

Progrès récents dans la conservation des aliments par irradiation

par Karoly Vas

M. K. Vas est Chef de la Section de la conservation des denrées alimentaires, Division mixte FAO/AIEA de l'énergie atomique dans l'alimentation et l'agriculture.

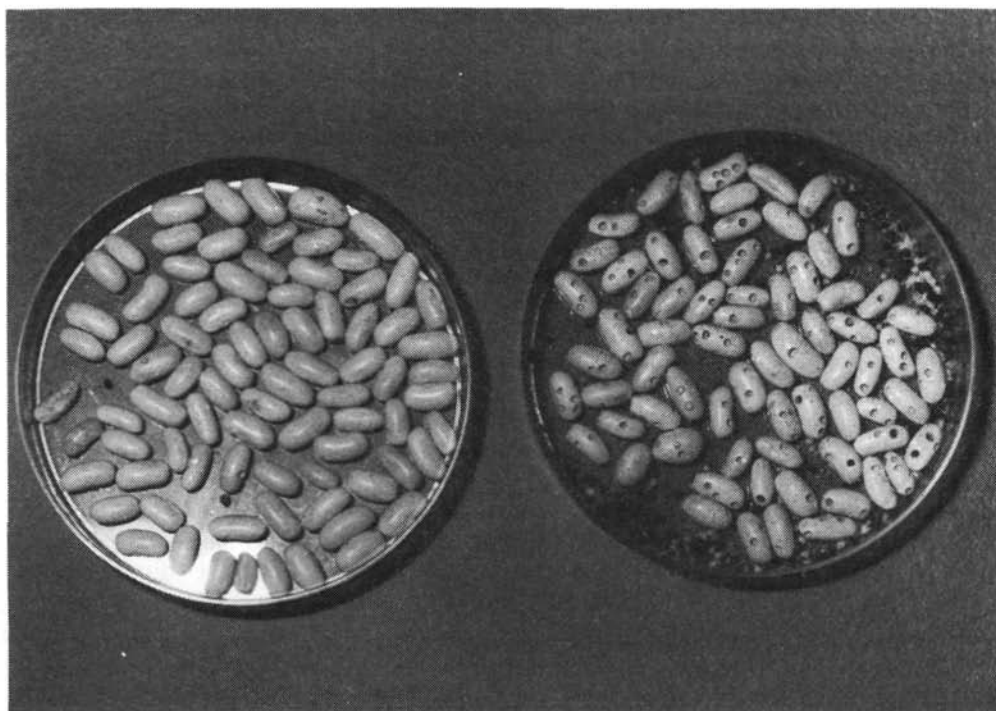
Le monde dans lequel nous vivons se trouve confronté à deux problèmes interdépendants qui se posent à l'échelle de la planète: le problème de l'énergie et celui de l'alimentation. On ne peut trouver de solution satisfaisante à l'un sans résoudre l'autre. En poussant le raisonnement jusqu'au bout, on peut dire que seul le recours à de l'énergie produite artificiellement permettra d'assurer une production alimentaire mondiale suffisante et, à moins que l'humanité ne dispose des denrées alimentaires nécessaires à sa survie, cette énergie sera superflue. Ces deux problèmes intéressent l'AIEA et il lui incombe d'œuvrer en vue de leur solution. Dans ces domaines, ses activités visent à utiliser l'atome pour produire de l'énergie et pour améliorer la situation alimentaire mondiale (dans le cadre d'activités exercées conjointement avec la FAO).

On peut s'efforcer de résoudre le problème de l'alimentation mondiale de deux manières: 1) en augmentant la production de denrées, c'est-à-dire en améliorant le rendement des cultures par l'application des connaissances agronomiques et de moyens matériels; 2) en conservant une plus grande partie de la production actuelle par l'application de la science et de la technologie alimentaires. S'il convient de s'y prendre des deux manières, il est logique de mettre l'accent sur la conservation non seulement parce qu'elle réduira le gaspillage de denrées existantes dont des millions de gens ont désespérément besoin mais aussi du fait qu'elle évitera le gaspillage de l'énergie consacrée à la culture des plantes alimentaires.

