

La conservation des aliments par irradiation

par J. van Kooij*

Tout être humain doit avoir en tout temps de quoi manger: c'est là un de ses droits essentiels. Or à l'heure actuelle un individu sur huit dans le monde souffre de sous-alimentation chronique. Et cette situation va probablement s'aggraver car on s'attend à ce que la population du globe double au cours des trente à quarante années à venir.

Gaspillages et détériorations diverses entraînent la perte de plus du quart des denrées alimentaires que nous récoltons. Aussi la conservation des aliments présente-t-elle autant d'importance que leur production. Il est plus raisonnable de conserver ce qu'on produit que de produire davantage pour combler les pertes. Mais il ne suffit pas de prévenir les pertes; il faut aussi faire face à la demande croissante, dans les pays développés ou non, d'aliments sains qui se conservent longtemps. On a donc de bonnes raisons d'avoir recours aux rayonnements pour conserver les aliments et les produits agricoles, et contribuer par là à alléger la pénurie alimentaire mondiale et à produire des denrées saines.

En présence de la crise énergétique mondiale, on a été amené à étudier le rendement des procédés traditionnels de conservation des denrées alimentaires par rapport à leur consommation en énergie. De plus, on commence aujourd'hui à reprocher à certaines techniques usuelles, telles que la salaison, la conservation par voie chimique et le fumage, d'être biologiquement peu sûres, peu économiques, et de risquer d'abaisser la qualité des produits ainsi traités qu'on met sur le marché.

Vingt-cinq années de travaux de développement dans le domaine de la conservation des denrées alimentaires par l'irradiation ont montré que cette technique est apte à diminuer les pertes de produits récoltés et à produire des aliments sains. Elle permet de conserver les aliments aussi longtemps que par les procédés traditionnels, et ce en consommant moins d'énergie. L'irradiation des denrées peut remplacer ou réduire considérablement l'emploi des additifs et des adjuvants du fumage qui présentent des risques pour les consommateurs ainsi que pour le personnel des industries alimentaires.

Bien que les possibilités techniques d'emploi des principaux procédés d'irradiation soient bien établies, l'acceptation de ces méthodes par les organes nationaux de réglementation et par le public ne va pas de soi. De plus, de nombreux pays sont trop pauvres pour pouvoir les adopter sans difficultés. L'insuffisance des aptitudes techniques et de l'infrastructure ne permet guère à de nombreux pays en développement de pratiquer efficacement l'irradiation des denrées alimentaires.

* M. van Kooij est chef de la Section de la conservation des denrées alimentaires à la Division mixte FAO/AIEA.

Le procédé consiste à exposer les denrées à des rayonnements ionisants de manière à leur faire absorber une quantité déterminée de ces derniers. Les sources de rayonnement utilisées à cet effet sont les suivantes:

- Rayons gamma émis par les nucléides ^{60}Co ou ^{137}Cs ;
- Rayons X produits par des appareils fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 5 MeV;
- Faisceaux d'électrons produits par des appareils fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 10 MeV.

La façon de mesurer la dose de rayonnement absorbée varie selon la source, et il existe plusieurs techniques dosimétriques [1].

Gamme des doses nécessaires pour un traitement efficace [2]

	kGy*
Inhibition de la germination des pommes de terre et des oignons	0,03–0,1
Stérilisation des insectes et parasites	0,03–0,2
Extermination des insectes et parasites	0,05–5
Réduction de 10^6 du nombre des bactéries, moisissures et champignons des végétaux	1–10
Réduction de 10^6 du nombre des bactéries, champignons et spores des végétaux séchés ou congelés	2–20
Réduction de 10^6 du nombre des virus	10–40
Stérilisation des aliments	20–45

* 1 kGy (Gray) = 100 000 rad (= 1 Joule/kg).

Comme l'irradiation ne chauffe pas la substance traitée, les aliments conservent leur fraîcheur (poisson, fruits, légumes) et leur état physique (aliments congelés ou séchés). Les agents nocifs (bactéries, insectes, etc.) sont éliminés des aliments emballés et, à condition que les matériaux d'emballage soient imperméables aux bactéries et aux insectes, aucune recontamination n'a lieu. L'irradiation des aliments emballés présente une importance particulière dans les régions où il est difficile de procéder à la manutention et au traitement des denrées dans de bonnes conditions d'hygiène, par exemple sous les tropiques.

