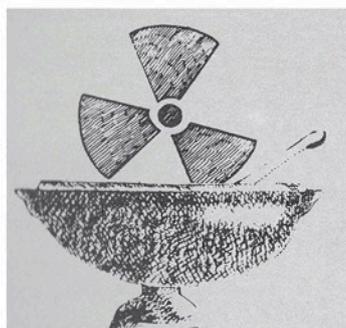


l'essentiel : l'encyclopédie d'utovie

L'irradiation des aliments

danger ou progrès ?



Encyclopédie d'Utovie n°46/47

**L'irradiation
des aliments
danger ou progrès ?**

Reprise en version numérique du volume 46/47
qui constituait une nouvelle édition du hors-série de la revue « Observez »

Bien entendu ce document nécessite une actualisation importante :
à vous de jouer !

Cette version numérique a été réalisée en juillet 2025
par et pour les Editions d'Utovie

ISBN 978-2-86819-146-5
Dépôt légal 07/2025

**Retrouvez l'ensemble de notre travail, depuis 1971 sur notre site
www.utovie.com**

© Utovie, 2025

Document numérique en accès libre.



TABLE

1. HISTORIQUE	p. 3
2. APPLICATIONS DE L'IRRADIATION	p. 4
3. MODE D'ACTION SUR LES ALIMENTS	p. 7
3.1. Effet sur les vitamines	p. 7
3.2. Effet sur les lipides	p. 9
3.3. Action sur les glucides	p. 9
3.4. Radicaux libres	p. 9
3.5. Radioactivité ?	p. 10
3.6. Fruits frais	p. 11
4. INSTALLATIONS	p. 12
4.1. Accélérateur de particules	p. 13
4.2. Installation gamma	p. 14
4.3. Fonctionnement d'un irradiateur gamma	p. 15
5. LÉGISLATION FRANÇAISE	p. 17
5.1. Décret du 8 mai 1970	p. 17
5.2. Demande d'autorisation de traitement	p. 17
5.3. Liste des produits autorisés en France	p. 21
6. INSTALLATIONS EN FRANCE	p. 26
6.1. Installations en fonctionnement	p. 26
6.2. Installations en projet	p. 28
7. PLANTES MÉDICINALES	p. 31
8. SITUATION DANS LE MONDE	p. 33

9. PARLEMENT EUROPÉEN	p. 35
9.1. Un cas précis : le camembert cru	p. 39
10. L'OMS ALIBI OU...	p. 41
GLOSSAIRE	p. 44
BIBLIOGRAPHIE	p. 46
TABLEAUX	
Produits de radiolyse	p. 6
Pertes en vitamines	p. 8
Liste des produits alimentaires autorisés à être irradiés en France au 30/05/94	p. 22
Liste des pays autorisant l'irradiation de certaines denrées destinées à la consommation humaine	p. 24-25
Principales sociétés et installations d'irradiation	p. 30

I. HISTORIQUE

Les premières recherches concernant l'irradiation débutèrent à la fin du siècle dernier : les rayons X furent découverts par Konrad Roentgen en 1895. L'Allemand Reider en 1898 démontra l'action létale des rayons X sur les micro-organismes. L'Américain Green, en 1904, mit en évidence les propriétés stérilisantes du Radium. En 1921, l'Américain Scharz obtint du gouvernement l'autorisation d'utiliser des rayons X pour la destruction des *Trichinella Spiralis* dans la viande. En 1930, un premier brevet mettant en oeuvre les rayons X fut déposé en France par Wust. La première radiostérilisation d'un aliment eut lieu en 1943 dans la pile atomique d'Oak Ridge. Dès 1950, l'AEC entreprit un programme de recherches sur cette technique. Mais il fallut attendre que l'US Army se fixe comme objectif l'irradiation de la viande en conserve pour ses troupes pour voir les premières applications industrielles. Ce qui fut un échec total et le gouvernement Américain dut au plus vite cesser l'utilisation de cette technique pour ses troupes armées. Le 23 septembre 1968 la FDA (Food and Drug Administration) retira l'autorisation de commercialisation du bacon irradié, qui avait été délivrée le 15 février 1963 pour des doses de 4,5 MRad. Revirement de situation en 1976 où un comité mixte d'experts OMS/FAO/AIEA reconnaît l'irradiation des aliments comme un procédé de conservation. Ceci fut confirmé en 1980 par le comité mixte d'experts réunissant la FAO, l'OMS et l'AIEA. Confortant ainsi les promoteurs de cette technique et leur permettant un développement industriel.

L'irradiation est un procédé physique de traitement qui consiste à exposer directement les aliments à l'action de certains rayonnements qui vont induire des modifications physiques et chimiques dans le produit traité, le but étant d'augmenter sa durée de conservation ou de l'assainir.

2. APPLICATIONS DE L'IRRADIATION

L'irradiation va avoir un effet sur les cellules de l'aliment lui-même, ou sur les micro-organismes responsables de leur dégradation ou contamination. Concernant les végétaux, l'irradiation va affecter les cellules en forte division (méristèmes), très radiosensibles, en stoppant leur multiplication. La germination va de ce fait être inhibée. L'irradiation va aussi ralentir le processus physiologique du mûrissement de certains fruits. Action sur les parasites, bactéries, levures, moisissures, virus et toxines bactériennes. Les parasites vont être détruits à des doses de 3 à 6 kGy. Les micro-organismes et leurs toxines vont réagir très différemment à l'irradiation, et ce, en fonction de facteurs internes (souche, nombre...) ou externes (environnement : température, humidité...). Les bactéries dans un milieu sec, congelées, seront les plus radio-résistantes. Certaines formes de bactéries sporulées sont particulièrement résistantes, ainsi que les levures et virus, leur destruction par irradiation va dépendre de nombreux éléments (âge, milieu ambiant...). Les toxines bactériennes résistent aux doses employées dans l'irradiation alimentaire. Les bactéries non sporulées sont pour la plupart détruites par des doses modérées (inférieures à 10 kGy) alors que les spores sont une forme de radio-résistance.

La France pionnière dans cette technique voit depuis la prise de position de l'OMS en novembre 1980, une augmentation du nombre d'autorisations d'irradiation des aliments. Ainsi en 1989 deux nouvelles installations industrielles d'irradiation de plus de 100 000 curies ont vu le jour, en 1990 l'installation de la Sa Normande de Stérilisation est devenue opérationnelle, avec cependant un ralentissement depuis la dernière ouverture d'un centre d'irradiation, Conservatoire, à Sablé-sur-Sarthe datant de 1992. Le CEA, directement concerné par le développement de ce procédé, consacre depuis plusieurs années d'importantes recherches d'application : 20

personnes travaillent précisément sur cette technique au CEA de Cadarache. Parmi les principaux axes de recherches, on peut relever celui concernant l'identification des aliments irradiés, et ce pour se mettre en conformité avec la législation. Il est important de préciser qu'en effet, il est difficile de pouvoir contrôler si un produit a été irradié et surtout de mesurer la dose reçue.

Trois techniques sont actuellement utilisées :

Résonance paramagnétique électronique (RPE) : méthode simple de contrôle, mais seulement possible sur des produits alimentaires solides et exempts d'eau, nécessite de plus des installations coûteuses (environ 800 000 F).

Thermoluminescence : technique ne donnant qu'une présomption, elle peut être automatisée et son coût reste très faible (environ 25 000 F), mais son application est également limitée à certains aliments.

Méthode des lipides : qui peut s'utiliser sur l'ensemble des produits, mais en priorité sur ceux riches en lipides.

D'autres expérimentations sont en cours d'étude, plus particulièrement sur les chaînes de l'ADN directement touchées par l'irradiation.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode réellement simple d'identification des aliments irradiés. Plaçant ainsi cette technique en porte à faux avec la législation de certains pays en ce qui concerne le contrôle des traitements subis par un aliment. Cela donne argument aux promoteurs de l'irradiation des aliments qui prétendent de fait que l'irradiation n'entraîne aucune modification importante sur les aliments traités. En réalité, ils oublient de mettre l'accent sur le stress et les modifications réelles que subit l'aliment. La cristallisation sensible semble un moyen pouvant être également utilisé, certaines sociétés d'irradiation ayant d'ailleurs commandé des études dans ce sens, dont les résultats sont assez significatifs.

L'irradiation produit des modifications chimiques importantes dans les denrées ainsi traitées. Cela n'est pas sans effet et peut compromettre leur acceptabilité par le consommateur, suite à des altérations des propriétés organoleptiques, affecter leur composition en éléments nutritifs, voire également, conduire à la formation d'éléments chimiques nouveaux issus des produits de radiolyse. La perte

en éléments nutritifs doit conduire à une analyse sérieuse de ce procédé, ce qui n'est malheureusement pas le cas actuellement. En effet, en supposant que dans un avenir proche une part importante de la ration alimentaire soit composée d'aliments irradiés, la perte en éléments nutritifs pourrait avoir des effets cumulatifs et devenir inquiétante dans le cas de régimes alimentaires complets utilisant des aliments irradiés. Ceci est d'autant plus vrai pour des populations utilisant une proportion élevée de plusieurs éléments nutritifs à partir d'une source alimentaire unique, telles les céréales dans certains pays.

PRODUITS DE RADIOLYSE	Concentration en $\mu\text{g/g/kGy}$ sous oxygène, 12/13 % eau
ACETALDEHYDE	4
FORMALDEHYDE	2
ACETONE	0,2
ACIDE FORMIQUE	10
PEROXYDE D'HYDROGENE	6,6 de 1 à 4 kGy
ACIDE GLUCONIQUE	1,4

3. MODE D'ACTION SUR LES ALIMENTS

L'aliment est composé de molécules (eau, glucides, lipides...) qui sont elles-mêmes un assemblage d'atomes (carbone, hydrogène, oxygène...). Chaque atome est formé d'un noyau, avec des particules électriquement positives : les protons, et neutres : les neutrons. Autour du noyau gravitent à très grande vitesse des électrons chargés négativement. Le nombre de protons et d'électrons étant identique, tout atome est électriquement neutre. Les rayonnements vont agir sur la structure des atomes du produit traité en provoquant une ionisation. On va exposer les produits à traiter à un rayonnement. Les particules constituant ces rayons vont modifier la structure des atomes qui se trouvent sur leur trajectoire. Ces particules possèdent une énergie suffisante pour "arracher" un électron de la couche périphérique des atomes. Cet électron éjecté aura la même action sur un autre atome, ainsi de suite jusqu'à ce que son énergie soit trop faible ; la réaction est ainsi stoppée. Cette ionisation est très brève et incomplète, elle affecte les atomes les plus réceptifs et sensibles à l'irradiation. Après le traitement, on trouve dans l'aliment des ions moléculaires, des électrons, qui vont interagir pour reformer les molécules initiales ou en élaborer de nouvelles. Ces éléments qui n'existaient pas à l'origine sont des produits de radiolyse (voir tableau p.6).