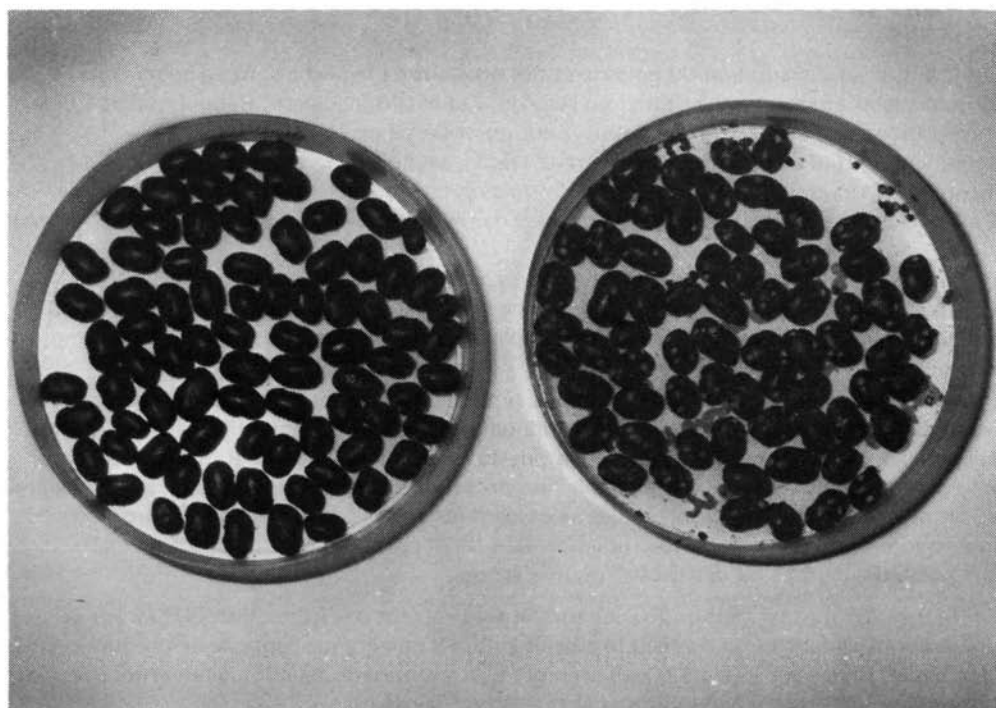
La conservation des aliments est donc une technologie d'une importance vitale et il faudrait poursuivre activement l'étude des méthodes traditionnelles aussi bien que des nouvelles techniques de conservation des aliments. L'irradiation, en général par des rayons gamma, émis par une source au cobalt-60, présente des avantages par rapport aux méthodes traditionnelles. Elle permet non seulement de retarder les processus qui déclenchent des altérations physiologiques (germination, blettissement), l'action des microbes (décomposition, formation de moisissures) et les dommages causés par des insectes, mais peut également détruire les vecteurs de maladies qui infesteront les aliments si ceux-ci ne subissent pas de traitement. Il est assez surprenant de constater qu'après 25 ans d'études intensives, la radioconservation des aliments n'a commencé que récemment à recevoir une application pratique dans un Etat Membre de l'AIEA. Les principaux obstacles sont d'ordre psychologique mais il reste encore à résoudre plusieurs autres problèmes. Quoiqu'il en soit, il est certain que de nombreuses questions ont déjà été réglées et que des progrès certains ont été accomplis. Ces résultats seront brièvement exposés ci-après. Toutefois, il convient de faire observer avant tout que l'irradiation, comme les méthodes classiques, a ses limites et ne peut être considérée comme une panacée.