L'irradiation a le pouvoir d'inhiber la germination des plantes – racines; d'empêcher la reproduction des insectes; de tuer les insectes et parasites; de rendre inactifs les bactéries, spores et moisissures (agents de décomposition des aliments); de retarder la maturation des fruits et d'améliorer les propriétés techniques des aliments. Elle peut réduire les pertes de produits récoltés et favoriser la conservation prolongée d'aliments sains. On a déjà recueilli beaucoup de renseignements sur la technologie et la microbiologie des denrées alimentaires irradiées et nous pouvons renvoyer le lecteur aux excellentes études [3, 4, 5 et 6].

Nous entendons ici attirer l'attention sur quelques points importants de l'irradiation des denrées alimentaires.

Amélioration de l'hygiène alimentaire: Les avantages hygiéniques de l'irradiation des denrées alimentaires peuvent égaler, voire dépasser ses avantages économiques. En effet, des doses allant jusqu'à environ 5 kGy exterminent les micro-organismes pathogènes asporulés (par exemple la salmonelle, le vibrio parahaemolyticus, le staphylocoque doré, etc.) qui sont les principaux agents des grandes affections d'origine alimentaire. L'irradiation peut aussi réduire la contamination microbienne (due par exemple aux spores résistant à la chaleur) des épices et assaisonnements composés. Ces spores qui résistent à la chaleur sont une source de difficultés pour la fabrication des conserves de viandes parce que leur présence dans des condiments insuffisamment décontaminés rend nécessaire un traitement thermique de la viande et le produit fini est alors moins acceptable du point de vue organoleptique.

Décontamination des aliments: On emploie couramment la fumigation à l'oxyde d'éthylène ou de propylène pour stériliser les condiments ou en réduire la contamination microbienne. L'efficacité de la fumigation dépend toutefois de la teneur en eau qui doit atteindre au moins 10% si l'on veut que le traitement réussisse. La fumigation ne supprime pas les moisissures. Elle met également en danger la santé du personnel de l'usine de produits alimentaires et peut exercer un effet toxique direct dû à la formation de chlorhydrines ($LD_{50} = 0,07$ g/kg du poids de l'animal d'expérience). L'irradiation est une opération relativement simple qu'on peut effectuer sans renouveler l'emballage. La fumigation par contre comporte plusieurs étapes: réhydratation du produit à la vapeur, de préférence pendant 24 heures; exposition au fumigant pendant environ 16 heures; élimination de la vapeur résiduelle de la fumigation au moyen de fréquents rinçages à l'air du produit (danger de recontamination); séchage; enfin nouvelle mouture pour les produits pulvérulents qui se sont agglomérés. Cette série d'opérations nécessaire à la fumigation coûte deux fois plus cher que l'irradiation.

Les traitements en quarantaine sont d'un usage fréquent pour les fruits et légumes destinés au commerce international ou intérieur. Lorsqu'une région est infestée par des ravageurs, les produits qui en proviennent doivent, tant que le fléau n'est pas maîtrisé, recevoir un traitement prescrit avant de pouvoir être expédiés à des régions non atteintes. Ces traitements doivent présenter une sûreté biologique, n'entraîner aucune baisse de la qualité du produit vendable et ne pas coûter cher. Les traitements en quarantaine actuellement autorisés pour les agrumes, les papayes et d'autres fruits et légumes consistent en fumigation au moyen de produits organiques au brome, dont la sûreté biologique est maintenant contestée.