3.1. Effet sur les vitamines

Le traitement par irradiation entraîne une perte substantielle, voire importante, de certaines vitamines. La riboflavine, la niacine, et la vitamine D sont relativement peu sensibles à l'irradiation. Il n'en est pas de même avec les vitamines A, B1, E et K qui sont elles au contraire très facilement détruites lors du traitement ionisant. De plus, comme de nombreux aliments irradiés peuvent être cuits avant utilisation, il faut tenir compte de la perte cumulée de vitamines résultant à la fois du traitement et de la cuisson. Que dire des fruits

frais achetés comme tels, et qui en lieu et place de cette fraîcheur apparente ont subi un traitement ionisant, entraînant de fait une altération de leurs propriétés nutritives principalement due à la perte en vitamines ? Sans oublier que les vitamines oxydables sont altérées par la présence de radicaux libres et peroxydes.

La radiosensibilité des vitamines varie en fonction de leur nature et de la composition de l'aliment dont elles font partie. Les vitamines A, E, B1, B6, PP et K sont les plus vite détruites, la vitamine B1 étant la vitamine hydrosoluble la plus sensible à l'irradiation, notamment dans le cas des viandes. Les résultats des tests sont divers en ce qui concerne la vitamine C, la perte varie en fonction de la denrée qui la contient. De même des phénomènes de protection d'une vitamine sur une autre peuvent entrer en jeu. Ces vitamines seront d'autant plus détruites que le milieu où elles se trouvent sera riche en eau. Ce qui est le cas de tous les fruits et légumes qui sont la principale source de vitamines dans notre régime alimentaire. Si l'on diminue notre apport journalier en vitamines, notamment par l'apport dans notre ration alimentaire d'aliments irradiés, ceci pourra entraîner des perturbations au sein de notre organisme. Malgré l'importance de l'incidence qu'aurait l'introduction de denrées irradiées dans notre régime alimentaire, selon les propos d'un chercheur du CEA, « l'irradiation gamma des vitamines a suscité un nombre d'études plus restreint comparativement aux autres constituants alimentaires ». Si les promoteurs de cette technique indiquent que l'irradiation n'affecte pas plus les aliments que ne le fait la cuisson, lorsqu'on consomme des fruits et légumes, c'est le plus souvent crus, pour profiter de toutes leurs qualités, liées à leur spécificité d'aliments non transformés.

PERTES EN VITAMINES doses de 0,1 à 3 kGy

VIANDES, LAIT	TOCOPHEROL (E)	60 %
VIANDES, LAIT	VITAMINE B12	40 %
GRAISSES	TOCOPHEROL (E)	100 %
POISSONS et dérivés	THIAMINE (B1)	15 %
CAROTTES	VITAMINE C	26 à 54 %
AGRUMES	VITAMINE C	15 %

3.2. Effet sur les lipides

Les lipides sont plus sensibles en raison de leur pouvoir d'auto-oxydation. L'irradiation de produits riches en lipides (poissons, viandes...) va provoquer l'apparition d'odeurs et de goûts indésirables. Des réactions d'oxydation au niveau des acides gras sont responsables des odeurs anormales dans les poissons gras irradiés. Le goût du lait entier est trop dénaturé par ce traitement pour être accepté par le consommateur. Dans le cas de viandes, de volailles, de porcs, de filets de poissons, etc., les industriels vont corriger les anomalies de goût par l'adjonction de substances aromatiques. Cela dépendant des goûts "en vigueur" dans chaque pays, ce qui n'est pas possible en France pour le lait peut l'être dans d'autres pays (pour exemple le "beurre rance" en Turquie, qui par l'opération de l'irradiation devient au goût du consommateur turc).

3.3. Action sur les glucides

Prenons l'exemple de l'amidon qui est particulièrement sensible à l'irradiation. Le bilan d'une irradiation d'un kilogramme d'amidon de maïs à 10 kGy est le suivant :

- degré de polymérisation divisé par 2
- formation de 2,5 g de produits solubles dont 0,3 à 0,4 g sont de véritables produits de radiolyse.

3.4. Radicaux libres

L'interaction des rayonnements avec les constituants des aliments va provoquer des ruptures de liaison entre les molécules, une désorganisation des édifices atomiques. Des combinaisons vont avoir lieu entre les ions moléculaires qui sont des entités chimiques très instables et réactives. Des produits nouveaux apparaissent : les produits de radiolyse, dont les radicaux libres. L'importance des radicaux libres dépend de la dose d'irradiation, du milieu, de la température, de la présence d'oxygène, de la teneur en eau de l'aliment. Les molécules d'eau ionisées libèrent des radicaux très réactifs qui réagissent entre eux et avec d'autres atomes par addition, abstraction, soustraction, oxydoréduction. Combinés à l'oxygène dissous ils for-

meront par exemple du peroxyde d'hydrogène, dont la toxicité a été démontrée. Plus le milieu est visqueux, rigide, plus la migration des espèces transitoires est difficile, les radicaux libres auront des durées de vie longues, comme dans le cas de l'amidon de maïs. Pour les chercheurs du CEA, ces produits de radiolyse sont équivalents aux substances nouvelles consécutives à un traitement thermique ou chimique. Même si monsieur de Sainte Lebe déclare dans un de ses rapports : *« afin de mieux comprendre les mécanismes de la radiolyse et prévoir l'apparition de produits non encore identifiés les laboratoires ont entrepris des études »*. Effectivement, si les espèces chimiques connues peuvent être identifiées, qu'en est-il des substances non répertoriées jusqu'alors ? Comment rechercher ce que l'on ne connaît pas ? Quant à l'équivalence des traitements thermiques et de l'irradiation, que dire des produits frais comme les fraises ou avocats qui sont habituellement consommés frais ? Un blanc de poulet irradié que l'on va cuire, comme cela est habituellement le cas, aura donc subi deux dégradations successives. L'action de ces radicaux libres commence seulement à être étudiée, ils sont aujourd'hui incriminés dans de nombreux processus de perturbations cellulaires. Les radicaux libres sont des molécules oxygénées auxquelles il manque un électron. De ce fait elles sont instables, cherchant à acquérir l'électron qui leur fait défaut. On retrouve l'ion superoxyde, le peroxyde d'hydrogène, le radical hydroxyde et l'oxygène singulet. Lorsqu'ils sont présents dans les cellules en faible proportion, les radicaux libres peuvent être détruits par des enzymes particulières. Dès que leur quantité est trop importante, cette neutralisation n'est plus complète et les radicaux libres vont perturber le fonctionnement de la cellule, notamment au niveau des constituants des membranes cellulaires. Ils sont impliqués dans les processus de vieillissement des cellules ou altérations diverses, production de substances toxiques.

3.5. Radioactivité ?

Il ne faut surtout pas confondre les aliments radioactifs suite à des accidents type Tchemobyl ou aux rejets de produits radioactifs des centrales nucléaires en fonctionnement, et les produits alimentaires ayant subi volontairement un traitement d'irradiation. Ces derniers ne sont en aucun cas radioactifs, les doses employées étant trop

faibles. Même si les sources de rayonnement utilisées dans les installations d'irradiation gamma sont radio-actives, les aliments ainsi traités ne sont pas radio-actifs. ⁽¹⁾

3.6. Fruits frais

A noter que l'irradiation a aussi un effet non négligeable sur la texture des fruits. Pour exemple un extrait du rapport de la Commission n°10 (*Nutrition et Alimentation*) de l'Académie Nationale de Médecine sur une « *demande d'autorisation de traitement de fraises par rayonnements ionisants* » indiquant « *le traitement des fraises par radiations ionisantes à une dose inférieure à 4 kGy est un autre moyen utilisable. Il agit essentiellement en diminuant la microflore du fruit, surtout fongique. D'autre part, il ralentit la maturation du fruit et sénescence de façon comparable au froid, mais sans entraîner de dessiccation. Cependant, un tel traitement ne peut être efficace que si les fraises sont : de très bonne qualité initiale, sont réfrigérées sitôt après la récolte et maintenues au frais après l'irradiation, sont traitées dans les 24 heures qui suivent la récolte. Le principal facteur qui limite les applications du procédé est l'effet du rayonnement sur la texture du fruit : ramollissement dû à une dépolymérisation de la pectine si la dose de rayonnement est trop forte, phénomène d'intensité variable selon la variété de fraise* ».

De même, selon une étude effectuée par le Département de Sciences et Technologie des Aliments de l'Université de Laval (Canada), la composition de la paroi cellulaire des fraises est affectée par les rayons gamma : les polysaccharides de la paroi cellulaire, plus particulièrement les substances cellulosiques et les pectines sont dénaturés.

Pour les pommes de terre, des chercheurs universitaires américains ont démontré que le traitement par irradiation affecte la teneur en nitrates et nitrites des pommes de terre. Les concentrations en nitrates et nitrites ont significativement augmentées après irradiation des pommes de terre.

Des noix de coco irradiées peuvent être fortement dénaturées, notamment par la décomposition des acides gras.

1. Encore qu'en ce domaine le débat sur la notion de "faible dose" niant l'effet d'accumulation reste ouvert. Voir notamment "Nucléaire non merci!" (H. Chevallier, Utovie) p. 130-131. (ndle).

4. INSTALLATIONS

Deux types de rayonnement sont couramment utilisés industriellement, les rayons gamma et les faisceaux d'électrons accélérés. Ils produisent le même effet, seul diffère le processus de déclenchement de la réaction d'ionisation.

Les rayons gamma sont des ondes de nature électromagnétique émises par des isotopes radioactifs. Dans les installations industrielles, 2 principales sources de rayon gamma sont utilisées : le Césium 137 et le Cobalt 60.

Le Cobalt 60 est le plus utilisé, il est produit par bombardement neutronique, à l'intérieur d'un réacteur nucléaire de cobalt 59 qui, lui, est naturel. Les photons émis par le cobalt 60 ont une énergie de 1,17 MeV et 1,33 MeV. L'activité de cet isotope décroît de 12 % par an, soit une période radioactive ou demi-vie de 5,3 ans.

Le Césium 137 est un sous-produit des réacteurs nucléaires, disponible en moins grande quantité et surtout plus cher. Il est peu utilisé industriellement aujourd'hui. Il est obtenu par séparation chimique des déchets des centrales nucléaires. Il a une période de 30 ans.

