

Les progrès dans la radioconservation des aliments

DEUX REUNIONS RECENTES TENUES EN INDE

Six ans après le premier colloque international sur l'irradiation des denrées alimentaires qui avait été organisé à Karlsruhe (République fédérale d'Allemagne), s'est tenue en novembre dernier à Bombay la deuxième réunion traitant de cette question. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Agence internationale de l'énergie atomique avaient organisé cette réunion pour faire le point des progrès réalisés dans l'application de l'énergie atomique à la conservation des aliments, et aussi pour voir ce qu'il reste à faire dans ce domaine.

Au total, 106 représentants de 29 pays et de quatre organisations internationales ont assisté au colloque au cours duquel une allocution a été prononcée par **M. Shri C. Subramaniam**, Ministre de l'Union pour le développement industriel, la science et la technologie. Après le colloque, un groupe d'étude a réuni 44 spécialistes de 19 pays et de deux organisations internationales. Ce groupe d'étude a examiné les problèmes de la radioconservation des aliments, plus spécialement dans les pays en voie de développement, et deux tiers de ses membres étaient des experts travaillant dans les régions moins développées du monde.

Les mémoires présentés au cours des deux réunions, 61 au total, ainsi que les discussions ont donné une bonne idée de la situation en ce qui concerne la radioconservation des aliments et de ce qu'il reste à faire pour encourager les applications pratiques.

Il est bien admis qu'une méthode quelconque de traitement des aliments ne peut être appliquée avec succès que si l'on peut démontrer 1) qu'elle est avantageuse du point de vue technique, 2) qu'elle est rentable, c'est-à-dire que le prix de revient du procédé est inférieur aux bénéfices qu'on peut en escompter et 3) qu'elle est sans danger pour la santé, c'est-à-dire que les aliments ainsi traités sont propres à la consommation humaine.

FACTIBILITE TECHNIQUE

Pour ce qui est de la modification par les rayonnements des **processus physiologiques** qui ont lieu chez les plantes, il y a longtemps que l'on a démontré qu'il était possible d'empêcher la germination des **pommes de terre** et des **oignons** par exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants. Des renseignements détaillés sur la chimie de certaines de ces modifications ont été présentés au colloque. L'un des mémoires faisait état du succès de l'application d'une méthode analogue consistant à traiter les **ignames** par les rayons gamma pour empêcher leur germination. Dans certains pays en voie de développement, en particulier en Afrique, cette méthode est d'un intérêt considérable pour l'économie nationale étant donné que l'on n'est pas parvenu en pratique à traiter les ignames avec des produits chimiques.

Une autre application nouvelle, dont il a été fait état au colloque, est le **traitement combiné** (rayonnements + produit chimique) des pommes de terre et des oignons pour empêcher la germination et la décomposition.

Il s'est avéré que l'irradiation des **fèves de soja** pour empêcher la germination pouvait avoir un effet supplémentaire. L'irradiation pendant le processus de germination a eu pour résultat de diminuer la teneur des fèves en oligosaccharide, ce qui a donné un produit qui ne provoque pas le phénomène bien connu de flatulence (formation excessive de gaz dans les intestins de l'homme après la consommation de fèves); par ailleurs, on peut de cette manière produire des fèves de soja qui cuisent plus vite.

Sacs d'oignons irradiés et non irradiés: ces derniers ont germé Université du Michigan, USA





On a montré que les **effets microbicides** des rayonnements amélioraient considérablement la qualité des préparations à base d'**amidon de maïs**. Il en a été de même en ce qui concerne les **condiments mélangés** et la **poudre de paprika**: on a dû chauffer moins longtemps (à une température inférieure ou pendant un temps plus court) les produits à base de viande préparés avec des épices irradiées que ceux qui étaient contaminés par la teneur généralement élevée en bactéries des épices non traitées et les premiers produits se conservaient plus longtemps. Il a été indiqué que l'irradiation, combinée avec un traitement thermique, des **saucisses de Francfort** et d'un beurre de poisson japonais, dénommé «**kamaboko**», prolongeait considérablement la durée de stockage.