On peut irradier pratiquement tous les fruits qui font l'objet d'un commerce international à des doses capables de maîtriser les principaux ravageurs tels que la mouche des fruits. Le traitement par irradiation ne prend que relativement peu de temps. Il n'y a pas de résidus de fumigation, ce qui permet de se passer de la ventilation qu'exige cette dernière, et l'on peut ainsi

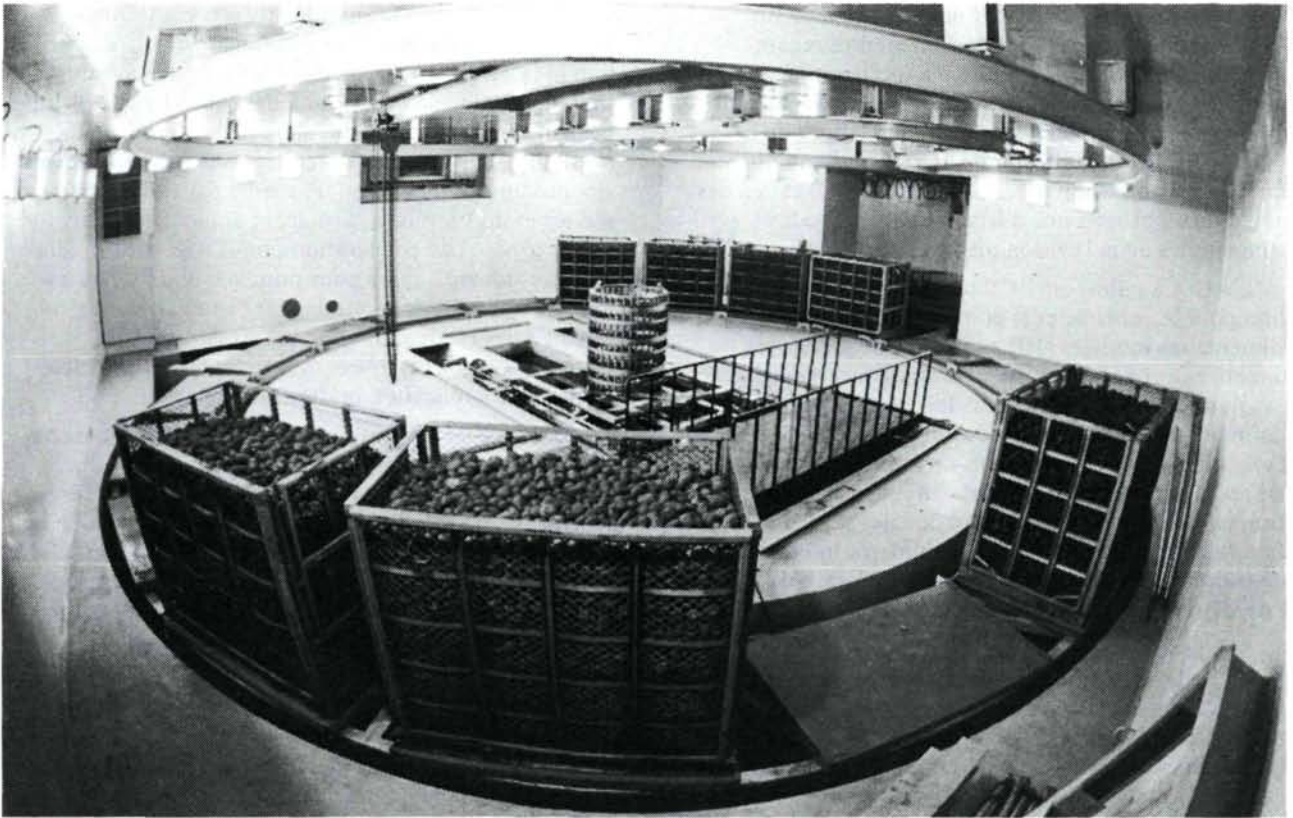
gagner jusqu'à une journée entière sur le temps qui s'écoule entre la cueillette et l'expédition. Le traitement des produits emballés réduit les risques de réinfestation, ce qui offre une garantie supplémentaire de la fiabilité du traitement en quarantaine. Si l'on tient compte aussi du fait que l'irradiation prolonge la durée de conservation en retardant la maturation, la période de vente peut augmenter de 2 à 5 jours.

L'irradiation peut aussi servir de traitement en quarantaine contre le *sternochetus mangiferae* qui s'attaque aux graines de mangue. Un vaste programme de recherches à ce sujet a été entrepris en Afrique du Sud. Le traitement consiste à immerger dans l'eau chaude pour arrêter la moisissure et à irradier au moyen d'une dose de 0,75 kGy pour la quarantaine ainsi que pour prolonger la durée de stockage.

