07 % des ovoproduits polonais. Par contre, les ovoproduits importés de France, du Danemarck, de Norvège et du Japon ne contenaient pas de *Salmonellae*.

Dans un rapport présenté au symposium de Harewell en novembre 1958, BROOKS, HANNAN et Betty HOBBS révélèrent que, sur 20.000 échantillons d'œuf cassé congelé examinés à cette date par le Public Health Service de Grande Bretagne, 5 %, 10 %, 16 % et 29 % respectivement des échantillons d'œuf cassé congelé provenant d'Australie, de Chine, de Nouvelle Zélande, de Grande Bretagne contenaient des *Salmonellae* autres que *Salmonella pullorum*, espèce considérée comme peu redoutable pour l'homme. Cette constatation était d'autant plus alarmante qu'il était démontré que 0,21 % des échantillons d'œuf cassé congelé chinois et 0,58 % des échantillons d'ovalbumine en poudre de la même origine contenaient *Salmonella paratyphi B*, l'un des agents de la fièvre paratyphoïde de l'homme. Effectivement, des cas de fièvre paratyphoïde et d'intoxication alimentaire furent signalés en Europe en 1955 et 1956 et attribués à la consommation de pâtisseries élaborées avec de l'œuf cassé congelé d'origine chinoise.

A l'époque de l'apparition de ces accidents une cargaison d'œuf cassé congelé provenant de Chine avait été proposée à des importateurs français. Ceux-ci profitant de l'escale à Gênes, demandèrent aux Services Vétérinaires Sanitaires de la Seine de procéder à un examen bactériologique de la marchandise offerte. Quarante échantillons furent prélevés et analysés tandis que le bateau poursuivait sa route vers le Havre. L'analyse ne révéla pas de *Salmonella* dans un gramme d'œuf d'aucun des 40 échantillons examinés. Toutefois, la qualité bactériologique du produit, évaluée selon notre méthode de détection simultanée

des bactéries indologènes (I) et des germes sulfhydrogènes (S) fut trouvée inacceptable selon notre barème (valeur I + S supérieure à 10). Les acheteurs français pressentis, informés que la denrée serait considérée, en France, comme impropre à la consommation, se récuserent et le bateau fut dérouté sur un port étranger. Nous avons de fortes raisons de croire que c'est cette cargaison d'œuf chinois et des chargements tout semblables qui furent à l'origine des accidents signalés à cette époque. Cette dramatique expérience témoigne de façon éclatante en faveur de la validité de notre méthode de contrôle fondée sur des bases en grande partie empiriques ainsi que nous l'affirmions nous-mêmes en la présentant ici, puisque cette méthode nous a permis de refuser une denrée nocive dans laquelle les germes pathogènes n'avaient cependant pas été mis en évidence par les épreuves bactériologiques spécialement consacrées à leur recherche. La valeur de cette méthode a d'ailleurs été officiellement consacrée en France par la circulaire ministérielle du 15 mai 1957 qui la recommande aux laboratoires chargés de l'analyse bactériologique de lots d'œuf cassé congelé.

A la suite de ces faits, un règlement est paru en Allemagne Occidentale aux termes duquel les lots d'ovoproduits importés doivent être accompagnés d'un certificat attestant que ces denrées ont été soumises à un traitement assurant la destruction des entérobactéries, en particulier celle des *Salmonelleae*, et indiquant le mode de traitement.

Dans un rapport présenté au premier symposium de l'Association Internationale des Vétérinaires Hygiénistes de l'alimentation à Utrecht, en août 1956, A. CLARENBOURG souhaitait que fût rendue obligatoire la pasteurisation préalable des ovoproduits.

La pasteurisation de l'œuf liquide pose des problèmes liés à la viscosité du produit et à sa coagulabilité. Les données varient selon qu'il s'agit d'œuf complet, de jaune ou de blanc et les difficultés techniques peuvent être résolues en partie par l'addition d'anticoagulants. Le recours à cet expédient étant actuellement exclu en France, la température mise en œuvre pour la pasteurisation de l'œuf complet et du jaune ne saurait guère dépasser 63°C pour une durée d'exposition de trois minutes sous peine d'altérer la nature du produit et de le rendre impropre à certaines fabrications. Il a été vérifié (3) que ce traitement,

(3) D. BASILLE et M. HAUTEFORT, *Rapport sur les Opérations des Services Vétérinaires Sanitaires de la Ville de Paris et du Département de la Seine pendant l'année 1958*, pp. 66-71.

appliqué à de l'œuf complet moyennement contaminé et inoculé avec une culture de *Salmonella pullorum* permettait d'obtenir, après congélation de l'œuf traité, de l'œuf congelé de très bonne qualité hygiénique, exempt de *Salmonella pullorum* et propre à tous les besoins courants des industries alimentaires.