Plusieurs mémoires traitaient de la radioconservation du **poisson** et d'autres **produits de la mer** maintenus à des températures inférieures à + 3°C, ou bien cuits ou déshydratés. Tous ces nouveaux témoignages confirment les possibilités d'application technique de ce traitement qui aurait une importance extrême pour la conservation de la principale source de protéines dans bon nombre de pays en voie de développement. On a pu démontrer, ce qui confirme quelques rapports antérieurs (voir également dans le présent numéro l'article intitulé «**De la viande conservée pendant des années**»), qu'il est possible en pratique de stériliser par exposition à des doses élevées de rayonnements (**radappertisation**) la **viande**, les **produits à base de viande** et la **volaille** si on leur fait également subir un traitement thermique léger pour rendre inactives les enzymes protéolytiques des tissus qui résistent aux rayonnements. Des produits d'une durée de conservation pratiquement illimitée peuvent être conditionnés dans des sacs sans qu'il soit nécessaire de recourir à la réfrigération. Par ailleurs, on a également mis au point une méthode d'irradiation de faible intensité (la **radurisation**) pour maintenir plus longtemps (jusqu'à trois semaines à 3°C) la qualité de morceaux de viande réfrigérés au détail. En outre, on a montré que l'exposition à de faibles doses de rayonnements pour détruire les bactéries pathogènes (**radicidation**) pouvait présenter du point de vue de la santé publique des avantages considérables, comparables en importance à ceux de la pasteurisation du lait.

On a également parlé des **aspects fondamentaux** de l'action des rayonnements sur les cellules microbiennes et en particulier de certains traitements combinés utilisant les rayonnements et un autre agent, physique ou chimique (par exemple, application de pressions hydrauliques élevées pour favoriser la germination de spores bactériennes, suivie de l'irradiation des spores germinées qui deviennent ainsi sensibles aux rayonnements ionisants et sont détruites de manières plus rapide et complète).

La suppression des **dommages causés par les insectes** dans divers aliments continue de retenir l'attention de plusieurs spécialistes de l'irradiation des aliments. Il a été confirmé par les laboratoires de divers pays que la radiodésinfestation constitue un moyen éminemment pratique de détruire les insectes dans les **céréales**, la **farine**, les **arachides**, les **noix**, les **fruits déshydratés** et les **pommes de terre**; dans ce dernier cas, l'application présente l'intérêt d'empêcher à la fois l'infestation due aux insectes et la germination. On a montré que la radiodésinfestation des produits énumérés ci-dessus ne nuisait pas à leurs propriétés technologiques. Une importance toute particulière doit être accordée à la radiodésinfestation des **fruits frais** et des **légumes** du point de vue de la **quarantaine**, c'est-à-dire pour faciliter le commerce international des fruits sans risquer que le pays importateur soit infesté par des insectes dangereux se trouvant dans le fruit.

Afin de compléter le panorama des progrès accomplis dans les études de factibilité technique, de nouvelles méthodes de **dosimétrie** particulièrement adaptées aux installations d'irradiation des aliments ont également été présentées au colloque.

RENTABILITE

Il découle de ce qui précède que, technologiquement parlant, un grand nombre d'applications pratiques des rayonnements ionisants sont réalisables et avantageuses:

l'irradiation pourrait remplacer plusieurs méthodes traditionnelles de conservation des aliments et permettre de résoudre un certain nombre de problèmes particuliers pour lesquels les anciennes méthodes sont inefficaces.

Toutefois, comme pour tous les procédés nouveaux, il n'est pas possible d'envisager l'application pratique d'une méthode intéressante du point de vue technologique si ses promesses de rentabilité sont insuffisantes, au moins pour un avenir pas trop éloigné.

L'étude de la rentabilité de l'irradiation des aliments a donc retenu l'attention de plusieurs experts qui ont présenté aux deux réunions les résultats de leurs calculs.

Certains **ouvrages théoriques** indiquent les facteurs à considérer dans l'évaluation de la rentabilité ainsi que les méthodes de calcul. On a particulièrement appelé l'attention sur la caractérisation des produits à traiter, le caractère saisonnier de certains produits agricoles, la caractérisation des installations d'irradiation et des sources d'énergie ainsi que sur les besoins en matière de finances et d'investissements.

On a également présenté quelques calculs de rentabilité fondés sur une **expérience pratique** à une échelle limitée. On a démontré la possibilité d'appliquer commercialement la radiodésinfection des **papayes**, combinée avec un traitement à l'eau chaude, aux fins des mesures de quarantaine et pour prolonger la durée de conservation. On a également présenté des calculs de rentabilité relatifs à une usine pilote qui sera construite en 1973 et conçue pour traiter de l'**amidon de maïs** dans des sacs de 50 kg à des doses de 250 ± 25 krad et avec une capacité de production de 10 à 40 tonnes par jour. On a également présenté des études d'optimisation économique en vue de la construction dans un pays d'Afrique d'une usine de désinfection qui traiterait du **millet**, du **sorgho** et des **haricots nains**.