Irradiation du poisson séché et fumé: Un procédé de conservation du poisson très répandu dans les pays tropicaux consiste à le faire sécher au soleil. Pendant le séchage, le poisson est infesté par diverses espèces de mouches, ce qui entraîne de grosses pertes au cours du stockage et de la mise en vente. On peut trouver des larves dans le poisson trois jours seulement après le séchage. Avant de connaître le problème des résidus chimiques on ne savait lutter contre l'infestation par les mouches qu'en appliquant directement des insecticides pendant le séchage ou le stockage. Outre l'infestation par les insectes, les principales causes de détérioration et de baisse de la qualité du poisson sont les moisissures, les bactéries, le rancissement et la décoloration.

Dans de nombreuses régions du monde les pertes en cours de stockage et de commercialisation des produits séchés non protégés peuvent atteindre de 50 à 70%. Le traitement aux rayons gamma a fait ses preuves pour la désinfestation du poisson séché et fumé. Pour tuer 99% des larves, il faut une dose d'environ 2 kGy, mais 0,2 kGy suffit à les rendre inactives et à empêcher les larves de toutes les variétés de mouches d'arriver à l'âge adulte. Dans certains cas, l'emploi combiné de préservatifs non toxiques (sorbate, par exemple) et de l'irradiation peut prolonger considérablement la durée de conservation de certains produits et en élargir ainsi la distribution. C'est le cas du poisson fumé dont on fait une grande consommation dans les pays du Sud-est asiatique et du Pacifique.

Produits alimentaires à conservation prolongée: Aux Etats-Unis, les laboratoires Natick ont mis au point des qualités supérieures de viandes, volailles et poissons en combinant l'emploi d'additifs traditionnels avec un traitement thermique à moyenne température et une irradiation à l'état congelé. Après irradiation au moyen de doses stérilisantes, ces denrées peuvent être stockées pendant des années sans réfrigération. Une application qui donne de grands espoirs est celle de la radiostérilisation du bacon qui permet d'obtenir un produit à conservation prolongée sans avoir recours au nitrite. Les sels de traitement tels que nitrite et nitrate, sans être eux-mêmes carcinogènes, peuvent, lorsqu'ils sont chauffés (frits) avec des protéines, entraîner la formation de nitrosamines, dont certaines sont notoirement carcinogènes. La combinaison de l'irradiation avec un traitement thermique léger peut à l'avenir rendre de grands services, notamment dans les pays en développement, et



Irradiateur de pommes de terre en tranches de l'Association coopérative agricole de Shihoro (Japon). Vue de la chambre où pommes de terre et oignons sont irradiés en vrac.

permettre de protéger les denrées contre la détérioration en cours de stockage d'une façon compatible avec l'infrastructure d'un grand nombre de ces pays.

Depuis une dizaine d'années, plusieurs mesures ont été prises par la Division mixte FAO/AIEA ou mises au point en coopération étroite avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et le Programme mixte FAO/OMS de normes alimentaires en vue de favoriser l'acceptation internationale des aliments irradiés. Le Comité mixte d'experts FAO/AIEA/OMS sur la comestibilité des denrées alimentaires irradiées (1969, 1976 et 1980) a évalué la sûreté de la consommation humaine de ces aliments. Le Comité d'experts de 1980 a conclu que l'irradiation de n'importe quelle denrée à une dose moyenne ne dépassant pas 10 kGy n'entraîne aucun risque toxicologique et qu'il n'est par conséquent plus nécessaire de procéder à l'examen toxicologique du produit [7]. Les applications importantes dans le domaine des faibles doses (par exemple inhibition de la germination, désinsectisation, retardement de la maturation des fruits) et dans celui des doses moyennes (par exemple réduction de la contamination microbienne et des micro-organismes pathogènes asporulés, amélioration des propriétés techniques des aliments) se situent toutes en deçà de cette limite recommandée.