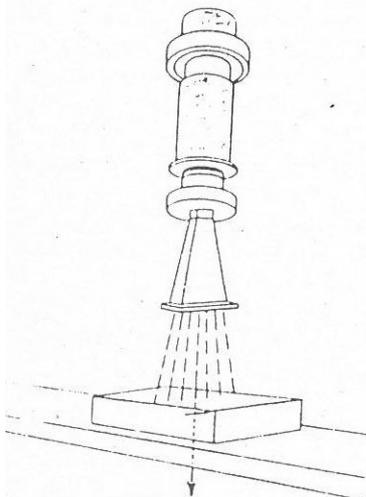
Faisceaux d'électrons accélérés : il s'agit de rayonnements particulaires; le rayon est constitué d'un flux d'électrons accélérés. On utilise un appareillage électrique : l'accélérateur de particules, qui génère des faisceaux d'électrons accélérés. Ces accélérateurs de particules sont des enceintes dans lesquelles on développe un champ électrique créé par une différence de potentiel appliquée aux extrémités de cette enceinte. Plus la différence de potentiel est importante, plus les forces accélératrices sont grandes et plus les électrons se déplacent rapidement. Dans le domaine agro-alimentaire on limite la puissance des machines afin que les électrons n'aient pas une énergie supérieure à 10 MeV, car au-delà il pourrait y avoir possibilité d'induction de radioactivité dans les aliments. Ce type d'installation ne nécessite aucune autorisation spécifique pour les établissements

d'une puissance inférieure à 50 MeV. Cependant ces usines représentent un risque potentiel non négligeable pour les ouvriers qui peuvent être accidentellement exposés aux faisceaux d'électrons, l'exemple de Forbach est significatif en la matière.

4.1. Accélérateur de particules

Les électrons, arrachés à une cathode, sont accélérés par des champs électriques dans un accélérateur linéaire et constituent, à la sortie, un faisceau mono-directionnel où ils ont tous la même énergie. Il ne s'agit plus ici de photons, mais d'un rayonnement de particules qui interagissent avec la matière à ioniser. Le promoteur en France de cette technique est la Sté CGR MeV, filiale du groupe Thomson. Un accélérateur de type CIRCE 2 du CARIC permet de traiter des aliments dans des emballages allant jusqu'à 80 cm de longueur, 50 cm de largeur pour une hauteur de 30 à 70 cm dépendante de la densité du produit.

Ce faisceau a un pouvoir de pénétration moins important que le rayon gamma et varie en fonction de la densité du produit traité. Actuellement les installations de traitement à électrons accélérés ne représentent qu'une faible part du total des unités d'ionisation installées dans le monde. Les fabricants de ce type d'ionisateur mettent en avant l'intégration possible de cet équipement dans une chaîne de production de denrées agricoles ou de transformations d'aliments. Il est possible avec cet équipement de disposer de rayons X. Ce type de rayons peut être aussi utilisé pour irradier des aliments car il provoque une ionisation du produit. Les problèmes techni-



ques de production et de rendement des rayons X rendent aujourd'hui cette source de rayonnement peu utilisée. Chaque unité comporte un accélérateur d'électrons. Il s'agit d'une machine électronique qui génère, dans un tube de 2 à 3 mètres de long et de quelques centimètres de diamètre, un champ d'ondes électro-magnétiques où les électrons sont progressivement accélérés. Divers dispositifs de déviation et de concentration de ce flux d'électrons permettent d'obtenir un faisceau ayant certaines caractéristiques géométriques sous lequel on fait défiler, grâce à un convoyeur, les produits à traiter. La vitesse de défilement va déterminer le temps d'exposition (ou dose absorbée) qui s'exprime en kGy.

4.2. Installation gamma

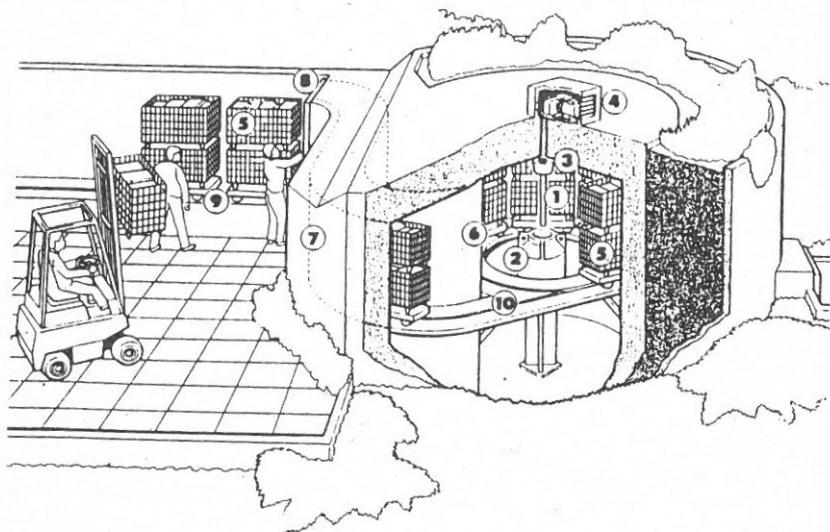
Ce type d'établissement présente certains avantages pour les industriels. Les rayons gamma ont un grand pouvoir de pénétration, plusieurs dizaines de centimètres, ce qui permet de traiter des denrées conditionnées par palettes entières. Cela permet de traiter des produits en vrac ou directement dans leurs emballages. Par exemple, l'irradiateur de la Société Gammaster à Marseille peut traiter des palettes de 1200 x 1000 x 1950 mm, d'un poids total d'une tonne. Le rayonnement choisi pour l'irradiation n'est pas suffisamment énergétique pour produire des transmutations. Il n'y aura donc pas production de radioéléments. Les produits traités et l'installation elle-même ne peuvent devenir radioactifs par activation. L'usine ne produit pas de déchets radioactifs, d'ailleurs la réglementation ne l'autorise ni à en rejeter à l'extérieur, ni à en stocker. Ce n'est cependant pas une installation inoffensive, puisqu'au-delà d'une puissance de 100 000 curies elle est classée dans ce que l'on appelle les installations nucléaires de base. Le danger provient de la source, le cobalt 60, enfermé dans des gaines qui doivent résister à la corrosion et à l'échauffement.

Dans son rapport d'activité de 1985 le SCSIN fait état d'un accident survenu à la Société Conservatome sur le site de Dagneux (01). Il ne faut pas négliger les risques d'actes malveillants. Ce type d'installation, de par leur activité commerciale et pour des raisons d'économie, ne possède pas de système de sécurité spécifique. Une explosion de la source entraînerait un relâchement de radioactivité à l'ex-

térieur qui aurait des conséquences très graves pour l'environnement. Pour la population la limite d'incorporation par inhalation est de 100 000 Bq/an, par ingestion elle est comprise entre 200 000 et 700 000 Bq/an suivant leur forme chimique. La concentration maximale admissible de l'eau pour le public est de $3 \cdot 10^5$ Ci/M³. Dans le cas d'une installation comme celle de Gammaster à Marseille où la source est de 3 millions de curie, il faudrait 10^{11} M³ d'eau (1 000 km² sur une profondeur de 100 mètres) pour la "diluer" à la concentration maximale admissible! On voit les dégâts que provoquerait une explosion avec perte de confinement dans l'installation, surtout dans une zone à forte concentration urbaine.

4.3. Fonctionnement d'un irradiateur gamma

Cet ensemble comprend une chambre d'irradiation au centre d'un labyrinthe de béton, des systèmes de commande, d'automatisme, de ventilation de sécurité et un appareillage de transport des denrées assurant leur cheminement dans l'installation. Le plus souvent il s'agit d'un convoyeur à plateaux ou à balancelles qui emprunte le labyrinthe et circule devant la source d'irradiation, exposant ainsi les denrées aux rayonnements pendant le temps nécessaire à l'application de la dose requise. On dispose d'une source radioactive très intense de cobalt 60 dont l'activité peut aller jusqu'à plusieurs millions de curies. Au repos, la source est placée dans une piscine, mais du fait du rayonnement intense de celle-ci, il y a décomposition de l'eau et production d'hydrogène dans la salle. De même, lorsque la source radioactive est sortie pour traiter des aliments, il y a dégagement important d'ozone et d'oxyde d'azote en petite quantité. Il y a donc nécessité de ventiler et d'évacuer ces gaz à l'extérieur. En cas de mauvaise ventilation, il y a risque de concentration d'hydrogène en quantité suffisamment élevée pour entraîner une explosion. Le travail dans ces établissements nécessite peu de personnel, hormis l'ingénieur chargé de calculer la vitesse de convoyage des palettes dans le labyrinthe, dépendante de la dose à appliquer. Le reste du travail consiste en de la manutention, seules tâches : chargement et déchargement des palettes sur les balancelles, donc une main d'œuvre non spécialisée.



- 1/ Source de cobalt 60
- 2/ Conteneur de stockage et transport
- 3/ Bouchon de fermeture du conteneur
- 4/ Treuil de levage de la source
- 5/ Produits à traiter
- 6/ Chambre de traitement
- 7/ Labyrinthe
- 8/ Porte d'accès du labyrinthe
- 9/ Chariot porte-palette
- 10/ Chaîne de manutention

5. LÉGISLATION FRANÇAISE

5.1. Décret du 8 mai 1970 concernant l'irradiation des aliments

Ce décret porte la mention : "règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 1^{er} août 1905 sur la répression des fraudes en ce qui concerne le commerce des marchandises irradiées susceptibles de servir à l'alimentation de l'homme et des animaux". Il fixe les dispositions générales applicables aux produits traités par cette technique. Principe de la liste positive, chaque nouveau produit destiné à être irradié doit faire l'objet d'une autorisation par voie d'arrêté interministériel : Ministres de la santé, de l'agriculture et de l'économie, après consultation pour avis de l'ANM, CSHPF et CIREA. Le traitement doit être fait à l'aide de rayonnements qui n'ont pas la capacité de créer une radioactivité dans le produit irradié. Toute denrée irradiée doit porter un étiquetage mentionnant le traitement effectué. La dénomination de vente doit être accompagnée des mots "irradiés" ou "traités par irradiation". En 1980 le comité mixte OMS/FAO/AIEA d'experts communique son avis sur cette technique : « *acceptabilité du point de vue toxicologique de toute denrée alimentaire irradiée à une dose moyenne globale ne dépassant pas 10 kGy* ». Suite à cette publication, le CEA a établi une thèse qui étudie les caractéristiques des 3 types de rayonnements utilisables, les effets sur les produits traités et sur les agents responsables de la détérioration des aliments. Ce document communique également les résultats de tests toxicologiques et nutritionnels.

5.2. Demande d'autorisation de traitement (DAT)

Avant 1982 un dossier complet devait être élaboré par le de-

mandeur qui le déposait auprès de la Direction Générale de la Concurrence de la Consommation et de la Répression des Fraudes. Ce dossier était soumis alors pour avis à 3 instances consultatives : le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), l'Académie Nationale de Médecine (ANM) et le Comité Interministériel des Radio-éléments Artificiels (CIREA). L'arrêté interministériel qui était pris tenait compte des divers éléments du dossier et notamment de l'étude qui devait démontrer l'innocuité de ce procédé. En 1982, la thèse du CEA a été soumise au CSHPF, CIREA et à l'ANM. Ces trois assemblées ont donné un avis favorable aux conclusions de ce rapport. Cette position a eu une répercussion importante sur les DAT; dorénavant tout dossier présenté doit apporter seulement des données analytiques et technologiques du procédé. L'industriel présentant son projet n'a plus à démontrer l'innocuité du traitement. En 1984 le décret du 7 décembre apporte une nouvelle possibilité en ce qui concerne l'étiquetage, le mot irradié trop associé au nucléaire a conduit les pouvoirs publics, sur demande express des utilisateurs de cette technique, à autoriser un terme moins évocateur. Il est désormais possible d'utiliser les 3 mentions suivantes : "irradié", "traité par irradiation" ou "traité par rayonnements ionisants". A noter parmi les appellations "plus douces" proposées, pour ne pas induire un sentiment de méfiance chez le public, "électro-stabilisation", voire "iono-stabilisation"... Plusieurs milliers de tonnes de produits irradiés circulent en France chaque année et ce sans aucune mention, pourtant obligatoire, de ce traitement, sur les emballages. Cette situation ne semble pas gêner le Service de la Répression des Fraudes qui n'oblige pas les industriels à appliquer cette législation. Pourtant, il est très simple, à ce service, de contrôler directement auprès des usines de traitement l'identité et la nature des produits traités et ensuite, de vérifier chez le fabricant ou le transformateur le respect ou non de l'étiquetage.