Un autre procédé de traitement de l'œuf cassé congelé, ou de pré-traitement de l'œuf liquide destiné à la congélation, est à l'étude aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, et sans doute dans plusieurs autres pays : il s'agit de l'exposition aux rayonnements ionisants. Ces études n'en sont qu'au stade expérimental et n'ont encore été le point de départ d'aucune application industrielle. En supposant résolus tous les problèmes techniques, y compris la garantie de qualité et d'innocuité du produit traité, le coût actuel de l'opération rendrait prohibitif le prix de revient de la denrée. Ces recherches, pour se situer sur le plan scientifique et désintéressé n'en ont pas moins suscité l'intérêt des technologistes et des industriels, ne serait-ce qu'en raison des réserves, dont beaucoup d'entre eux ne peuvent se défendre, sur l'efficacité d'une pasteurisation aussi sommaire que celle qui est applicable à l'œuf complet ou au jaune d'œuf, et de l'impossibilité à peu près totale de soumettre le blanc d'œuf liquide à une pasteurisation valable. Ces craintes ne sont pas dénuées de fondement puisque ALBERT a signalé la présence de *Salmonellae* dans des ovoproduits pasteurisés provenant des Etats-Unis et de Pologne.

Nous avons étudié, au cours de deux séries d'essais, l'effet des rayonnements ionisants sur la flore microbienne de l'œuf complet congelé et nous exposons ici le protocole et les résultats de ces recherches. Une première série d'expériences permit d'observer l'effet des rayonnements ionisants sur les flores microbiennes les plus fréquemment impliquées dans la contamination banale de l'œuf congelé et dans ses altérations avant ou après décongélation. Une seconde série d'essais visait à déterminer les doses de rayonnement nécessaires et suffisantes pour détruire les *Salmonellae*.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Dans la première série d'essais, une masse d'œuf liquide futensemencée avec plusieurs souches microbiennes récemment isolées de divers lots d'œuf congelé du commerce à savoir : deux souches de *Serratia marcescens*, six souches de *Pseudomonas*

producteurs de pigment vert fluorescent et trois souches d'*Escherichia coli*. L'œuf liquide inoculé, puis homogénéisé fut distribué par fractions de 50 grammes environ dans 24 boîtes métalliques cylindriques de 57 mm de diamètre et 37 millimètres de hauteur. Les boîtes furent totalement remplies, puis serties sans mise sous vide ni adjonction de gaz inertes et, sans délai, placées dans une enceinte à -20°C pour provoquer la congélation du contenu.

Dans la seconde série d'essais, cinq masses d'œuf complet liquide fraîchement récolté furentensemencées respectivement avec des souches de collection de *Salmonella anatum*, *S. pullo-rum*, *S. meleagridis*, *S. enteritidis* et *S. typhimurium*. L'œuf liquide inoculé, puis homogénéisé, fut soumis à la congélation en boîtes métalliques selon la méthode employée dans l'essai précédent.

IRRADIATION

Les boîtes d'œuf congelé furent placées, à tour de rôle, dans un irradiateur au cobalt 60 (4) pourvu d'un container faisant office de laboratoire, pouvant être placé à une hauteur variable par le jeu d'un piston coulissant évidé en sa partie centrale.

Autour du laboratoire sont disposées 10 aiguilles de cobalt 60 donnant une activité totale de 625 curies au départ. Les aiguilles sont groupées par deux suivant les génératrices du cylindre concentrique au laboratoire. Le flux de rayonnement gamma de 1,17 et 1,33 MeV du cobalt 60 est ainsi réparti d'une façon très homogène dans un cylindre de 17 centimètres de hauteur et d'un diamètre de 7,5 centimètres, ce cylindre actif correspondant exactement au centre de l'évidement du piston-laboratoire.