FACTIBILITE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE

Comme toutes les nouvelles méthodes de traitement des aliments, l'irradiation doit elle-aussi subir un triple test avant de pouvoir être appliquée à l'échelle industrielle. Premièrement, il faut démontrer que le nouveau procédé est techniquement possible, par exemple, qu'il



L'infestation de haricots blancs (en haut) et de cowpeas (en bas) par la bruche *Zabrotes subfasciatus* peut être pratiquement éliminée par une irradiation à faible dose. Photo: AIEA/Holzinger.



permet d'obtenir des produits de qualité acceptable ou supérieure dans des conditions normales ou de conserver des produits plus longtemps, de préférence également dans des conditions plus défavorables. Deuxièmement, le nouveau procédé doit être rentable (le coût ne doit pas être supérieur aux avantages). Troisièmement, il faut prouver que le nouveau produit est comestible et propre à la consommation humaine.

Pour ce qui est des deux premières conditions, les résultats *récents* les plus intéressants des travaux faits à ce sujet sont les suivants:

Factibilité technique: Des travaux sur la radiostérilisation (radappertisation) de la **viande** (bœuf, porc, jambon, poulet) sont en cours aux Etats-Unis (Natick Development Center) et donnent des résultats positifs. Des tranches de viande d'excellente qualité, emballées dans des sacs en matière plastique spéciaux, peuvent maintenant être conservées au moyen d'un procédé d'irradiation combiné (4 à 7 Mrad; voir *Bulletin* Vol.15, No 1). Le produit demeure comestible pendant plusieurs années, même à la température ambiante. La viande radappertisée présente de grands avantages pour les supermarchés, les vacanciers, les campeurs, les traiteurs des compagnies aériennes, ainsi que pour l'intendance militaire. Les résultats définitifs de ces travaux d'un coût de plusieurs millions de dollars seront connus en détail au cours des prochaines années. On a prouvé que la radappertisation réduisait d'environ 80% la quantité de nitrite et de nitrate nécessaire pour conserver le jambon par salaison, ce qui diminue les risques de cancer dus à la teneur des jambons en nitrosamines produites par addition de nitrate à la viande pendant la salaison.

Il ressort des travaux faits en Bulgarie sur la radappertisation de **préparations de protéines** d'origine végétale et animale que l'irradiation (1,5 à 2 Mrad) permet d'obtenir un produit pratiquement stérile que l'on peut ajouter à la viande pour en augmenter le volume.

En République fédérale d'Allemagne des expériences récentes ont confirmé l'utilité du traitement par les rayonnements de préparations **d'enzymes**. Ce traitement élimine ou réduit considérablement la teneur en bactéries sans modifier sensiblement l'activité enzymatique.

Des travaux sur l'irradiation du **poisson** et des **produits de la pêche** sont en cours dans plusieurs laboratoires, en particulier en Asie du Sud-Est (Bangladesh, République de Corée, Inde, Indonésie, Pakistan, Philippines). Leur objet est de prolonger la durée de conservation utile du poisson frais ou traité (séché, séché-salé, cuit), principalement du maquereau. La durée de conservation du poisson frais congelé peut être augmentée de 2 à 5 fois par l'application de doses modérées de rayonnements ionisants (0,15 à 0,25 Mrad).

Il ressort d'expériences faites récemment en République fédérale d'Allemagne qu'il est possible de détruire les salmonellas dans les **poulets surgelés** (0,8 Mrad). On pourrait ainsi améliorer considérablement la qualité des produits du point de vue sanitaire.

Des expériences récentes sur les **épices** (en Egypte, en Hongrie, en Pologne) confirment des résultats antérieurs d'après lesquels ces produits, qui sont normalement gravement contaminés par des microorganismes, peuvent être conservés par irradiation (0,3 à 2 Mrad) sans perdre ni leur arôme ni leur couleur. Ce procédé améliorerait considérablement l'hygiène de plusieurs denrées étant donné qu'actuellement les épices constituent une source importante de contamination microbienne dans les denrées épicées, qui entraîne une altération prématurée ou des risques pour la santé.