Le cas des épices est assez significatif ; l'interdiction d'utiliser depuis le 1^{er} janvier 1991 l'oxyde d'éthylène reconnu comme dangereux, ne conduit-il pas les transformateurs d'épices à utiliser l'irradiation pour pasteuriser leurs produits, puisqu'ils ont les autorisations correspondantes ? Doit-on se fier à l'emballage qui ne mentionne aucun traitement ? Ce qui n'était déjà pas le cas auparavant avec l'oxyde d'éthylène pour de nombreuses marques. Un nouveau

décret est en cours d'élaboration, ce texte a encore une volonté de simplification et d'accélération des procédures, notamment dans l'attribution des nouvelles autorisations de traitement. Cependant depuis la prise de position du Parlement Européen contre l'irradiation des denrées alimentaires, ce projet est au ralenti. Les DAT sont directement présentées par les industriels, cas par exemple de la Société de Protéines Industrielles pour l'irradiation de viandes de volailles séparées mécaniquement (VSM), les études techniques étant réalisées par des irradiateurs (pour exemple Conservatome a élaboré plus de la moitié des DAT déposées en France). Pour les épices et aromates la demande a été faite par la société Amora, avec un dossier technique des laboratoires Caric. Les associations de recherche et de promotion de l'irradiation sont aussi actives dans ce domaine. Comme la demande de traitement de sachets de jambon blanc et saucisses de Strasbourg présentée par Fleury-Michon qui est étayée par un dossier établi par l'ADETI. Fleury-Michon a présenté en janvier 1990 une demande d'autorisation concernant l'irradiation du jambon blanc et des saucisses type Strasbourg, en attente d'avis... La demande d'irradiation des fraises a été déposée par l'Association d'Etudes sur l'Ionisation en Aquitaine (ADIA) de Bordeaux.

Le décret du 8 mai 1970 prévoit dans son article 10 que seules peuvent être importées des marchandises irradiées en provenance de pays respectant les dispositions de ce même décret. Un arrêté interministériel devait fixer la liste des pays et denrées irradiées remplissant ces conditions et donc autorisées à être importées. L'arrêté de 1972, relatif au commerce de pommes de terre irradiées fait référence à cet article 10. Il précise que les dispositions relatives à l'étiquetage sont aussi applicables « *aux pommes de terre irradiées qui proviennent des pays étrangers figurant sur la liste prévue à l'article 10, vendues sur le marché français* ». Cette liste qui aurait pourtant permis un contrôle a-t-elle vraiment existé ? On peut réellement en douter, sachant qu'il n'y sera plus jamais fait allusion ! L'arrêté suivant, pris en août 1977, concernant les oignons, aulx et échalotes n'y fait plus référence. Il indique seulement dans son article 9 que les bulbes irradiés en provenance de pays étrangers doivent respecter les procédures de traitement et d'étiquetage prévues pour les produits français. Toutes les autorisations succédant à celle-

ci, jusqu'à celle de janvier 1988 à propos des légumes et des fruits secs, prévoient les mêmes dispositions pour les aliments importés irradiés. Ils doivent donc respecter les mêmes procédures de traitement et surtout d'étiquetage que les produits français. Après cette date il est seulement précisé dans les différents textes que « *les aliments irradiés en provenance de pays étrangers doivent être accompagnés d'un certificat officiel attestant que le traitement a été effectué selon les conditions prévues (...)* ». D'étiquetage, plus question ! Quelles sont les raisons véritables de cette évolution ? Une incapacité des Services de la Concurrence de la Consommation et de la Répression des Fraudes à assurer ce contrôle ? Intérêts financiers trop importants ? Pressions économiques ou volonté de supprimer à long terme l'obligation d'étiquetage des produits irradiés ? D'ailleurs certains industriels français utilisent au mieux cet état de fait en déclarant qu'ils n'ont aucune raison d'étiqueter leurs produits puisque les denrées irradiées importées ne sont pas soumises à cette obligation ! Pourtant dans son article 10 le décret du 8 mai 1970 précise clairement que les denrées irradiées importées doivent mentionner le traitement effectué. Autre évolution, les deux derniers arrêtés de 1991 prennent une dimension européenne. Ils précisent en effet : « *Sont présumés conformes au présent arrêté, les fruits secs, soumis à un traitement d'ionisation dans les Etats membres de la CEE et accompagnés des documents officiels permettant d'établir que les procédés mis en oeuvre et que les contrôles exercés sont équivalents à ceux fixés par cet arrêté* ». Ces présomptions de conformité sont-elles la porte ouverte à la libre circulation de marchandises irradiées sans aucune mention du traitement et donc un contournement du décret du 8 mai 1970 ?

Parmi les récents avis émis par les instances consultatives, on relève plusieurs avis défavorables. Pour les noix, avis négatif du CSHPF qui considère en date du 11 septembre 1990 que « *les informations concernant tant la microbiologie que la dégradation des lipides et des tests sensoriels sont insuffisantes pour statuer sur l'utilité et l'innocuité de ce traitement* ». Pour les sachets sous vide de jambon blanc et de saucisses type Strasbourg, demande présentée par Fleury-Michon, l'ANM précise : « *de l'examen de ce dossier il ressort que la demande est surtout destinée à pallier certains inconvénients d'ordre technologique plutôt qu'à résoudre des pro-*

blèmes d'ordre microbiologique ». Elle a par contre donné un avis favorable pour l'irradiation de tranche de jambon blanc et un avis négatif en ce qui concerne les saucisses, « *le dossier n'apportant aucun élément mettant en évidence le moindre avantage à retirer d'un tel traitement* ». Autre avis négatif du CSHPF concernant les poissons frais, avec comme motivations : « *si le traitement envisagé vise à allonger la durée de conservation, les résultats des appréciations sensorielles sont très variables suivant l'espèce considérée et souvent moins bons en cas de traitement que sans traitement* ». Des problèmes d'identification précise des lots traités sont aussi soulevés. Au rayon des avis positifs délivrés par le CSHPF : charcuteries, framboises... La Direction Générale de l'Alimentaire coordonne plusieurs programmes de recherche sur les productions végétales (petits fruits rouges, tomates, pruneaux, choucroute, cerises, mirabelles, asperges), ainsi qu'animales (viande bovine, de porc, poissons), ou sur les produits transformés (plats cuisinés, légumes 4^{ème} gamme). De nombreux tests sont réalisés par les industriels en collaboration avec les associations de recherche et promotion de l'irradiation pour ces aliments.

5.3. Liste des produits autorisés à être irradiés en France (voir tableau)

Ces produits alimentaires ne sont pas toujours vendus en l'état au consommateur, mais utilisés comme matière première pour la préparation de plats cuisinés. C'est la cas, par exemple des farines de riz et dérivés qui sont utilisés pour la confection d'aliments pour enfant, et la réalisation de desserts, sauces et potages, biscuits, confiseries... Les épices se retrouvent dans les plats cuisinés, comme les VSM qui sont utilisées pour la préparations de farces diverses. Les herbes aromatiques surgelées peuvent être employées pour la préparation de fromages aux herbes, vinaigres aromatisés, préparations à base de viande... Les fruits secs sont utilisés pour la confection de biscuits, barres céréales, chocolats.

D'autre part si une catégorie d'aliment a autorisation pour être irradié, par exemple les fraises, il ne faut pas en conclure que toutes les fraises disponibles en France sont irradiées.

Il ne faut pas non plus oublier que des aliments, non autorisés

Liste des produits alimentaires autorisés à être irradiés en France au 30/05/94

Produits	Objectifs	Dose en kGy	date des arrêtes	société ayant déposé la demande
Pommes de terre	antigermination	0,075/0,15	08/11/1972 (pour 5 ans)	
Oignon, ail, échalote	antigermination	0,075/0,15	09/08/1977 21/06/1984	
Épices, aromates (voir liste ci-joint)	décontamination	11	01/09/1982 06/01/1986	Sté Amora (1985)
Viandes de volailles séparées mécaniquement	décontamination bactérienne	5	06/02/1985	Sté des Protéines Industrielles
Légumes déshydratés	décontamination	10	17/5/1985	Conservatome
Gomme arabique	décontamination	9	17/5/1985	Sté Iranex
Flocons, germes de céréales	décontamination	10	17/5/1985	Sté IFF
Sang, cruor déshydraté	pasteurisation	10	19/11/1986	
Emballage "bag in box"	aseptisation	10	12/08/1986	
Légumes et fruits secs	désinsectisation	1	6/1/1988	Syndicat national des Commerces et Industries des fruits secs et la Fédération nationale du légume sec.
Cuissons de grenouille congelées	décontamination bactérienne	4/8	03/05/1988	
Farine de riz et dérivés	décontamination	5	4/1/1988	
Fraîsées	conservation	3	29/12/1988	ADIA
Herbes aromatiques surgelées (ail, ciboulette, cresson de fontaine, estragon et persil)	décontamination	10	15/5/1990	Sté Civile de Darbonne
Viandes de volailles (hachées, broyées ou morcelées)	décontamination prolongation conservation	5	27/08/1990	
Bianc d'oeuf liquide, déshydraté ou congelé	décontamination	4	1/10/1990	Sté Avicole Bretonne Cecab Delaunay et Conservatome
Crevettes décortiquées ou étiées, congelées ou surgelées	décontamination	5	02/10/1990	Syndicat national du Commerce extérieur des produits congelés et Sté Conservatome
Fruits secs (abricots, figues, raisins et dattes)	décontamination	6	17/7/1991	Gammaster Provence SA
Caséines, caséinates	décontamination	6	17/07/1991	Unilait, Monnet SA, Prolait SA, Resnier, Protéines et Conservatome
Camemberts au fait cru	décontamination	2,25/3,5	23/3/1993	Sté Isigny Ste Mère

à l'irradiation en France, cas des fruits exotiques, ont la possibilité de subir un traitement d'irradiation à l'étranger et d'être importés irradiés en France.

Le coût de l'irradiation, entre 1 et 2 francs par kilogramme traité, fait généralement réserver ce traitement à des produits à forte valeur ajoutée.