Le flux au centre du laboratoire est sensiblement égal à 37 roentgens/seconde, soit près de 150.000 roentgens/heure. Les échantillons à irradier étaient disposés dans le laboratoire et amenés en face des aiguilles de cobalt. Ils séjournèrent dans l'appareil pendant le temps nécessaire pour recevoir la dose d'irradiation choisie. L'opération se déroulait dans une enceinte à 12° environ. Les échantillons étaient radio-exposés à l'état congelé le maintien de la congélation étant assuré par une protection isotherme. Seuls certains échantillons de la première série d'essais qui furent soumis à des doses massives de rayon-

(4) De la S. A. Conservatome de Lyon.

nement et qui firent, par conséquent, un séjour prolongé dans l'appareil, subirent une décongélation totale au cours de l'irradiation. Ils furent recongelés dès leur sortie de l'appareil.

STOCKAGE AVANT CONTRÔLE

Dans la première série d'essais, trois groupes de chacun 8 échantillons furent exposés à des doses de 0 (témoin non irradié), 250, 500, 750, 1.000, 1.500, 2.000 et 5.000 kilorads. Les contrôles bactériologiques de la denrée irradiée furent effectués 48 heures après l'irradiation pour le premier groupe, après trois semaines pour le second groupe et au bout de 5 semaines pour le troisième groupe, les échantillons ayant été stockés à + 3°C. Les teneurs microbiennes des échantillons ayant reçu une dose donnée de rayonnement étaient sensiblement égales dans les trois groupes. Pour simplifier la transcription des résultats nous donnerons, pour chaque dose, la teneur microbienne moyenne des trois échantillons ayant reçu cette dose.

Dans la seconde série d'essais, pour chacune des 5 espèces de Salmonella furent constitués quatre groupes de chacun cinq échantillons qui reçurent respectivement les doses suivantes : 0 (témoin non irradié), 125, 250, 375 et 500 kilorads. Les contrôles bactériologiques des quatre groupes de chaque série furent effectués respectivement 2 jours, 6 jours, 10 jours et 14 jours après l'irradiation. Les échantillons furent stockés à -5°C. Ce délai de stockage n'eut aucune incidence sensible sur la teneur microbienne des échantillons, toutes choses égales d'ailleurs.

RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE SÉRIE D'ESSAIS

Les densités des flores microbiennes sont exprimées en nombre de germes par gramme d'œuf :

a) Flore totale.

Cette flore fut dénombrée par cultures en gélose-tryptone-glucose-extrait de viande incubées à 31°C pendant 72 heures.

Témoins non-irradiés (contamination initiale) :	plus de	40.000.000,
Echantillons irradiés à 250 Kr	29.000.000,	
Echantillons irradiés à 500 Kr	5.000.	

Pour les doses supérieures à 500 Kr le nombre de germes ne diminue pas très sensiblement.

b) *Serratia marcescens*.

Cette flore fut dénombrée par culture sur gélose de King incubée à 20°C pendant 72 heures.

Témoins non-irradiés (contamination initiale) ...	760.000
Echantillons irradiés à 250 Kr.....	30.000
Echantillons irradiés à 50 Kr et plus.....	moins de 10

c) *Pseudomonas*.

Technique de dénombrement identique à celle du cas précédent. Les cultures étaient examinées en lumière noire.