Sur la base des travaux faits en France sur l'assainissement par irradiation (0,3 Mrad) de préparations de féculés, on a conçu une usine pilote d'une grande capacité de production. Des féculés irradiés (0,5 à 1,5 Mrad) présentant des propriétés technologiques modifiées ont fait l'objet d'études en Union soviétique et en Egypte.

Des informations en provenance du Brésil et d'Égypte montrent que les rayonnements (0,01 à 0,075 Mrad) permettent de désinfecter les **haricots**, denrée principale d'une importance considérable pour satisfaire aux besoins en protéines de la population. L'irradiation est également efficace pour protéger les **céréales**, les **lentilles** et le **café** contre les dommages causés par les insectes.

Au Mexique, des expériences en usine-pilote sur la désinfestation du **maïs** par irradiation montrent que le procédé est techniquement réalisable.

Des travaux effectués en Irak sur la désinfestation des **dattes** par irradiation (0.05 Mrad) ont donné des résultats encourageants.

En Hongrie, on a constaté qu'il était possible d'accroître la rapidité et le degré de la réhydratation de **légumes déshydratés** en appliquant aux légumes des doses comprises entre 1 et 3 Mrad. La durée du temps de cuisson s'en trouve réduite, ce qui diminue la consommation d'énergie dans les foyers et dans les usines de produits alimentaires cuits.

Pour ce qui est des applications des rayonnements dans la lutte contre les processus physiologiques se produisant dans les légumes frais, c'est l'inhibition de la **germination des pommes de terre** qui, jusqu'à présent, a donné les meilleurs résultats. Une coopérative agricole de l'île d'Hokkaido (Japon) exploite avec succès depuis 1973 un irradiateur industriel de pommes de terre (capacité de production: $0,2 \text{ Mrad m}^3\text{h}^{-1}$), qui a permis de traiter 15 000, 18 000 et 30 000 tonnes de pommes de terre au cours de trois saisons successives avec des doses d'environ 0,01 Mrad. Des essais de commercialisation (portant sur plusieurs dizaines de tonnes) de pommes de terre ont donné de bons résultats au Chili, en Hongrie, en Italie, en République fédérale d'Allemagne et en Uruguay. En traitant des **oignons** par des rayonnements (0,005 Mrad), on a réduit la germination interne et, de ce fait, accru leur aptitude à supporter un transport sur de grandes distances (par exemple, entre la Thaïlande et les Pays-Bas). Par ailleurs, les oignons irradiés ont un rendement plus élevé en flocons (Hongrie).

L'irradiation (0,075 Mrad) des **mangues** en Afrique du Sud a retardé la maturation, ce qui a permis de transporter ce fruit sur de plus longues distances, par exemple jusqu'aux marchés européens, et elle a en même temps permis de supprimer les mesures de quarantaine en détruisant le charançon de la mangue, même au centre du fruit jusqu'ou aucun insecticide ne peut pénétrer.

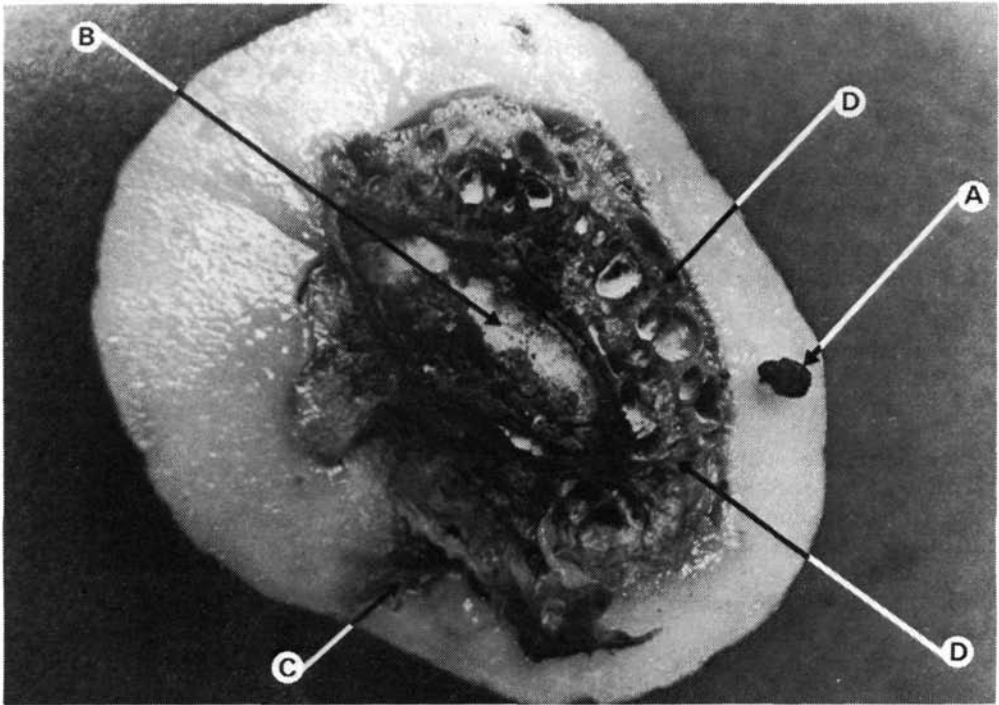
Des travaux faits par la Bulgarie en République démocratique allemande confirment que des **concentrés de jus de fruits** (pommes) peuvent très bien être conservés par irradiation (1,2 Mrad).

Il ressort d'expériences faites au Nigéria et à Porto Rico que l'irradiation (0,005–0,1 Mrad) permet d'éviter la germination des **ignames**.

Des études réalisées en Hongrie ont montré que le rendement des **raisins** en jus peut être considérablement augmenté par irradiation (0,2 à 0,4 Mrad) avant le pressage.

Selon des informations en provenance des Pays-Bas, il est habituel d'irradier les **emballages de carton pour le lait** en vue de les stériliser.

La radiostérilisation des **aliments destinés aux animaux** (principalement aux animaux de laboratoire) est couramment pratiquée dans plusieurs pays (Australie, Autriche, Canada, France, Israël, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni). Au total, il est annuellement vendu quelque 700 tonnes d'aliments irradiés (2,5 Mrad) pour des animaux de laboratoire, soit une quantité suffisante pour nourrir uniquement à base d'aliments irradiés 180 000 rats ou 900 000 souris par an. Cela constitue en fait une expérience de très grande envergure sur la comestibilité, qui a porté au cours des dernières années sur un total de plusieurs millions



Coupe d'une mangue: on voit les dommages causés par le charançon et par une infection secondaire dans le trou de sortie de l'insecte. A – charançon de la mangue; B – graine; C – trou de sortie de l'insecte; D – maladie fongique. Photo: Nuclear Active, South African Energy Board.

d'animaux de laboratoire dont la croissance se poursuit de manière très satisfaisante avec ce régime alimentaire. Dans certains pays (par exemple, en Israël) on prévoit d'irradier dans un proche avenir les aliments destinés aux poulets.

Pour ce qui est de la **factibilité économique** de l'irradiation des aliments, un document de travail destiné à un groupe consultatif réuni par l'AIEA en 1974 contenait une étude comparative des données publiées entre 1961 et 1972. Il ressortait de l'analyse des données sur les aspects économiques de l'irradiation des pommes de terre, des oignons, des champignons, des céréales, de la viande et du poisson que l'un des principaux facteurs de rentabilité tient à la capacité de production annuelle de l'installation. Pour chacun des produits, il existe un seuil au-delà duquel le procédé devient compétitif par rapport aux méthodes traditionnelles de conservation, même les moins onéreuses.

Plusieurs nouveaux calculs de rentabilité ont été dernièrement effectués dans divers pays. Des calculs sur le coût de l'irradiation de certains produits ont été récemment publiés au Canada. Il ressort de l'analyse de ces données du point de vue des coûts et des avantages que l'irradiation est rentable dans le cas de plusieurs produits. Le coût du traitement ne représente souvent qu'un très faible pourcentage de la valeur du produit. La valeur de l'aliment que le traitement permet de conserver peut être plusieurs fois supérieure au coût du procédé.

Une évaluation générale des aspects économiques de la conservation des aliments par irradiation au Brésil a montré que des bénéfices considérables pourraient être réalisés en



Coupes d'oignons conservés dans une salle réfrigérée. L'oignon irradié (à gauche) ne présente pas de traces de germination tandis que l'oignon non irradié a commencé à germer.

mettant sur le marché des produits dont on aurait empêché la germination (pommes de terre et oignons) et qui auraient été désinfectés (riz, haricots, maïs, farine de maïs, blé, farine de blé et café).

Des calculs récemment faits en Uruguay montrent qu'il serait rentable d'installer un irradiateur d'aliments qui traiterait annuellement 25 000 tonnes de pommes de terre, 5000 tonnes d'oignons et 500 tonnes d'ail.

Il ressort de calculs faits en Union soviétique sur les aspects économiques de l'inhibition par irradiation de la germination des pommes de terre, pour obtenir des pommes de terre déshydratées, que le traitement par irradiation serait beaucoup moins onéreux que le traitement chimique courant et qu'il serait amorti en un laps de temps correspondant à celui qui est habituel dans l'industrie alimentaire.

Il est bien connu que la factibilité technique et économique ne peut être étudiée que dans le cadre d'expériences-pilotes. Or, celles-ci ne peuvent être effectuées qu'avec des sources de rayonnement plus grandes que celles dont sont dotés les laboratoires. Les irradiateurs des usines pilotes doivent pouvoir traiter de quelques centaines à plusieurs milliers de kilogrammes d'aliments en peu de temps. La liste de ces installations a été établie et elle a été récemment publiée dans le *Bulletin* (Vol.17, No 6, 1975).

Des calculs récemment faits aux Pays-Bas, sur la base d'expériences concluantes portant sur plusieurs tonnes, ont démontré la factibilité économique de l'irradiation des oignons dans

une installation d'une capacité de production annuelle de 20 000 tonnes avec une dose de 0,004 Mrad. Des informations en provenance de l'Inde et de la Thaïlande contiennent aussi des données encourageantes.

Ainsi, il s'avère que des progrès ont été accomplis dans la détermination de la factibilité technique et économique de l'irradiation des aliments et que l'on continue d'en faire. Ce qui est maintenant urgent est d'instaurer une collaboration internationale intensive dans ce domaine. Malgré les divers efforts nationaux et régionaux (EURISOTOP, EURATOM, CEE), le problème de la factibilité technique et économique des denrées irradiées n'a pas encore été étudié sur une *base suffisamment large* et dans le détail voulu. Pour accélérer l'introduction de la radioconservation des aliments dans la pratique, il faut, estime-t-on, entreprendre l'exécution d'un programme international sur les aspects techniques et économiques de l'irradiation des aliments.

COMESTIBILITE ET INNOCUITE

La comestibilité et l'innocuité des denrées irradiées constitue l'un des plus importants aspects qui doivent faire l'objet d'études complémentaires et de résultats définitifs avant que le procédé ne puisse être appliqué à l'échelle internationale. De ce fait, on a entrepris au niveau tant national qu'international des études sur la comestibilité d'une portée encore jamais atteinte jusqu'à présent. La plus vaste étude sur la comestibilité est actuellement effectuée aux Etats-Unis; elle est organisée par le Natick Development Center. Le budget annuel des études sur la radappertisation de la viande de bœuf — qui est d'environ 2 millions de dollars — permet de se faire une idée de l'importance de ces travaux. Plus de la moitié de cette somme est affectée à des études sur la comestibilité. Récemment, le porc, le jambon et le poulet ont été inclus dans les viandes faisant l'objet de travaux et le budget annuel a été porté à plus de 5 millions de dollars. Les résultats obtenus au sujet du bœuf radappertisé n'ont montré aucun effet néfaste.

Bien que financièrement plus modestes (environ 0,3 million de dollars par an), les études faites dans le cadre du Projet international en matière d'irradiation de denrées alimentaires (IFIP, Karlsruhe) ne sont pas moins importantes. Ce projet autonome, entrepris par l'AIEA, la FAO et l'OCDE (AEN), est financé par 23 pays, avait originairement pour objet de réaliser des études confirmant des résultats obtenus sur le blé et ses dérivés et sur les pommes de terre. Ces études ont été demandées par le Comité d'experts FAO/AIEA/OMS sur la comestibilité des denrées alimentaires irradiées, réuni en 1969.

Les études de l'IFIP ont été élargies de manière à comporter des essais de comestibilité de poisson, d'épices, de riz et de mangues ainsi que des travaux sur la méthodologie des essais de comestibilité de denrées irradiées, y compris la mise au point de moyens plus rapides pour vérifier l'innocuité et l'élaboration de méthodes moins onéreuses accordant une fiabilité élevée à l'extrapolation à l'homme des résultats obtenus sur des animaux.

Le fait que toutes ces études soient effectuées sous contrat dans des laboratoires indépendants de divers pays devrait assurer que les résultats seront absolument objectifs.

Ces données seront soumises à un comité international d'experts qui sera réuni conjointement par la FAO, l'AIEA et l'OMS en septembre 1976 à Genève, afin de les évaluer et de formuler des recommandations. Une réunion préliminaire de consultants de l'OMS, organisée en 1974, a considéré que les données relatives à la toxicité étaient, en général, satisfaisantes. Il en a été de même en ce qui concerne les aspects microbiologiques lors d'une réunion de consultants organisée en 1974 à Vienne par la FAO et l'AIEA.

A la suite des résultats d'études intensives sur la comestibilité dans divers pays, la commercialisation de plusieurs denrées irradiées a été récemment autorisée. Actuellement,

25 produits sont en vente limitée ou illimitée dans un ou plus des 18 pays ayant une législation sur l'irradiation des aliments. L'autorisation de vente illimitée des oignons a été accordée en Union soviétique en 1973 et aux Pays-Bas en 1975. En 1973, on a donné au Canada l'accord de principe à la commercialisation, à titre d'essai, de poulets irradiés (0,7 Mrad) pour détruire les salmonellas et une autorisation similaire a été accordée pour les filets de morue et de haddock irradiés (0,15 Mrad). En 1976, les Pays-Bas ont accordé l'autorisation illimitée de vente de poulets irradiés.

PERSPECTIVES

Plusieurs autres denrées irradiées devraient faire l'objet d'une autorisation générale pour la consommation humaine dans un avenir proche. Cela devrait stimuler l'application du procédé dans l'industrie alimentaire. L'inquiétude croissante suscitée par l'augmentation des résidus chimiques dans l'environnement et en particulier dans les aliments (par exemple, des milliers de tonnes par an de pesticides et d'agents fumigènes dans des céréales vendues dans le monde entier) devrait encore accroître l'intérêt de cette nouvelle méthode.

Un élément supplémentaire pourrait être l'accroissement du coût des produits chimiques dû à l'augmentation du prix des produits pétrochimiques. En outre, du fait de la pénurie mondiale d'énergie l'irradiation prend automatiquement de l'importance, puisqu'il s'agit d'une méthode de conservation des aliments qui permet d'économiser de l'énergie.