Les VSM sont des viandes de volailles qui restent attachées à la carcasse après la levée des filets. Les carcasses sont ensuite broyées et la chair, qui se présente alors sous forme de "bouillie" est séparée des os par centrifugation. Par ces traitements mécaniques ces débris de chair sont généralement fortement chargés en microbes. Les VSM sont vendues en l'état, sous forme de plaques, ou texturées, cuites crues, aux industries de transformation.

Liste des épices et aromates pouvant être irradiés conformément aux arrêtés du 01/09/1982 et 06/01/1986 :

Acore en poudre, aframome d'Ethiopie, ail en poudre, ajowan, aneth de l'Inde, aneth, angélique, anis vert, ase fétide, badiane ou anis étoilé, basilic, cannelle (type Ceylan, Chine, Padang, Saïgon), câpre, cardamome (d'Indochine, de Madagascar, Malabar, Bengale, Cameroun, Népal, Kravanh, rond, Ceylan), carvi, céleri ou ache des marais, cerfeuil, ciboule, ciboulette ou civette, clou de girofle, coriandre, cumin, curcuma, échalotte en poudre, estragon, fenouil, fenu-grec, galanga en poudre, genièvre, gingembre, kani, laurier (d'Apolon, noble, sauce), macis, mangue, maniguette ou graine de paradis, marjolaine, mélisse, menthe (poivrée, japonaise, verte ou crépue), moutarde (blanche, brune ou de l'Inde, noire), murraya (feuille), nigelle, noix de muscade, oignon en poudre, origan, persil, piment (de Jamaïque, doux ou poivron, enragé), poivre des Achantis, poivre, raifort sauvage, romarin, safran, sariette, sauge (officinale, sclarée), serpolet, tamarin, vanille (légitime, de Tahiti), vanillon des Antilles.

6. INSTALLATIONS EN FRANCE

En France, 8 installations d'irradiation sont actuellement en fonctionnement, traitant plusieurs milliers de tonnes d'aliments par an. La majorité de ces unités sont polyvalentes et ont plusieurs pôles d'activité, elles travaillent presque toutes en sous-traitance, même si elles traitent également leur propre production :

— **Stérilisation** : produits médicaux, pharmaceutiques, cosmétiques.

— **Chimique** : coloration de flacons de verre, réticulation de plastique...

— **Agro-alimentaire** : la radiostérilisation médicale est souvent à l'origine de la mise en place d'installations d'irradiation. Ces unités se sont multipliées à partir des années 1985/1989, suite aux déclarations de l'OMS et aux nombreuses autorisations de traitement accordées en France. Les deux tiers des installations utilisent des sources radioactives produisant des rayons gamma. De nombreux liens existent entre le CEA et l'industrie de l'irradiation. Notamment au niveau des acteurs financiers de cette industrie. Pour exemple la *Société Conservatome*, comme unique actionnaire, Transnucléaire, dont le capital est détenu par Pêchiney, Paribas et Cogéma, émanation directe du CEA. La construction est souvent dépendante du CEA par l'intermédiaire de la SGNC qui a réalisé le centre Gammaster et Amphyrion. Le CEA a intensifié ses efforts dans la recherche, une vingtaine de chercheurs se consacre à cette technique au centre d'essais de Cadarache.

6.1. Installations en fonctionnement

Société de Protéines Industrielles (SPI) : filiale du groupe Guyomarc'h intégrant à son établissement en 1987 un accélérateur linéaire d'électrons afin de traiter sa propre production de VSM. Elle pratique aussi quelques traitements à façon.

Caric : ce laboratoire équipé d'un accélérateur d'électrons traite en majeure partie des produits médicaux et chirurgicaux, son

secteur d'irradiation de produits agro-alimentaires est en constante évolution.

Conservatome : cette société, la plus ancienne en France dans cette technique, s'est dotée depuis 1962 d'une unité d'irradiation afin de traiter des produits médicaux. Aujourd'hui plus de 4 000 tonnes de produits alimentaires sont traités à Dagneux. Le rôle de Conservatome est très important dans le développement de l'irradiation en France. Elle a créé de nombreuses associations de recherche, filiales, ayant pour but l'étude de nouvelles applications de l'irradiation ou la mise en place de nouvelles unités industrielles (Ardira en Rhône-Alpes, Ioniso en Aquitaine).

Gammaster : filiale d'une coopérative hollandaise, fondée par 6 pharmaciens ayant pour objectif la mise en place d'unités industrielles de radiostérilisation de produits médicaux. Cette société possède des installations en Hollande, Allemagne et une en France. Initialement le projet a été développé par la Société d'Etudes et Travaux du Tricastin, avant d'être repris en 1987 par Gammaster. Il est à noter que ce projet a bénéficié d'études réalisées par une association loi 1901 : l'Apional, ayant disposé depuis mars 1983 d'un budget de 0,4 Mf/an versé par le Conseil Régional PACA. Cette installation est située en plein coeur du MIN (Marché d'Intérêt National) des Arnaux à proximité immédiate du port de Marseille où transitent d'importants tonnages de produits alimentaires divers importés/exportés.

Sté Normande de Conserve et Stérilisation (SNCS) : en collaboration avec UCL Isigny-Ste-Mère, elle a mis en place un centre d'irradiation utilisant une source de cobalt 60. Ils envisagent de traiter des fromages au lait cru, camemberts, et diverses denrées alimentaires.

Amphytrion : usine d'irradiation classée INB. Cette réalisation est le fruit d'un regroupement d'importants groupes alimentaires régionaux, dont la Sté Fleury Michon, située dans une zone de production et transformation alimentaire. Cette société a pour objectif l'irradiation de 12 000 tonnes/an.

Sablé-sur-Sarthe (72) : Conservatome et IoniOuest ont mis en place un centre d'irradiation en collaboration avec les industries agro-alimentaires locales. Les actionnaires de ce centre sont Conservatome (actionnaire majoritaire) et des partenaires locaux. L'opération estimée à 30 millions de francs, a notamment reçu des aides des

collectivités territoriales : 2 millions de francs du FIDES et 2 millions de la région. A noter sa position au cœur d'une région de production de denrées agro-alimentaires.

A côté de ces centres existent aussi des installations, principalement avec accélérateurs de particules, ne traitant pas de produits alimentaires. Ces centres ne sont pas soumis à la réglementation des installations nucléaires de base, pourtant les risques sont réels pour les travailleurs. Le cas des irradiés de Forbach, où des ouvriers ont été très gravement atteints en pénétrant à l'intérieur d'un accélérateur de particules en fonctionnement est significatif.

A Bréviandes, près de Troyes (Aube), la Sié Dens'Bois a été autorisée par arrêté préfectoral en date du 14 janvier 1991 à exploiter un irradiateur pour parquet de bois d'une puissance de 99 000 curies, valeur inférieure de 1 000 curies, comme par hasard, à la réglementation concernant les INB ; de ce fait ils ne sont soumis qu' à la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement.

6.2. Installations en projet

De nombreux autres centres étaient à l'étude, à divers stades d'avancement, dans les années 1988/1991, mais se retrouvent aujourd'hui "gelés".

A Avignon, la Sié Conservatome, en relation avec l'association APIONAL, souhaite implanter un centre industriel d'irradiation au cobalt 60. Il s'agit d'une INB, l'enquête publique est terminée, avec avis favorable des commissaires enquêteurs. Selon la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires ce projet est actuellement gelé par les demandeurs eux-mêmes.

A Beaucouzé (49), un projet d'unité de recherche par la Sié Protion a été définitivement abandonné en 1991, à noter la très forte opposition des habitants et une lutte menée par la Confédération Syndicale du Cadre de Vie, ayant notamment conduit à un non massif des Angevins à l'enquête locale et même à un avis réservé du commissaire enquêteur.

Une autorisation a été accordée à Conservatome pour exploi-

ter un centre à Beaugency, mais ce projet n'a eu aucune suite et est aujourd'hui définitivement abandonné.

Même situation dans le Lot-et-Garonne, où un projet conduit par Ioniso et Conservatome, ayant reçu une subvention de 6 000 000 F. du Conseil Régional sur la base de la valorisation des productions agricoles locales (comme tomates, fraises, pruneaux, poissons d'eau douce), est mis en différé depuis février 1992. Parmi les motifs invoqués à ce "report" : la réserve des autorités de Bruxelles.

A Boulogne-sur-Mer (62) divers organismes locaux font des études sur une installation qui serait destinée à traiter des produits de la mer. A Soullaine (10) un projet par les laboratoires Caric.

De nombreuses autres unités sont à l'étude, soutenues par une multitude d'associations de recherche et promotion de l'irradiation, AERIAL (choucroute, asperges...) en Alsace, ADIA en Aquitaine, ADRIAC à Reims (bouchons de champagne) et Quimper, CELIM en Limousin, ARDI à Dijon, ARETIPA dans la Sarthe, ADETI à Angers, APIONAL à Avignon, OPALIA à Boulogne...

STE NORMANDE DE CONSERVE ET STERILISATION
Participation de UCL ISIGNY STE MERE
IRRADIATEUR COBALT 60
Puissance 1 000 000 curies
Installée 14230 ISIGNY SUR MER
Traitement interne et à façon
Produits traités : AGRO ALIMENTAIRE

LABORATOIRE CARIC
SA au capital de 10 850 000 frs
ACCELERATEUR DE PARTICULES
Installé Domaine Corbeville
91402 ORSAY
Traitement à façon
Début activité 1967
Produits traités : MEDICAUX
CHIMIE PLASTIQUE
AGRO ALIMENTAIRE

CONSERVATOIRE IONISATEUR STE
Filiale de CONSERVATOIRE
IRRADIATEUR COBALT 60
Installée Route de la Flèche
72900 SABLE SUR SARTHE
Traitement à façon
Début activité 1993
Produits traités : AGRO ALIMENTAIRE
MEDICAUX
CHIMIE

STE AMPHYTRION
SA au capital de 12 000 000 frs
IRRADIATEUR COBALT 60
Puissance 110 000 Tq
Installée ZI de MONTIFAUT
85700 POUZANGES
Traitement à façon
Début activité 30/01/89
Produits traités : STERILISATION
CHIMIE PLASTIQUE
AGRO ALIMENTAIRE

STE GAMMASTER
SA au capital de 7 300 000 frs
Filiale d'une coopérative Hollandaise
IRRADIATEUR COBALT 60
Puissance 111 000 Tq
Installée MN 712
13014 MARSEILLE
Traitement à façon
Début activité 30/01/89
Produits traités : STERILISATION
CHIMIE PLASTIQUE
AGRO ALIMENTAIRE

STE ARKOCHEM
SA au capital de 15 235 400 frs
ARKOPHARMA PLANTE MEDICINALE
IRRADIATEUR COBALT 60
Installée 06511 CARROS
Traitement interne
Produits traités : POUDRE DE PLANTE