De nombreuses espèces de *Pseudomonas* sont fréquemment rencontrées dans l'œuf cassé congelé et parfois même dans les œufs en coquille où ces germes provoquent une altération connue sous les noms de *green rot* ou *fluorescent sour* dans les pays anglo-saxons et *œuf pailleux* en France. Cette altération se caractérise par une odeur extrêmement poignante de paille humide ou de germe de pomme de terre, et par la coloration verte fluorescente de l'albumine de l'œuf. Au cours d'une étude encore inachevée sur la flore des œufs pailleux, nous avons isolé de 30 œufs pailleux sur 35 examinés des *Pseudomonas* producteurs de pigments fluorescents ne se développant pas à 37°. Des œufs frais inoculés avec une goutte de culture pure de ces *Pseudomonas* prenaient, en quelques jours à la température du laboratoire, tous les caractères des œufs pailleux, (odeur caractéristique, coloration verte et fluorescence de l'albumine). Il en était de même des œufs frais qui avaient été badigeonnés avec la culture après abrasion très légère de la coquille sur 1/2 centimètres carré de sa surface. Toutefois, l'évolution du processus, dans ce cas, était un peu moins rapide. La souche microbienne déposée à la surface de la coquille était constamment récupérée dans le contenu de l'œuf. Par contre, en réalisant la même expérience sur des œufs à coquille intacte, nous n'avons pu provoquer l'infection du contenu et ces œufs ne prenaient pas les caractères d'œufs pailleux. 56,7 % des souches de *Pseudomonas* que nous avons rencontrées dans les œufs pailleux étaient identiques à *Pseudomonas mucidolens* isolé en 1932 des œufs atteints de *green rot* par LÉVINE et ANDERSON. Nous rencontrons très fréquemment des *Pseudomonas* dans l'œuf cassé congelé et nous estimons que ces bactéries sont responsables de la plupart des saisies pour « odeur anormale » ou « albumine fluorescente ».

Nous avons publié ailleurs (5) un essai de classification de 170 souches de *Pseudomonas* que nous avons isolées d'échantillons d'œuf cassé congelé.

Il était donc intéressant de déterminer le seuil de résistance de ces germes à l'action des rayonnements ionisants car s'il est capital pour un traitement d'assainissement des ovoproduits qu'il assure la destruction des germes pathogènes, il est tout aussi important et même beaucoup plus important du point de vue économique qu'il assure la destruction des *Pseudomonas* : à la rigueur de l'œuf cassé congelé contaminé par des *Salmonella* pourrait être utilisé sans grand danger en biscuiterie sèche, tandis que de l'œuf congelé altéré par des *Pseudomonas* est inutilisable en raison de son odeur qui résiste à la cuisson et domine celle de tous les arômes usuels, y compris la vanille.

Témoins non-irradiés (contamination initiale) ... 840.000
Echantillons irradiés à 250 Kr et plus moins de 10

Les *Pseudomonas* des œufs cassés congelés sont donc très sensibles à l'action des radiations ionisantes.

d) Flore coliforme.

Cette flore fut dénombrée par cultures sur deux milieux : le désoxycholate agar, 24 heures, 37°C et le bouillon lactosé bilié au vert-brillant 48 h. × 37°C ; ces deux méthodes donnèrent des résultats concordants :

Témoins non-irradiés (contamination initiale).. 56.000
Echantillons irradiés à 250 Kr et plus moins de 10

La flore coliforme est donc détruite par une dose de rayonnement de 250 Kr. Nous devons cependant signaler qu'au cours de la seconde série d'essais, nous avons constaté que, dans une série, *Klebsiella cloacae* et *Klebsiella aerogenes* avaient résisté à une dose de 250 Kr et avaient été détruits par une dose de 375 Kr.

e) *Escherichia coli*.

Le dénombrement fut exécuté par cultures dans les deux milieux mentionnés en d) mais les cultures furent incubées à 44°C.

(5) D. BASILLE, *Rapport sur les Opérations des Services Vétérinaires Sanitaires de la Ville de Paris et du Département de la Seine pendant l'année 1958*, pp. 61-66.

Témoins non-irradiés (contamination initiale) 6.000
 Echantillons traités à 250 Kr et plus moins de 1

f) Flore indologène et sulfhydrogène.

La recherche fut effectuée par notre méthode de dénombrement simultané des indogènes et des sulfhydrogènes en eau tryptonée tamponnée additionnée de cystine et de citrate ferrique.

Témoins non irradiés (contamination initiale)	$10^4 < I < 10^5$
	$10^3 < S < 10^4$
	$(I + S) = 7$
Echantillons irradiés à 250 Kr et plus	$I < 1$
	$S < 1$
	$(I + S) = 0$

g) Modifications organoleptiques.

Les échantillons irradiés étaient, après décongélation, moins visqueux que les témoins et ils étaient d'autant plus fluides que la dose reçue était plus forte.

Aucune odeur anormale n'était décelée. Les échantillons irradiés se distinguaient plutôt des témoins par leur totale absence d'odeur.