Il a finalement été reconnu qu'il faudrait faire l'évaluation économique de tous les projets d'irradiation des aliments avant d'entreprendre des expériences technologiques à grande échelle. Tous les pays en voie de développement qui se lancent dans de telles études ont été vivement incités à faire des analyses très complètes des rapports coûts/bénéfices de l'irradiation de chacun des produits alimentaires à traiter. On a noté avec satisfaction que de tels calculs ont déjà été faits dans plusieurs pays en voie de développement.

En théorie, tous les aspects d'un calcul de rentabilité valable ont été envisagés, du moins tous ceux auxquels on peut penser en fonction de l'expérience acquise jusqu'à présent.

Il est évident toutefois que la factibilité économique ne peut réellement être évaluée que sur la base d'essais pratiques à grande échelle. Dans ce domaine, comme pour tous les procédés industriels, l'**extrapolation** est une méthode très importante non seulement du point de vue technologique mais également du point de vue économique.

On voit bien qu'une évaluation réelle de la factibilité économique ne peut être effectuée que dans une installation d'irradiation à l'échelle industrielle. Ici encore, cela suppose que les services de santé publique ont officiellement accepté le produit irradié étant donné qu'aucune vaste expérience ne peut effectivement être réalisée sans l'assurance que le produit traité pourra être vendu dans le commerce sans restrictions. Il faut donc absolument que le produit en question ait au préalable reçu l'approbation des autorités de santé publique.

COMESTIBILITE

La comestibilité s'est donc trouvée au centre des travaux du colloque et du groupe d'étude.

Un certain nombre de mémoires inédits traitaient de la question et présentaient les résultats d'expériences effectuées dans divers laboratoires du monde sur la comestibilité de certains aliments, déterminée au moyen des essais habituels sur les animaux.

On a rendu compte d'**essais sur les effets toxiques aigus et chroniques**, faits avec du blé irradié, des **crevettes** irradiées et déshydratées, des **régimes complets** irradiés, du **boeuf** dont les **enzymes** avaient été rendues inactives, de l'**amidon de maïs**, des **fraises**, des **champignons** et du **poulet** ainsi qu'avec des substances types telles que des **solutions de sucre**. Tous

**TABLEAU GENERAL DES DENREES IRRADIEES AUTORISEES POUR
L'ALIMENTATION DE L'HOMME**

(par catégorie de produits)

novembre 1972

DENREE	PAYS	BUT DE L'IRRADIATION	SOURCE DE RAYONNEMENT	DOSE (krad)	DATE DE L'AUTORISATION
Fruits et légumes					
POMMES DE TERRE	URSS	inhibition de la germination	Cobalt 60	10	14. 3. 1958
	Canada	inhibition de la germination	Cobalt 60	10 max. 15 max.	9. 11. 1960 14. 6. 1963
	Etats-Unis (pommes de tene blanches)	inhibition de la germination	Cobalt 60	5 - 10	30. 6. 1964
			Césium 137	5 - 10	2. 10. 1964
			Cobalt 60 et Césium 137	5 - 15	1. 11. 1965
	Israël	inhibition de la germination	Cobalt 60	15 max.	5. 7. 1967
	Japon	inhibition de la germination	Cobalt 60	15 max.	30. 8. 1972
	OMS**	inhibition de la germination	Cobalt 60 ou Césium 137	15 max.	12. 4. 1969
	Espagne	inhibition de la germination	Cobalt 60	5 - 15	4. 11. 1969
	Hongrie*	inhibition de la germination	Cobalt 60	10	23. 12. 1969
	Danemark	inhibition de la germination	Cobalt 60	15 max.	10. 1. 1972
			Electrons de 10 MeV	15 max.	27. 1. 1970
	Pays-Bas	inhibition de la germination	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	15 max. 15 max.	23. 3. 1970 23. 3. 1970
OIGNONS	Canada	inhibition de la germination	Cobalt 60	15 max.	25. 3. 1965
	URSS*	inhibition de la germination	Cobalt 60	6	25. 2. 1967
	Israël	inhibition de la germination	Cobalt 60	10 max.	25. 7. 1968
	Pays-Bas*	inhibition de la germination	Cobalt 60	15 max.	5. 2. 1971
			Electrons de 4 MeV	15 max.	5. 2. 1971
	Thaïlande	inhibition de la germination	—	—	9. 1972
FRUITS SECS	URSS	désinfestation	Cobalt 60	100	15. 2. 1966
FRUITS ET LEGUMES FRAIS	URSS*	radurisation	Cobalt 60	200 - 400	11. 7. 1964
CHAMPIGNONS	Pays-Bas	inhibition de la croissance	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	250 max. 250 max.	23. 10. 1969 23. 10. 1969
ASPERGES	Pays-Bas*	radurisation	Cobalt 60	200 max.	7. 5. 1969
FRAISES	Pays-Bas*	radurisation	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	250 max. 250 max.	7. 5. 1969 7. 5. 1969
CACAO EN FEVES	Pays-Bas*	désinfestation	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	70 max. 70 max.	7. 5. 1969 7. 5. 1969