STE CONSERVATOIRE
SA au capital de 12 286 000 fr délégué par
TRANSNUCLEAIRE : PECHNEY 34 %
COCEMA 33 %
PARIBAS 33 %
IRRADIATEUR COBALT 60 (3 unités)
Puissance 3 500 000 Curies
Installée 01120 DAGNEUX
Traitement à façon
Début activité 1982
Produits traités : STERILISATION
CHIMIE PLASTIQUE
AGRO ALIMENTAIRE

STE PROTEINE INDUSTRIELLE
SA au capital de 3 337 500 frs
Filiale du groupe GYOMARCH
ACCELERATEUR DE PARTICULES
Installée La Flèche
56320 BERRIC
Traitement interne et à façon
Début activité 1987
Produits traités : AGROALIMENTAIRE

7. PLANTES MÉDICINALES

Les plantes sont répertoriées en deux catégories, tout d'abord les plantes dites à infusion en vente libre et qui sont soumises à la réglementation des denrées alimentaires, puis les plantes dites médicinales qui sont, elles, du ressort de la pharmacopée et dont la vente est réservée aux pharmaciens et herboristes diplômés. Certains laboratoires utilisent l'irradiation pour décontaminer des lots de plantes, notamment en provenance de pays d'Asie ou d'Afrique. Les Laboratoires Arkochim possèdent une installation d'irradiation qu'ils disent n'utiliser que pour certaines plantes comme l'harpagophytum par exemple. Connaissant le coût d'une telle installation et sachant qu'Arkochim n'effectue, suivant ses dires, aucun traitement à façon, on peut réellement se demander si cet irradiateur est seulement utilisé pour des produits ne représentant qu'un faible pourcentage de sa production! Surtout que l'irradiation permet de réduire à un niveau zéro la contamination microbienne de toutes plantes dont les caractéristiques hors traitement la rendrait inutilisable de par un état microbiologique non acceptable. C'est ainsi que des plantes irradiées sont mises sur le marché, sans aucun étiquetage précisant le traitement subi, alors que le consommateur de ce type de préparation s'attend à acheter un produit le plus naturel possible, sans aucune altération et surtout sans aucun traitement, d'autant plus que dans ce cas il s'agit d'irradiation volontaire. Qu'advient-il des principes actifs d'une plante irradiée ? De même ce type de traitement peut permettre de conserver les plantes irradiées plusieurs années si bien qu'entre-

temps leurs pouvoirs actifs auront disparu! Dans une lettre du 27 septembre 1990, Arkochim évoque une autorisation de traiter les plantes médicinales. De quelle demande s'agit-il ? Une DAT concernant les plantes à infusion ayant été rejetée en 1990 par l'ANM qui « ne peut recommander de traiter les plantes pour infusion par des rayonnements ionisants ». Parmi les motivations : « la préparation correcte de ces boissons pas infusion, c'est à dire en versant de l'eau bouillante sur les plantes, réduit très notablement la teneur en micro-organismes de ces dernières ». Par contre l'ANM demande « l'élimination pure et simple des lots de plantes trop polluées ». Au sujet des plantes médicinales l'ANM est claire : « la réglementation ne recommande aucun procédé particulier de décontamination, mais n'en interdit aucun : l'emploi des radiations ionisantes est donc tout à fait possible. Il est seulement précisé que dans le cas où un traitement décontaminant a été utilisé, il est nécessaire de faire la preuve qu'il n'altère pas les constituants de la plante et qu'il ne laisse pas de résidus susceptibles de présenter un danger ». Arkopharma n'est certainement pas la seule société conditionnant des plantes en gélules à irradier celles-ci. Qu'en est-il de tous les autres fournisseurs de plantes ?

8. SITUATION DANS LE MONDE

L'irradiation des denrées alimentaires est actuellement autorisée dans plus de 45 pays dont 23 la pratiquent de manière industrielle.

Tous ces pays ne disposent pas de législation particulière. Cependant, la majorité des utilisateurs, soit 37, adoptent le principe de la liste positive. Les autorisations sont plus souvent sans aucune réserve, mais elles peuvent être aussi temporaires, données à titre d'essais, ou également limiter les quantités à traiter par catégories. L'irradiation est principalement utilisée pour :

1. Inhiber la germination de pommes de terre, oignons.
2. Éliminer les micro-organismes et insectes des épices, fines herbes, condiments, fruits et légumes secs.
3. Détruire les agents pathogènes et prolonger la conservation de viandes, poissons, crustacés, cuisses de grenouilles.
4. Assainir et prolonger la durée de conservation de fruits et légumes frais, par exemple : fruits exotiques (mangues, papayes...), avocats, fraises, champignons.
5. Tuer les insectes et micro-organismes présents dans les céréales (farine, flocons, germes) et fèves de cacao.

Les aliments irradiés ne sont pas exclusivement réservés à la consommation locale, au contraire ils sont souvent destinés à l'exportation, certains pays ont ainsi, grâce à l'utilisation de cette technique, accru leurs exportations dans une proportion non négligeable. Pour exemple l'Afrique du Sud, l'Argentine, le Chili, le Brésil, le Bangladesh où de nombreuses productions agro-alimentaires destinées à l'exportation sont irradiées (fruits, légumes, crevettes, grenouilles...). Par ailleurs, ce n'est pas parce qu'un produit n'est pas autorisé à être ainsi traité dans un pays que sa commercialisation est interdite, il peut être importé irradié. Selon les listes établies par

l'AIEA et Nordion International Inc., plus de 150 irradiateurs industriels sont opérationnels dans le monde, traitant des produits médicaux, chirurgicaux et agro-alimentaires : 50 aux USA, 30 en ex-URSS, 35 en Europe, les autres en Asie. Si leur activité concernait à l'origine surtout des produits médicaux et chirurgicaux, la part des denrées alimentaires est en augmentation. L'ex-URSS traitait plus de 500 000 tonnes de céréales par an. Le Japon irradie plus de 20 000 tonnes/an de pommes de terre. En Europe ce sont les Pays-Bas qui utilisent le plus cette méthode : plus de 35 000 tonnes/an, suivi par la Belgique avec 15 000 tonnes/an. La France traite plus de 10 000 tonnes/an dont 50 % d'épices et 40 % de VSM. Quant à la ex-RDA qui traitait 6000 tonnes/an de pommes de terre, sa position était très curieuse puisqu'elle interdisait chez elle la vente de produits irradiés. Ce marché est en constante évolution, avec cependant quelques contradictions. Le Royaume-Uni jusqu'alors hostile à ce procédé vient d'accorder l'autorisation d'irradier des volailles pour éliminer les salmonelles. Les Etats-Unis ont une position très controversée, certains Etats interdisant même la vente d'aliments irradiés ou imposant un étiquetage mentionnant : « *Attention ! Ce produit a été irradié avec des isotopes radioactifs pour des raisons de préservation, les effets sur la santé sont inconnus* ». Aujourd'hui de grandes marques comme Mc Donald's, Heinz, Quaker Oats font de coûteuses campagnes contre l'irradiation des aliments en déclarant ne pas utiliser ce procédé pour leurs produits. Le tableau en pages 24-25 reprend la liste des produits les plus courants. D'autres pays utilisent des irradiateurs pour traiter les aliments, mais aucune liste n'est établie puisque leur législation ne retient pas le principe de la liste positive. Certains possèdent des irradiateurs, soit expérimentaux, soit capables de traiter également des produits agro-alimentaires; parmi eux on relève la Grèce, l'Irlande, la Malaisie, le Mexique, le Portugal, le Royaume-Uni, la RFA, la Suisse, la Suède, Singapour et le Vénézuéla.

9. PARLEMENT EUROPÉEN

En octobre 1989, le Parlement Européen adopte à une très large majorité par 263 voix pour, 66 contre et 10 abstentions, une résolution législative interdisant le traitement des denrées alimentaires par irradiation à compter du 31 décembre 1992.

Article 1, paragraphe 1 : l'irradiation des denrées alimentaires est interdite dans tous les états membres de la Communauté Européenne à compter du 31 décembre 1992. Les dérogations strictement définies à cette interdiction de principe sont énumérées à l'annexe 1.

Annexe 1 : denrées alimentaires pouvant être soumises à un traitement par ionisation, par dérogation à l'Article 1 : épices, aromates et herbes aromatiques.

La position du Parlement Européen est étayée par divers arguments développés par la Commission de l'Environnement, de la Santé publique et de la Protection des Consommateurs qui a travaillé sur ce sujet et présenté cette résolution législative au Parlement Européen. Certaines études prouvent que l'irradiation provoque une altération de la qualité des aliments. Des tests montrent des pertes en acides aminés, vitamines qui peuvent atteindre des proportions importantes (dans le cas d'agrumes exposés et ayant reçu une dose de 0,1 à 1 kGy, la perte en vitamine C peut atteindre 15%). L'ionisation peut aussi induire la formation de composés chimiques n'existant pas dans le produit initial, et parfois très toxiques ou dont les effets sont encore mal connus (péroxydes d'hydrogène...). Selon les produits traités, on note également la modification du goût, notamment dans les aliments avec une forte teneur en lipides, qu'il est parfois nécessaire de compenser par l'adjonction de substances chimiques

aromatiques. Le manque d'études sur les effets des aliments irradiés chez l'homme, inquiète le Parlement Européen qui souligne que la plupart ont été réalisées par des organismes qui sont partie prenante dans l'industrie de l'irradiation. Des expériences menées en Angleterre et Allemagne prouvent que l'absorption d'aliments irradiés entraîne divers troubles de la santé, principalement dus à des lésions chromosomiques. Face à ce flou et cette contradiction, le Parlement Européen demande que soient conduites de réelles expériences exhaustives de longue durée sur les effets de l'ingestion par l'homme d'aliments irradiés. Le Parlement Européen considère également que l'irradiation induit un mensonge sur la qualité réelle des produits.

Cette technique, par l'augmentation de la durée de conservation des produits frais, permet de proposer à la vente des aliments dits "frais", mais n'ayant plus les mêmes qualités nutritives, notamment en ce qui concerne la teneur en vitamines. Le consommateur est ainsi trompé, il croit acheter des fruits ou des légumes frais, alors qu'il aura en fait un produit dénaturé ayant juste l'apparence de la fraîcheur. Par exemple, une fraise verra sa teneur en vitamine C diminuer, en premier lieu à cause de l'irradiation et par la suite en raison de la dégradation due au temps, d'autant plus que la durée de conservation sera allongée! Ce mode de traitement soulève aussi un problème juridique important. Seuls sont en effet admissibles les produits de conservation pour lesquels il existe une méthode scientifique de détection, ce qui est indispensable pour déceler, contrôler et éviter tout dépassement des doses limites. L'irradiation ouvre aussi la porte à certains abus de la part d'industriels peu scrupuleux. D'autre part sachant qu'au final les aliments seront "nettoyés" par irradiation, les entreprises peuvent être incitées à produire de façon moins hygiénique. L'ensemble des risques liés à la multiplication d'installations nucléaires est aussi à apprécier à sa juste valeur. Le Conseil Européen est l'organe de décision des institutions européennes. Composé d'un ministre de chaque Etat membre, sa composition change en fonction des dossiers traités, les ministres de l'Agriculture siégeant par exemple pour les affaires agricoles. Il statue sur

les propositions émises par la Commission des Communautés européennes. Dans son processus de préparation des textes législatifs la Commission consulte le Parlement. Celui-ci participe donc à l'élaboration des directives en se prononçant sur les propositions de la Commission, que celle-ci peut modifier pour prendre en compte l'avis du Parlement. En vue de la préparation du marché unique de 1993 a été signé en 1986 un acte unique avec pour objectif l'harmonisation des différentes réglementations des Etats membres. Cet acte prévoit une coopération accrue entre le Conseil et le Parlement, conférant même à celui-ci des pouvoirs législatifs. Dans ce cadre, si une résolution législative est adoptée à la majorité absolue par le Parlement Européen, le Conseil ne peut la rejeter que s'il vote unanimement contre. Dans le cas de non-entente du Conseil, c'est la décision du Parlement qui est retenue.

En décembre 1988 la Commission a saisi le Conseil d'une proposition de directives sur les denrées et ingrédients alimentaires traités par ionisation. Cette proposition visait à autoriser l'irradiation de nombreux produits : fraises, papayes, mangues, fruits et légumes secs, légumineuses, légumes déshydratés, céréales, bulbes et tubercules, herbes aromatiques, épices, condiments végétaux, crevettes, viande de volailles, cuisses de grenouilles et gomme arabique. Le Parlement a émis un avis tout à fait contraire en octobre 1989, en partie pris en compte, puisque la nouvelle proposition législative de directive présentée par la Commission le 15 novembre 1989 a réduit le nombre des aliments autorisés à être irradiés, celle-ci ne comportant plus que des fruits secs, légumineuses, légumes déshydratés, flocons de céréales, herbes aromatiques, épices et condiments végétaux, crevettes, viandes de volailles et gomme arabique. Le mot de la fin appartient au Conseil qui doit adopter une position à l'unanimité, sinon c'est la résolution du Parlement Européen, soit l'interdiction de l'irradiation, qui entrera en vigueur en 1993. Les enjeux sont serrés entre les "pro-irradiation" dont la France est la tête de file et les "anti" menés par l'Allemagne. La RFA ayant eu cependant une attitude assez contradictoire car si elle était formellement opposée à

la commercialisation d'aliments irradiés sur son territoire elle n'hésitait pas à pratiquer cette technique pour des produits qu'elle exportait. Quant à la RDA, elle utilisait l'irradiation pour des pommes de terre et épices. En 1987 la France, les Pays-Bas et la Belgique étaient très favorables à l'irradiation, avec une volonté moins importante de la part de ces deux derniers pays qui, en raison d'importantes relations commerciales avec la RFA, craignaient un boycott de leurs produits de la part des consommateurs allemands. L'Espagne était plutôt favorable, la Grande-Bretagne indécise avec d'importantes campagnes contre l'irradiation menées par les associations de consommateurs. L'Italie était plutôt opposée, le Danemark, le Luxembourg, la Grèce et la RFA franchement hostiles. L'Irlande et le Portugal n'avaient pas de position déterminée. L'évolution s'est faite en faveur de l'irradiation, en raison de problèmes internes ou de l'interdiction de certains traitements comme l'oxyde d'éthylène, reconnu comme dangereux pour l'organisme humain et dont l'emploi pour les épices et aromates est interdit depuis le 1^{er} janvier 1991. Suite à d'importantes contaminations par des salmonelles le Royaume-Uni autorise l'irradiation pour les volailles et œufs, rejoignant ainsi fin 1990 le clan des "pro-irradiation". L'Irlande commence à s'intéresser à l'irradiation, la Grèce est aujourd'hui moins hostile à l'utilisation de cette technique. Certains pays voient dans le développement de l'irradiation un moyen de valoriser et de mieux exporter leurs productions agricoles et agro-alimentaires, sachant aussi que les normes sanitaires pour certaines denrées alimentaires comme les viandes et les produits au lait cru sont de plus en plus sévères, avec des objectifs de contamination "zéro", et que l'irradiation permet d'obtenir des produits "blanchis" et hors de tout soupçon. Le 15 novembre 1990, Didier Anger, député Vert au Parlement Européen, interpellait les ministres concernés au sujet de la multiplication des centres industriels d'irradiation et des autorisations d'irradier en France qui sont en contradiction avec les textes législatifs européens à l'étude. La réponse de Louis Mermaz, ministre français de l'Agriculture et de la Forêt, est pour le moins curieuse et confuse, puisqu'il évoque le « *projet de directive communautaire (...) avec d'une part*

les principes généraux à respecter pour l'ionisation des denrées alimentaires (...) et une liste de produits pouvant être traités qui ne comporte que les épices et herbes aromatiques. Les Etats membres pourront continuer à procéder à des autorisations nationales ». La loi communautaire ne s'applique-t-elle pas à tous les pays ? Pourquoi des dérogations seraient accordées demain pour des produits non autorisés aujourd'hui ? Bruno Durrieux, ministre des Affaires Sociales et de la Solidarité, ne se préoccupe pas outre mesure de l'Europe : « *La directive n'étant pas encore adoptée (...) le texte réglementaire de base s'appliquant en France est le Décret du 8 mai 1970* ». S'il lui semble que « *le projet de directive du Conseil est largement en accord avec les principes réglementaires retenus en France* », il admet cependant qu'« *il subsiste des divergences de point de vue (...) concernant les règles d'étiquetage et la liste positive de denrées alimentaires pour lesquelles le traitement serait autorisé* ». Quant au ministre du Commerce Extérieur, Jean-Marie Rausch, « *malgré l'intérêt personnel* » qu'il porte à la préparation du marché unique de 1993, il déclare ne « *pas avoir compétence à traiter cette question* ».

9.1. Un cas précis : le camembert au lait cru

Pour répondre aux normes sanitaires des réglementations anglo-saxonnes et américaines concernant les fromages au lait cru, la S^{te} Isigny-Sainte-Mère envisage l'irradiation de ses camemberts au lait cru, avec la mise en place d'une installation d'irradiation à Isigny ; mais il semble qu'aujourd'hui aucun camembert destiné au marché français ne soit irradié.

Les fromages préparés à partir de lait cru comportent de nombreuses bactéries même si le lait utilisé a été recueilli dans les plus strictes conditions d'hygiène. Produit vivant le lait est dès sa sortie peuplé de micro-organismes qui vont activement se multiplier, auxquels peuvent s'ajouter des contaminations extérieures. Dans le lait cru on retrouve des bactéries, des levures et des moisissures. Ces

micro-organismes sont indispensables pour l'affinage du fromage, sa maturation, le développement de son arôme. Présents dans les fromages au lait cru ils se retrouvent au banc des accusés. Les Etats-Unis et pays d'Europe du Nord, dont le Royaume-Uni et le Danemark, sont opposés à la fabrication et commercialisation de fromages au lait cru. La France demande que les normes concernant le lait cru soient moins sévères que celles appliquées au lait pasteurisé, sauf bien sûr en ce qui concerne les germes pathogènes. La pasteurisation élimine toute la flore et oblige donc à réintroduire les micro-organismes nécessaires à la transformation du lait en fromage. Si des strictes règles d'hygiène sont appliquées à tous les stades de la fabrication, ce type de fromage au lait cru ne peut être nocif, sa consommation depuis des siècles n'a entraîné à ce jour aucune intoxication mortelle ou de grande envergure. N'assiste-t-on pas plutôt à une bataille commerciale ? Notamment de la part du Danemark qui veut imposer que les fromages ne fassent plus référence à un terroir, ni à une appellation d'origine contrôlée. Il est certes facile de fabriquer des fromages standards à partir de lait pasteurisé, avec l'aide d'additifs divers. Tandis que les fromages traditionnels demandent un savoir-faire, des matières premières d'origine et de qualités spécifiques. On assiste aussi à l'avènement du règne de l'aliment aseptisé, débactérisé, en un mot : stérilisé. Pour respecter ces normes, ou mesures protectionnistes, l'irradiation reste une parade pour les industriels de l'agro-alimentaire.

**Logo fort sympathique retenu
pour faire état d'un produit irradié.
Malgré cette "belle petite fleur"
l'étiquetage n'est toujours pas respecté.**



10. L'OMS ALIBI, OU...

Comment prendre au sérieux une simple étude comparative d'une durée de 7 à 15 semaines sur une population déterminée. Il s'agit là des seules expérimentations faites sur l'homme en ce qui concerne l'ingestion d'aliments irradiés. Dans ce cas comment conclure, comme l'a fait pourtant ce comité mixte d'experts OMS/FAO/AIEA, au fait que l'irradiation des aliments ne pouvait conduire à un risque toxicologique pour l'homme. Seules des expérimentations sur des animaux ont permis cette conclusion de l'OMS/FAO/AIEA, mais même à ce propos il est à noter, selon les termes même de l'OMS : *« si des études poussées sur les animaux ont démontré l'innocuité du blé irradié, que peut-on en déduire sur l'innocuité du seigle ou du riz irradiés par exemple ? De façon analogue, les résultats obtenus avec du poisson irradié et emballé sous vide ? A l'évidence, il faudrait un nombre considérable d'expériences longues et coûteuses sur l'animal, pour pouvoir répondre à toutes les questions qu'on peut se poser sur l'innocuité de l'irradiation »*. Ces propos tenus par l'OMS ont de quoi surprendre, et il est difficile dans ces conditions de ne pas se poser certaines questions. Parmi les intervenants scientifiques ayant vraiment travaillé ce dossier avec le comité mixte d'experts, on retrouve l'AIEA, plus connue sous le nom d'Agence Internationale à l'Energie Atomique... en un mot les tenants et aboutissants de ce programme, ce qui a de quoi surprendre en matière de neutralité scientifique...

Deux arguments en faveur de l'irradiation sont largement développés par l'OMS. Tout d'abord, la possibilité de traiter ainsi les

stocks (céréales, légumineuses, fruits, poissons séchés, etc.) permettant de fournir les pays en voie de développement en denrées alimentaires saines, qui aujourd'hui dépérissent en raison du climat chaud, favorisant la croissance des agents d'altération. Ensuite, le comité mixte d'experts FAO/OMS de la sécurité des produits alimentaires a conclu que les maladies d'origine alimentaire constituent l'une des plus importantes menaces pesant sur la santé humaine, ainsi qu'une cause importante de réduction de la productivité économique. Ce comité relève un pourcentage relativement élevé de produits alimentaires bruts d'origine animale, contaminés par des bactéries pathogènes, d'où la fréquence des toxi-infections alimentaires. Il cite, parmi les facteurs responsables de la progression de cette catégorie de maladies, le développement effréné de l'élevage en masse d'animaux de boucherie, la pollution de l'environnement, la production massive d'aliments d'origine végétale... L'OMS considère que *« la viande et les produits carnés jouent aussi un rôle important dans les infections telles que la trichinose et la toxoplasmose dont les agents respectifs sont un nématode et un parasite protozoaire. Selon une estimation prudente, le coût des soins médicaux et de la perte de production associé aux grandes maladies que propagent la viande et la volaille contaminées représente, rien qu'aux Etats-Unis, au moins un milliard de dollars par an »*. L'OMS semble avoir compris les données des problèmes qui se posent à l'aube du 21^{ème} siècle, mais sa réponse n'est pas d'essayer de freiner cette course à la productivité et aux choix alimentaires mais au contraire d'adapter des solutions permettant d'intégrer ces réalités à la vie quotidienne ; en résumé, nettoyer ce qui n'est pas sain au lieu de produire des aliments de meilleure qualité. Pour l'aide aux pays en voie de développement, il est à considérer que dès aujourd'hui des milliers de tonnes d'aliments stockés sont détruits volontairement afin de maintenir les cours du marché et que rien n'empêche ces pays destructeurs de denrées alimentaires de fournir ces réserves aux pays du tiers-monde. Connaissant le coût de traitement par irradiation, il semble peu probable d'assister demain avec l'utilisation de cette technique à un geste de solidarité plus conséquent. Les partisans de

cette technique mettent en avant les diverses réunions du Comité mixte d'experts de l'OMS/FAO/AEIA, et plus particulièrement celle de Novembre 1980 à Genève. L'OMS suite à cette réunion, a considéré que *« l'irradiation d'aliments jusqu'à une dose globale moyenne de 10 kGy ne présente aucun risque d'ordre toxicologique, il s'ensuit que l'examen toxicologique des aliments ainsi traités n'est plus nécessaire »*. Or, l'OMS dans un même temps, indique clairement dans ses notes sur l'irradiation des aliments : *« On cite fréquemment une étude dans laquelle on a administré des aliments irradiés à des enfants comme preuve du danger de ces aliments pour l'homme. Chez de jeunes Indiens souffrant de malnutrition, l'adjonction à leur ration pendant 4 à 6 semaines de blé récemment irradié a été suivie d'un plus grand nombre d'altérations chromosomiques que lorsque le blé irradié avait été stocké au préalable pendant 12 semaines. Plusieurs études d'alimentation menées sur des animaux dans le même pays et à d'autres endroits n'ont pas confirmé ces résultats. Un comité mixte AIEA/FAO/OMS d'experts sur la salubrité des aliments irradiés a examiné la question en 1976 et a conclu que la signification des altérations chromosomiques signalées n'étaient pas claires car la fréquence naturelle de ce type d'altération est extrêmement variable. D'ailleurs, en faisant consommer à des volontaires chinois plusieurs aliments irradiés pendant 7 à 15 semaines, aucun signe d'effet nocif pour la santé n'a été constaté, en particulier aucune altération chromosomique »*. L'OMS recommande également un étiquetage spécifique des aliments irradiés afin que le consommateur puisse en connaissance de cause choisir ou non de consommer un produit ainsi traité. Il précise par ailleurs que les pays qui envisagent d'adopter cette technique ou d'en développer l'emploi doivent être prêts à rechercher une participation active des consommateurs afin de diffuser au mieux une information claire, précise et pratique...

GLOSSAIRE

Unités d'énergie : un électron-volt (eV) est l'énergie acquise par un électron accéléré par une différence de potentiel de 1 volt. On compte le plus souvent en millions d'électrons-volt (Méga-électron-Volt = MeV).

Unités d'activité radionucléaire : l'unité est le becquerel (Bq) qui mesure l'activité d'une quantité de nucléides radioactifs pour laquelle le nombre de transitions nucléaires spontanées est égal à une par seconde, la nature du rayon émis n'intervenant pas. L'ancienne unité était le curie (Ci) qui correspond à l'activité de 1 gramme de radium, c'est à dire $3,7 \cdot 10^{10}$ désintégrations/sec : $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.

Unités d'absorption : on comptait autrefois en rad, un rad reçu correspondant à l'absorption de 100 ergs par gramme de matière. Depuis le 1^{er} janvier 1978 l'unité est le Gray (Gy), dose de rayonnement qui absorbée par 1 kg de matière lui communique une énergie de 1 joule; on a ainsi $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rads}$ et $1 \text{ kGy} = 100\,000 \text{ rads}$.

Rayonnement bêta : correspondant à des faisceaux d'électrons produits dans le cas de l'irradiation des aliments à partir de générateurs type Van der Graaf. Electrons à haute énergie dont le plafond est réglementairement limité à 10 Mev, évitant ainsi une induction de radioactivité dans les aliments traités. Ces particules sont directement ionisantes mais ayant une charge électrique, elles interagissent fortement avec la matière et sont donc peu pénétrantes. Des électrons de 10 MeV pénètrent de 3,5 cm/d, d étant la densité du produit considéré comme homogène.

Rayonnement X : rayonnements électromagnétiques de longueur

d'onde comprise entre 10^{12} et 10^7 m produits par bombardement, dans un vide très poussé, d'une cible métallique par un faisceau d'électrons accélérés. C'est un rayonnement photonique qui interagit moins avec la matière que les rayonnements corpusculaires et pénètre donc plus : 12 cm/d. De faibles rendements de conversion électrons-rayons X et des problèmes de reproductibilité du traitement font qu'actuellement ce type de rayonnement est peu utilisé en radioconservation. La puissance des installations est actuellement limitée à 5 MeV dans ce domaine.

Rayonnement gamma : comme les rayons X, les rayons gammas (Y) sont des ondes électromagnétiques. Photons analogues à ceux de la lumière mais de longueur d'onde plus courte. Ils pénètrent également de 12 cm/d ce qui permet de traiter des produits ayant jusqu'à 24 cm d'épaisseur pour une densité de 1. De plus leur pénétration et leur action ionisante sont très homogènes, c'est la raison pour laquelle ce type de rayonnement est le plus utilisé en radioconservation.

Sigles et abréviations :

OMS	Organisation Mondiale de la Santé
FAO	Food and Agricultural Organisation
AIEA	Atomic International Energy Agency
AEC	Atomic Energy Commission
OAA	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CSHPP	Conseil Supérieur Hygiène Publique de France
ANM	Académie Nationale de Médecine
CIREA	Comité Inter-ministériel des Radio Elements Artificiels
SCSIN	Service Central Sureté des Installations Nucléaires de base

BIBLIOGRAPHIE

L'ionisation des denrées alimentaires, Centre de Prospective et d'évaluation, n°81, janvier 1987.

Food Irradiation, Tony Webb and Tom Lang, London Food Commission, Thorsons publishing Group, 1990.

L'Irradiation des produits alimentaires, OMS/FAO, OMS, 1989.

Ionisation des Produits alimentaires, J. P. Vasseur Coordinateur, Tec et Doc Lavoisier, 1991.

Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine.

Journal Officiel de la République Française.

Bulletin Officiel du ministère de la Santé Publique.

L'ESSENTIEL : l'encyclopédie d'Utovie pour vivre autonomes

dirigée par Jean-Marc Carité, cette encyclopédie de vie pratique, écologique et quotidienne vous permet de mettre facilement en oeuvre l'agriculture, le jardinage et l'élevage biologiques, d'utiliser sans problème les technologies d'habitat sain, d'entretenir, de restaurer, d'améliorer la santé de votre corps et votre équilibre par une alimentation, des remèdes et des règles de vie naturels. Chaque fascicule consacré à un thème particulier, rédigé par un(e) spécialiste, vous apporte l'essentiel des connaissances utiles pour vous rendre autonomes.

TITRES DISPONIBLES

- | | |
|---|---|
| 9. L'Hygiène vitale | 83. La poule pondeuse |
| 27. La Cuisine solaire | 84. Confitures à cuisson douce |
| 30. Planter arbres & haies | 85. Cancer et alimentation |
| 32. L'allaitement maternel | 86. Votre serre facile et productive |
| 43. L'arboriculture fruitière | 87. Les Huiles Essentielles |
| 46/47. L'irradiation des aliments (numér.) | 88. La chèvre |
| 48. Le G.P.L un carburant propre,
économique et sûr. | 89. Vos savons maison bio et naturels |
| 53. Faites votre bière | 90. Vivre centenaire et bien portant |
| 54. Cultivez votre vigne | 91. Sortir de la fatigue chronique |
| 55. Faites votre vin | 92. La Pomme, un aliment remède |
| 56. Faites votre cidre | 93. Faites vos graines bio et libres |
| 61. La radiesthésie | 94. La Géobiologie pour un habitat sain |
| 62. Votre cave à vins | 95. L'Argent colloïdal |
| 63. La menthe | 96. Faites vos lits plantés |
| 64. L'ortie | 97. Construire en bûches |
| 65. Le Feng Shui de la chambre | 98. Faites votre tipi |
| 67. Le jeûne | 99. La dégustation du vin bio |
| 68. Salut, chardon | 100. Faites votre pain maison et bio |
| 70. Les plantes sauvages comestibles | 101. Les aliments fermentés |
| 71. Faites votre vinaigre | 102. Le mouton |
| 73. Faites vos cosmétiques | 103. Le vinaigre de cidre |
| 74. Faites votre mur solaire | 104. Vaccinations, quelles alternatives ? |
| 75. Les plantes associées au jardin
potager bio | 105. Votre santé sans gluten |
| 76. L'argile médicinale | 106. Les plantes médicinales |
| 77. La lavande | 107. Eloge de la bière passion |
| 78. Autoconstruire une maison en
paille | 108. Faites vos apéritifs |
| 79. Votre dos : capital santé à protéger | 109. Les plantes abortives (numérique) |
| 80. Réussir son jardin bio | 110. Comprendre l'intelligence artificielle |
| 81. Les fleurs de Bach | 111. Maraîchage bio 1 (numérique) |
| 82. Vinaigre balsamique et parmesan | 112. Maraîchage bio 2 (numérique) |
| | 113. Maraîchage bio 3 (numérique) |
| | 114. Votre santé par les plantes (1)
numérique |
| | 115. L'agriculture biodynamiste (num) |

retrouvez tous nos titres sur : www.utovie.com

TITRES DISPONIBLES

- 116. Maraîchage bio 4 (numérique)
- 117. Calendrier agricole (numérique)
- 118. Maraîchage bio 5 (numérique)
- 119. La Macrobiotique (numérique)
- 120. Le Miel (numérique)
- 121. Votre santé par les plantes 2 (num)
- 122. Le Boomerang (à paraître)
- 123. Cheminées et récupération d'air
chaud (numérique)
- 124. Le Pain (numérique)
- 125. Energie solaire (numérique)
- 126. Faites votre gaz méthane (numé-
rique)
- 127. Artisanat (1) (numérique)
- 128. Photopiles photovoltaïques (num.)
- 129. Maraîchage bio (6) (numérique)

retrouvez tous nos titres sur : www.utovie.com
les versions numériques y sont proposées gratuitement