Dans les échantillons ayant reçu une dose de rayonnement inférieure ou égale à 500 Kr, aucune saveur étrangère n'était notée, mais plutôt une absence de saveur. L'œuf paraissait fade et insipide. A partir de 750 Kr on commençait à percevoir un goût métallique rappelant celui de l'eau oxygénée et cette saveur était nettement accusée dans les échantillons ayant reçu des doses égales ou supérieures à 1.000 kilorads.

La couleur des échantillons devenait de plus en plus rose à mesure que la dose reçue s'élevait. Toutefois, jusqu'à 750 kilorads, la coloration, quoique modifiée, restait comprise dans la gamme des variations observées naturellement entre des lots d'œuf congelé de diverses origines. Pour les doses supérieures, la teinte devenait anormalement rose, jusqu'au rose éosine pour les échantillons irradiés à 5.000 kilorads. La gradation était continue dans le passage de la couleur du témoin non irradié à celle de l'échantillon ayant reçu la plus forte dose.

RÉSULTATS DE LA SECONDE SÉRIE D'ESSAIS

Les densités microbiennes sont exprimées en nombre de germes par gramme d'œuf. Il s'agissait, dans cette expérience, de déterminer le seuil de destruction des *Salmonellae*. Le contrôle comportait, pour chaque dilution de chaque échantillon, deux cultures d'enrichissement, l'une en bouillon au tetrathionate, l'autre en bouillon au sélénite. Après 24 heures d'incubation à 37°C, une anse de chacune des cultures d'enrichissement était épuisée à la surface de deux plaques de gélose SS. Les colonies incolores étaient soumises à l'agglutination par deux sérums polyvalents, le sérum OM1 de l'Institut Pasteur et le polysérum Difco.

a) *Salmonella anatum* (S. a)

Témoins non-irradiés	$10^5 < S. a < 10^6$
Echantillons irradiés à 125 Kr ...	$10^2 < S. a < 10^3$
Echantillons irradiés à 250 Kr ...	$10^1 < S. a < 10^2$
Echantillons irradiés à 375 Kr ...	$S. a < 1$
Echantillons irradiés à 500 Kr ...	$S. a < 1$

b) *Salmonella pullorum* (S. p)

Témoins non-irradiés	$10^4 < S. p < 10^5$
Echantillons irradiés à 125 Kr	$10^1 < S. p < 10^2$
Echantillons irradiés à 250 Kr et plus	$S. p < 1$

c) *Salmonella meleagridis* (S. m)

Témoins non irradiés	$10^5 < S. m < 10^6$
Echantillons irradiés à 125 Kr	$10^4 < S. m < 10^5$
Echantillons irradiés à 250 Kr	$10^1 < S. m < 10^2$
Echantillons irradiés à 375 Kr et plus	$S. m < 1$

d) *Salmonella enteritidis* (S. e)

Témoins non-irradiés	$10^5 < S. e < 10^6$
Echantillons irradiés à 125 Kr	$10^3 < S. e < 10^4$
Echantillons irradiés à 250 Kr	$10^1 < S. e < 10^2$
Echantillons irradiés à 375 Kr et plus	$S. e < 1$

e) *Salmonella typhimurium* (S. tm)

Témoins non-irradiés	$10^5 < S. tm < 10^6$
Echantillons irradiés à 125 Kr	$10^1 < S. tm < 10^2$
Echantillons irradiés à 250 Kr et plus	$S. tm < 1$

L'emploi des rayonnements ionisants est-il un procédé d'avenir pour le pré-traitement de l'œuf liquide destiné à l'élaboration d'ovoproduits ou pour l'assainissement de ces denrées dans le cas où il s'avèrerait qu'elles sont fortement ou dangereusement contaminées ? Ce procédé est-il supérieur à la pasteurisation ?

Ecartons d'abord toute considération de prix de revient qui actuellement trancherait aussitôt le débat.

Une dose de rayonnement de 375 Kr améliorerait la qualité bactériologique de l'œuf congelé, même massivement ou dangereusement pollué, à tel point que, sous ce rapport, le produit assaini présenterait des garanties de salubrité supérieures à celle du meilleur œuf congelé naturel ou pasteurisé actuellement sur le marché. Pour obtenir le meilleur effet, l'irradiation ne devrait intervenir qu'en bout de chaîne, sur le produit conditionné prêt à être stocké, car alors aucune contamination ultérieure ne serait à redouter. De plus, la radio-exposition de l'œuf à l'état congelé provoquerait vraisemblablement moins de modifications organoleptiques que l'irradiation de l'œuf à l'état liquide.

Par contre, l'irradiation de l'œuf à l'état liquide permettrait d'envisager des opérations en chaîne continue et sa réalisation présenterait sans doute moins de difficultés techniques.

Il est probable que les propriétés physiques de l'œuf irradié à l'état congelé à la dose de 375 Kr seraient moins touchées qu'elles ne le seraient par une pasteurisation poussée tendant à obtenir un effet germicide égal. Si une réserve est à faire concernant la « montée » et la « tenue » du blanc d'œuf, elle vaut également pour les deux procédés.

Toutefois, l'exposition aux rayonnements ionisants ne supprimerait pas les altérations de l'œuf qui se seraient éventuellement développées au cours des manipulations. Ce traitement ne saurait donc dispenser des nécessaires précautions d'hygiène recommandées dans les casseries ; à plus forte raison ne saurait-il autoriser la récupération d'œufs corrompus en coquille ou avariés après cassage.

L'irradiation à la dose de 375 Kr est-elle susceptible de provoquer une détérioration des qualités substantielles de l'œuf considéré comme aliment ? En ce qui concerne les caractères organoleptiques, on ne peut répondre à cette question qu'en fonction des utilisations envisagées.

Les principaux débouchés de l'œuf congelé sont en France, la pâtisserie industrielle, la biscuiterie sèche et l'industrie des pâtes alimentaires. Dans ces domaines, il ne semble pas que les légères modifications de consistance, de saveur, d'odeur et de coloration produites par l'irradiation à 375 Kr puissent être décelées dans les préparations élaborées avec les œufs traités. Telle est, du moins, la conclusion de divers tests réalisés à l'étranger. Mais il serait sans doute prudent de réserver cette conclusion jusqu'à ce que les palais français se soient prononcés.

Si quelques craintes ont été exprimées au sujet d'une possible radioactivité induite dans le produit traité, ces craintes ne visaient que l'emploi de rayonnements de haute énergie. Des recherches complémentaires devront préciser ce point de même que des études sérieuses seront indispensables pour dire si les valeurs biologiques et nutritionnelles du produit irradié sont intégralement maintenues.

Ces recherches demanderont du temps : mais en attendant que les expériences d'irradiation de l'œuf congelé soient transposables sur le plan commercial les chercheurs disposeront vraisemblablement de tous les délais nécessaires.

DISCUSSION

M. GORET. — Je voudrais demander à M. BASILLE quel est le sort de l'endotoxine.

M. BASILLE. — Je l'ignore, je ne sais pas si des expériences ont été faites jusqu'à présent.

M. GORET. — Le plan de recherches proposé est excellent, il vise surtout à la qualité du produit, mais il serait intéressant de savoir si l'œuf, bien que sa flore soit détruite, ne donne pas encore lieu à des toxicités.

M. BASILLE. — Je prévois qu'il faudra encore très longtemps pour pouvoir se prononcer. C'est une expérience de destruction des bactéries dans un produit alimentaire que nous avons réalisée et non pas une épreuve d'innocuité.

M. GORET. — J'ai bien compris ; c'est peut-être l'endotoxine qui est dangereuse. Je pense que dans une recherche relativement simple, à mon avis, même en travaillant sur des cultures pures et non plus sur des produits pollués, on pourrait rechercher l'action de ces irradiations sur l'endotoxine.

M. BASILLE. — La quantité d'endotoxine pouvant être libérée dans le produit est fonction de l'abondance de la contamination initiale et, surtout, de la longueur du délai pendant lequel les salmonelles ont loisir de se multiplier. Si l'œuf a été maintenu au froid avant et après le cassage, si la congélation puis l'irradiation (ou vice versa) ont été respectées, il est peu probable que la masse d'endotoxine puisse atteindre, dans le poids d'œuf correspondant à la ration d'un consommateur, un niveau critique.

M. NEVOT. — Cette question des endotoxines signalée par le Professeur GORET est peut-être importante, mais leur rôle dans les intoxications alimentaires est assez malaisé à démontrer. En effet des auteurs américains COLBECK, en 1942, ont montré qu'on pouvait faire ingérer impunément à des volontaires jusqu'à 200 mg de l'endotoxine de *Salmonella typhi-murium* : agent le plus redoutable des infections intestinales consécutives à l'ingestion de denrées souillées.

D'autre part, pour qu'il y ait dans l'aliment une quantité importante d'endotoxine il est nécessaire qu'un nombre très élevé de germes ait pu être lysés dans cet aliment, qui, par conséquent, doit être particulièrement riche en bactéries.

M. BASILLE. — C'est pourquoi il est recommandable d'avoir des œufs aussi peu souillés que possible à l'origine ; ce procédé ne dispenserait pas des nécessaires précautions d'hygiène.

M. NEVOT. — Autre remarque. M. BASILLE nous a dit qu'en pasteurisant des œufs cassés, à 60° durant trois minutes, on arrivait à réduire considérablement la flore à *salmonella pullorum*. C'est un résultat qui me fait grand plaisir, car il confirme les études sur la thermorésistance des bactéries faites avec mes collaborateurs. La destruction des germes par la chaleur se fait à une température et en un temps variables avec le protocole employé ; les données classiques à ce sujet ont besoin d'être révisées.

Il est intéressant de noter que par un chauffage fort limité : (63°/3'), vous avez obtenu un résultat efficace dans un milieu aussi impropre à la stérilisation que l'œuf dont les albumines et les lipides sont capables de donner aux microbes un enrobement protecteur.

M. PANTALÉON. — Quelques données, malheureusement encore trop fragmentaires, ont pu être tirées de l'examen bactériologique de viandes hachées irradiées à 500 Kilorads, 1 mégarad et 2 mégarads.

C'est ainsi que par une dose d'irradiation de 500 Kilorads, nous avons pu constater la disparition des entérobactériacées alors que les micrococccaceae et les lactobactériaceae n'étaient pas encore inhibées.

M. le PRÉSIDENT. — Je ne peux que remercier M. THEULIN et M. BASILLE de l'exposé qui vient de nous être présenté. C'est la première communication que l'Académie Vétérinaire reçoit sur ce sujet, à l'heure actuelle tout à fait d'actualité, l'effet des radiations ionisantes dans la stérilisation alimentaire. Il est bien certain que ces recherches sont surtout des recherches de début concernant essentiellement la destruction

des germes de contamination habituels et connus des œufs congelés et que, comme l'a souligné M. GORET en ce qui concerne les toxines, et également M. NEVOT, il y a encore bien d'autres choses, en particulier, l'action sur la valeur alimentaire du produit, qui est fortement étudiée d'ailleurs dans tous les pays, l'action sur les protides même, action éventuelle sur les vitamines ; tout ceci fait actuellement l'objet de nombreux travaux dont on trouve les analyses dans les périodiques consacrés aux questions nucléaires.

Je vais me permettre de poser une nouvelle question à M. BASILLE est-ce que vous avez soumis, après l'action de l'irradiation, vos œufs battus liquides à la congélation et est-ce que vous les avez examinés au point de vue bactériologique après des temps variables de congélation ?

M. BASILLE. — C'est dans le texte, mais j'ai dû résumer si bien que je n'ai pas donné des précisions, mais nous avons analysé les divers échantillons d'une série après des temps variables, et dont certains étaient conservés à 3°, certains à — 5°.

M. le PRÉSIDENT. — En maintenant la congélation pendant combien de temps ?

M. BASILLE. — 48 heures, 6 jours, 14 jours, 21 jours. et 35 jours.

M. le PRÉSIDENT. — Il serait intéressant, dans l'ensemble des futures expériences, de suivre également ces œufs congelés après des temps plus longs. Je crois d'ailleurs que vos collaborateurs lyonnais ont, eux aussi, fait des constatations sur les viandes congelées ; en particulier la durée de stockage, de congélation, peut avoir un résultat sur la flore microbienne des échantillons traités. Je crois même qu'il y a eu une communication l'année dernière, à la Commission Internationale du Froid, à Moscou, de MM. VIDAL, qui dirige les travaux, BRUNELET et SARRAZIN, qui ont suivi cette action justement sur des viandes irradiées puis congelées, particulièrement en utilisant la Diamine. Je pense que là-dessus il y a des recherches de grand avenir à développer.