* Lots expérimentaux

** A titre temporaire

indiquaient que l'on n'avait pu faire la preuve de la toxicité des aliments irradiés.

On est parvenu à la même conclusion en ce qui concerne **Tetrahymena piriformis** ainsi qu'à la suite des nouveaux essais récemment recommandés pour déterminer les dominantes létales et les transformations subies par des bactéries inoculées à un animal, et des observations sur la formation des tissus pendant le développement de l'embryon.

Dans certains pays, on fait des essais sur la comestibilité de régimes complets irradiés. A des fins de comparaisons, on procède en général simultanément à des études sur la comestibilité d'aliments ayant subi un traitement thermique.

Il a en outre été indiqué que depuis au moins six ans on faisait à grande échelle des essais de régimes complets irradiés sur des animaux, du fait que **l'industrie des animaux de laboratoires** a commandé de la nourriture stérilisée irradiée (radiciée ou radappertisée) dont elle a besoin pour élever des animaux en les nourrissant d'aliments exempts de certains organismes pathogènes ou complètement exempts de microorganismes vivants quels qu'ils soient. Dans un pays, on vend annuellement 250 tonnes de cette nourriture radappertisée et dans un autre 100 tonnes par an. **On n'a observé aucun effet nuisible sur**

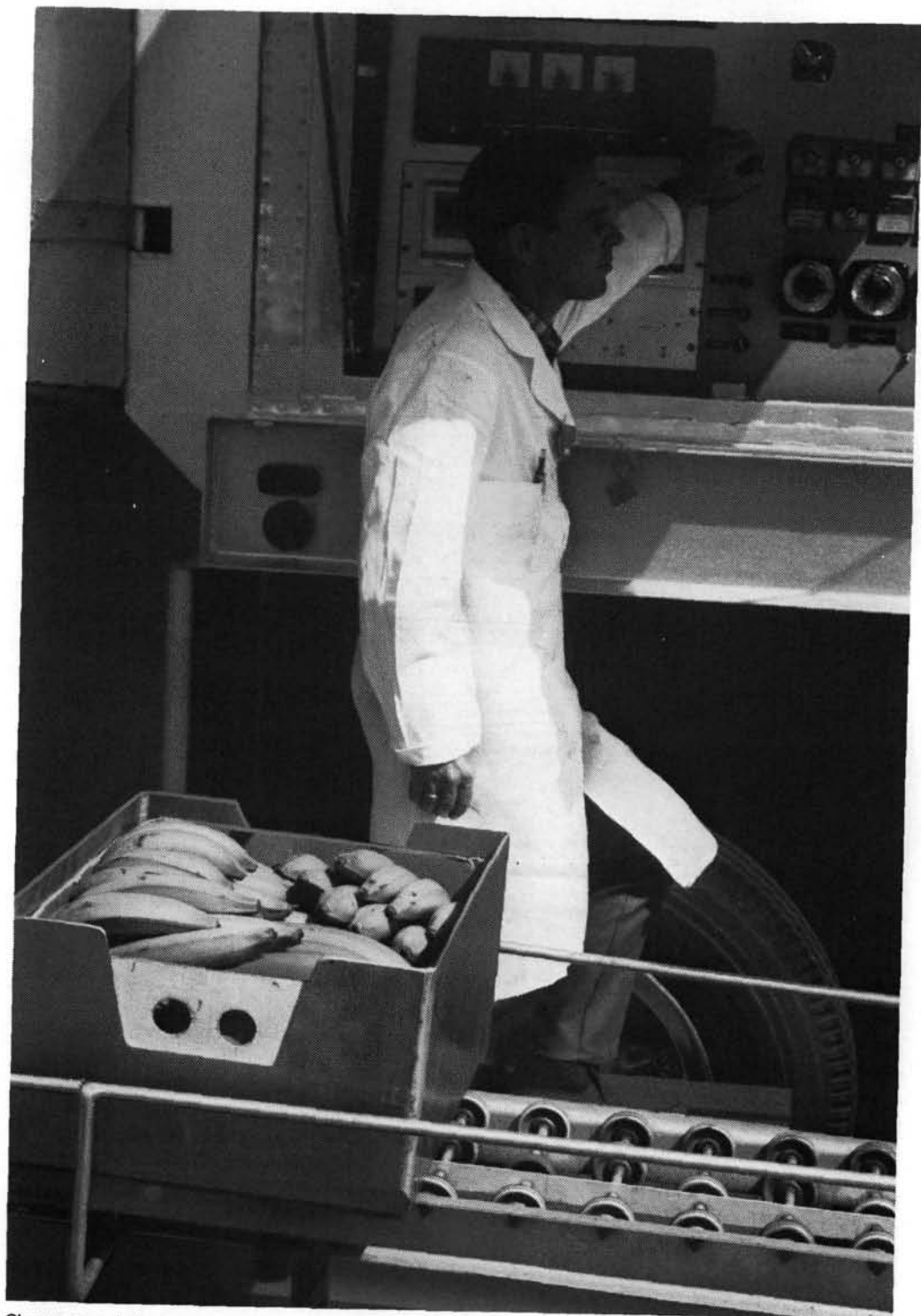
DENREE	PAYS	BUT DE L'IRRADIATION	SOURCE DE RAYONNEMENT	DOSE (krad)	DATE DE L'AUTORISATION
EPICES & CONDIMENTS	Pays-Bas*	radication	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	800 - 1000 800 - 1000	13. 9. 1971 13. 9. 1971
Céréales et produits à base de céréales					