La dose de 10 kGy n'est pas applicable à la stérilisation des aliments par irradiation (aliments à conservation prolongée). L'emploi de l'irradiation à haute dose pour la stérilisation des viandes, volailles et poissons suscite actuellement un intérêt croissant parce qu'il

nécessite moins d'énergie que la combinaison du traitement thermique avec la réfrigération par exemple. Il faudra toutefois, pour évaluer la sûreté de l'irradiation à haute dose (de 20 à 45 kGy), mieux connaître ses conséquences du point de vue de la nutrition, de la microbiologie et de la toxicologie. Les autorités nationales de la santé publique sont seules compétentes pour décider de l'admission des aliments irradiés ou des procédés d'irradiation des denrées. Leurs décisions s'inspirent ordinairement des recommandations ou évaluations faites par les organismes internationaux, notamment l'OMS. A l'heure actuelle, les instances compétentes de 22 pays ont autorisé inconditionnellement ou provisoirement 39 produits ou groupes de produits alimentaires. Aux Etats-Unis, le comité des aliments irradiés du Bureau of Foods a récemment [8] recommandé l'adoption de critères beaucoup moins rigoureux pour l'autorisation de la vente de ces aliments sur le marché intérieur et la Food and Drug Administration les a acceptés à toutes fins utiles.

Si l'on veut favoriser l'adoption dans le monde entier de l'irradiation des denrées alimentaires, il faut élaborer à l'échelon national des lois et des règlements de nature à donner à tous l'assurance que les denrées irradiées dans un pays et vendues dans un autre répondent aux normes généralement admises en matière de comestibilité, d'hygiène et de contrôle des traitements par irradiation. En vue de contribuer à l'harmonisation des lois nationales, la Commission du Codex Alimentarius a adopté une norme générale internationale recommandée pour les aliments irradiés [9]. Ce document sera distribué aux Etats Membres du Programme de normes alimentaires FAO/OMS aux fins

d'acceptation. La norme en question se fonde sur l'autorisation de huit produits alimentaires recommandée en 1976 par le Comité d'experts sur la comestibilité des denrées alimentaires irradiées, mais elle doit être révisée à la lumière des recommandations de la réunion de 1980 dudit Comité. Cette révision, qui sera faite en collaboration avec l'OMS et la FAO, est un des objectifs du programme d'irradiation des produits alimentaires de la Division mixte FAO/AIEA.

L'AIEA a publié en 1979 un modèle de réglementation pour le contrôle et le commerce des denrées alimentaires irradiées [10] contenant de précieuses directives qui doivent permettre aux gouvernements des pays du RCA* de mettre leurs lois nationales en harmonie avec la Norme Codex et le Code d'usages pour l'exploitation des installations de traitement des aliments par irradiation. L'insertion de la réglementation en question dans les lois nationales sur l'alimentation faciliterait grandement le commerce international et assurerait un contrôle uniforme et efficace de l'irradiation des denrées alimentaires.

Si l'on veut faire adopter l'irradiation à l'échelle industrielle, il ne suffit pas de démontrer la comestibilité des aliments irradiés et d'harmoniser les lois nationales qui régissent leur commerce international et les procédés de traitement. Il faut aussi démontrer par l'expérience que l'irradiation des denrées alimentaires est économique.

On a entrepris dans le cadre d'un programme de recherche coordonnée d'examiner comment un pays peut élargir les débouchés internationaux de ses cultures marchandes (par exemple cacao, dattes, fruits, épices) et améliorer son ravitaillement intérieur en réduisant les pertes de produits récoltés et en prévenant les avaries de toute nature aux aliments de base, au poisson séché et autres produits de la pêche et aux légumes par exemple. Ces études porteront plus spécialement sur les points suivants: acceptation des aliments irradiés par les organes nationaux de réglementation et par les consommateurs; établissement de bonnes pratiques de fabrication afin de fournir aux détaillants et aux consommateurs des produits de bonne qualité, car, si elle est mauvaise, on ne manquera pas d'incriminer l'irradiation; comprendre que l'application en grand de l'irradiation des denrées alimentaires exige une organisation commerciale de l'agriculture; faire participer les autorités nationales et l'industrie alimentaire à des projets de recherche et développement; aspects économiques du choix de l'emplacement et de la conception des installations d'irradiations destinées à l'exploitation saisonnière ou toute l'année, ou à des fins multiples.