CÉRÉALES	URSS	désinfestation	Cobalt 60	30	1959
BLE & FARINE DE BLE (au lieu de PRODUITS A BASE DE BLE, depuis le 4 mars 1966)	Etats-Unis	désinfestation	Cobalt 60 Césium 137 Electrons de 5 MeV	20 - 50 20 - 50 20 - 50	21. 8. 1963 2. 10. 1964 26. 2. 1966
BLE, FARINE, FARINE DE BLE NON BLUTÉE	Canada	désinfestation	Cobalt 60	75 max.	25. 2. 1969
BLE & PRODUITS A BASE DE MOUTURES	OMS**	désinfestation		75 max.	12. 4. 1969
Viande et poisson					
VIANDE DE BOEUF, DE PORC ET DE LAPIN SEMI-PRÉPARÉE (en sachets plastiques)	URSS*	radurisation	Cobalt 60	600 - 800	11. 7. 1964
VOLAILLES VIDEES (en sachets plastiques)	URSS	radurisation	Cobalt 60	600	4. 7. 1966
	Pays-Bas*	radurisation	Cobalt 60	300 max.	31. 12. 1971
VIANDES PRÉPARÉES (VIANDE FRITE, ENTRECÔTE) (en sachets plastiques)	URSS*	radurisation	Cobalt 60	800	1. 2. 1967
CREVETTES	Pays-Bas*	radurisation	Cobalt 60 Electrons de 4 MeV	50 - 100 50 - 100	13. 11. 1970 13. 11. 1970
Autres produits alimentaires					
CONCENTRÉS D'ALIMENTS SECS	URSS	désinfestation	Cobalt 60	70	8. 8. 1966
TOUS PRODUITS pour l'alimentation des malades dont le régime exige une nourriture stérilisée	Royaume-Uni	radappertisation			1. 12. 1969
PLATS PRÉPARÉS ET CONGELÉS	Pays-Bas***	radappertisation	Cobalt 60	2500 min.	27. 11. 1969
ALIMENTS FRAIS, EN BOÎTES, LIQUIDES	Pays-Bas***	radappertisation	Cobalt 60	2500 min.	8. 3. 1972

* Lots expérimentaux ** A titre temporaire *** Pour les malades hospitalisés dans des chambres en surpression

des dizaines de milliers d'animaux. En fait, ces animaux sont très recherchés par un nombre croissant de fournisseurs d'animaux de laboratoires.

Il est apparu qu'à l'avenir il faudrait faire un plus grand nombre d'études de comestibilité de régimes complets sur une base comparative, c'est-à-dire que l'irradiation devrait être comparée avec d'autres procédés technologiques maintenant acceptés, tels que l'exposition à la chaleur. De même, il s'est avéré qu'on avait de plus en plus tendance à remplacer les essais d'aliments pris isolément par l'analyse et l'intégration, en d'autres termes, il a été recommandé de déterminer les effets spécifiques et d'appliquer des régimes intégrés.

On a constaté avec satisfaction qu'en dépit de toutes les difficultés, le nombre d'aliments irradiés dont la vente est autorisée, avec ou sans restrictions, est passé au cours des six dernières années de 8 à 19 et que le nombre de pays acceptant un ou plusieurs aliments irradiés pour la consommation humaine est passé de 3 à 11 (voir liste des produits dont la vente est autorisée). Il est significatif que cette augmentation ait essentiellement eu lieu au cours des trois dernières années.



Chargement de bananes vertes sur un convoyeur automatique avant irradiation au cours d'une expérience sur la conservation des fruits au Laboratoire Davis de l'Université de Californie USAEC

CE QU'IL RESTE A FAIRE

Les conclusions générales des deux réunions peuvent être résumées comme suit.

La radioconservation d'un grand nombre d'aliments est une solution viable si l'on considère les avantages technologiques.

Pour évaluer si le procédé est rentable, il faudrait procéder à des expériences technologiques à grande échelle dans un plus grand nombre d'usines pilotes construites spécialement à cette fin.

On devrait évaluer très soigneusement les avantages économiques du procédé d'irradiation des aliments avant d'entreprendre des essais industriels à grande échelle. Ceux-ci devraient être fondés sur des réalités économiques tangibles mais sans perdre de vue les progrès que l'on peut attendre dans un proche avenir. Ces études devraient tenir dûment compte de tous les facteurs sanitaires, agricoles, technologiques, commerciaux et psychologiques susceptibles d'influencer la rentabilité dans un pays donné.

Les expériences à l'échelle industrielle ne peuvent avoir lieu que lorsque les services de la santé publique ont reconnu que l'aliment irradié selon un traitement dont on se propose d'évaluer la rentabilité est propre à la consommation humaine.

Il faudrait s'efforcer de faire approuver par les services de la santé publique le **procédé** d'irradiation des aliments plutôt que de faire approuver la vente d'aliments irradiés pris isolément.

Il faudrait que soient énoncés clairement les critères sur lesquels se fondent les services de la santé publique afin qu'il soit plus facile de satisfaire aux prescriptions qu'ils ont fixées pour les essais de comestibilité.

Etant donné les autorisations déjà données par ces autorités ainsi que la nécessité impérieuse de conserver les ressources alimentaires insuffisantes des pays en voie de développement, ceux-ci devraient faire la place plus large au traitement des aliments par les rayonnements ionisants. Les pays moins avancés devraient rapidement appliquer ce procédé sans tenir compte de la situation dans les pays développés où la nécessité de recourir à une nouvelle méthode de conservation des aliments s'impose moins et où l'existence d'autres méthodes bien établies freine actuellement le recours à un nouveau procédé.

A cet égard, on s'est plu à rappeler ce qu'avait dit **Glenn T. Seaborg** dans son allocution d'ouverture de la quatrième conférence de Genève sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques en septembre 1971, au sujet de la conservation des aliments. « Je pense (là encore) que les urgences ont été bouleversées parce qu'on n'a pas réussi à équilibrer les risques par rapport aux avantages. Lorsque 10 millions d'habitants du globe souffrent encore de la faim et d'un mal plus insidieux, la malnutrition, la possibilité d'augmenter grâce aux rayonnements la durée de conservation des aliments et de diminuer les pertes résultant de l'infestation et de la germination n'a pas obtenu tout le rôle qu'elle mérite. » On peut espérer que les activités dans ce domaine seront développées et intensifiées dans un proche avenir.

Il faut s'efforcer d'éduquer la population et plus spécialement ceux qui sont en mesure d'influencer l'opinion publique au sujet des avantages que présenterait l'irradiation des aliments sur le plan économique et du point de vue de la nutrition.

Les organisations sous les auspices desquelles les réunions s'étaient tenues, la FAO et l'AIEA, ont été invitées à encourager encore davantage la collaboration internationale sur les possibilités technologiques et économiques de l'irradiation des aliments dans les pays en voie de développement et à organiser une réunion d'experts, avec la participation de l'OMS, pour procéder à une analyse critique de l'évaluation de la comestibilité des aliments irradiés.