Nombre de pays en développement ne disposent que d'un savoir-faire technique limité. Les savants et les techniciens de ces pays qui se consacrent à la recherche, au développement et à la gestion de l'irradiation des denrées alimentaires ont besoin d'une formation plus pratique qui les rendent mieux aptes à résoudre leurs propres problèmes. Un des principaux buts de l'IFFIT (Centre international des techniques d'irradiation des aliments) est d'offrir aux scientifiques des pays en

développement une formation aux aspects technologiques, économiques et commerciaux de l'irradiation [11]. L'IFFIT a également pour but la coordination internationale des travaux de recherche et développement sur l'irradiation des aliments et l'étude de la possibilité d'appliquer les techniques des rayonnements aux produits alimentaires. Plusieurs pays de l'Asie du sud-est et du Pacifique participent actuellement au Projet régional de coopération pour l'Asie sur l'irradiation des aliments, qui a pour principal objet d'harmoniser et de favoriser les études sur l'irradiation en procédant à des essais sur quatre produits: poisson, mangues, oignons et épices, qui se prêteront probablement à une application pratique dans l'avenir [12].

L'histoire de l'évolution des techniques de conservation des aliments montre bien qu'il a toujours fallu beaucoup de temps pour faire adopter des procédés nouveaux. Il faut aussi se rendre compte qu'aucune des techniques traditionnelles actuellement très répandues comme par exemple le chauffage, la congélation, le séchage, n'a eu à faire l'objet de recherches approfondies quant à la comestibilité des produits; il n'a pas fallu non plus, avant de les mettre sur le marché, passer des lois à leur sujet, les juger compatibles avec la santé publique, ni faire l'éducation des consommateurs.

Le monde continue à s'intéresser à la technique de l'irradiation des aliments, mais au cours des années qui viennent, les organisations internationales, les gouvernements et les industries alimentaires devront poursuivre leurs efforts en vue de la faire adopter à une échelle véritablement industrielle.

Références

- [1] *Manual of food irradiation dosimetry* Collection Rapports techniques n° 178/AIEA, Vienne (1977).
- [2] A. Brynjolfsson, *Food Irradiation in the United States*, Comptes rendus de la 26ème réunion européenne des spécialistes de la viande, 31 août—5 septembre 1980, Colorado Springs/Etats-Unis Vol.1 Publ. par American Meat Science Association (1980).
- [3] E. H. Kampelmacher, *The prospects of the elimination of pathogens by the process of food irradiation*, Comptes rendus d'un colloque international sur les procédés combinés d'irradiation des aliments, Colombo, Sri Lanka, 24—28 novembre 1980 (en cours d'impression).
- [4] H. T. Brodrick, A. C. Thomas, *Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa* En: Food Preservation by Irradiation, Vol. 1, pp. 167—178, AIEA, Vienne (1978).
- [5] W. M. Urbain, *Food irradiation Advances in Food Research*, Vol. 24, pp. 155—227 Academic Press, Etats-Unis (1978).
- [6] E. S. Josephson, *Nutritional aspects of food irradiation: an overview* J. of Food Processing and Preservation, 2 pp. 299—313 (1978).
- [7] *Wholesomeness of irradiated food*, Rapport d'un comité mixte d'experts (FAO, AIEA, OMS) Collection Rapports techniques de l'OMS n° 659 (1981).
- [8] US Federal Register, Vol. 46, No. 59, p. 18992—18994 (March 27, 1981). *Policy for irradiated foods; Advanced notice of proposed procedures for the regulation of irradiated foods for human consumption.*
- [9] *Norme générale internationale recommandée pour les aliments irradiés et code d'usages international recommandé pour l'exploitation des installations de traitement des aliments par irradiation* Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Commission du Codex Alimentarius CAC/RS 106—1979, CAC/RCP 19—1979.
- [10] *International acceptance of irradiated food: legal aspects* Collection juridique n° 11, AIEA, Vienne (1979).
- [11] Food irradiation newsletter, Vol. 2, n° 1 (1978) and Vol. 5, n° 1 (1981).
- [12] Food irradiation newsletter, Vol. 5, n° 1 (1981).

* Accord régional de coopération pour la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires.