



Traitement des denrées alimentaires par ionisation

1. Introduction

Diverses technologies ont été développées pour améliorer la sécurité et la qualité des aliments. Les technologies traditionnelles de conservation sont le chauffage, le séchage, le fumage, le salage, le décapage, généralement complétées par la pasteurisation, la mise en conserve, la congélation, la réfrigération et les conservateurs chimiques. Ces méthodes de conservation acceptées par les consommateurs présentent certains inconvénients, tels que des modifications des propriétés sensorielles et/ou une perte potentielle de nutriments (1).

Il est particulièrement important de répondre à la demande croissante des consommateurs pour des aliments de haute qualité et microbiologiquement sûrs. Les systèmes modernes de gestion de la sécurité alimentaire s'appuient sur une approche de la ferme à la table et impliquent une série d'actions à chaque étape de la chaîne alimentaire. En particulier, en vertu de la législation européenne, les bonnes pratiques d'hygiène et les principes HACCP doivent être appliqués (2). Les mesures visant à contrôler les risques biologiques dans la chaîne alimentaire sont avant tout des mesures préventives visant à éviter la contamination par des agents pathogènes d'origine alimentaire. Les bactéries telles que *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* et *Escherichia coli* de sérotype O157:H7 sont les principales causes d'intoxication alimentaire dans les pays industrialisés (3).

L'idée de traiter par ionisation les aliments semble avoir vu le jour en Allemagne, peu après la découverte de la radioactivité par Henri Becquerel en 1896. Dans les années 1950 et 1960, des expériences de traitement par ionisation à faible et à forte dose ont été menées aux États-Unis (4).

2. Le traitement d'ionisation d'un point de vue physique

Le traitement d'ionisation des aliments est le traitement des aliments par un certain type d'énergie. Le processus consiste à exposer les aliments, emballés ou en vrac, à des doses soigneusement contrôlées de rayonnement ionisant pendant une durée spécifique pour atteindre certains objectifs souhaitables. L'énergie absorbée par les aliments provoque la formation de molécules à durée de vie courte, appelées radicaux libres, qui détruisent les micro-organismes et interagissent également avec d'autres molécules alimentaires. L'inactivation des micro-organismes est due à des dommages causés à des éléments critiques de la cellule, souvent le matériel génétique, qui peuvent être mortels ou empêcher la multiplication de la cellule (5).

Le processus ne peut pas augmenter le niveau de radioactivité naturel de l'aliment, quelle que soit la durée d'exposition ou la dose absorbée. L'ionisation des aliments ne doit pas être confondue avec l'éventuelle contamination radioactive résultant d'un accident nucléaire.

Différentes technologies sont actuellement disponibles et utilisées pour l'ionisation des aliments. L'ionisation consiste à soumettre un aliment à un rayonnement ionisant : rayons gamma (issus de



sources radioactives comme le Cobalt 60 ou le Césium 137), rayons x générés par des sources mécaniques fonctionnant à un niveau d'énergie inférieur ou égal à 5 MeV ou faisceaux d'électrons à très haute énergie (inférieur ou égal à 10 MeV) (6). Le traitement aux rayons ionisant va soit enlever ou ajouter des charges à un atome ou une molécule. L'atome, ou la molécule n'est plus électriquement neutre et forme des ions.

L'ionisation est un traitement physique des aliments permettant de :

- Détruire les micro-organismes, les virus, les bactéries ou les insectes,
- Prévenir la germination des échalotes, des oignons, des pommes de terre et de l'ail,
- Ralentir le mûrissement ou la maturation des fruits et légumes,
- Prolonger la durée de conservation et prévenir les maladies d'origine alimentaire dans la viande, la volaille, les fruits de mer et les herbes aromatiques.

Cette technique peut également réduire les niveaux de la microflore de fond des aliments, y compris les micro-organismes utilisés comme indicateurs de l'hygiène d'un processus. Par conséquent, comme pour tout autre processus de décontamination, l'ionisation pourrait, en théorie, être utilisée pour masquer des processus ou des conditions de récolte non hygiéniques. Pour cette raison, seuls les aliments produits selon de bonnes pratiques agricoles, hygiéniques et de fabrication seront acceptés pour l'ionisation.

Aujourd'hui, l'application de l'ionisation à haute dose de produits alimentaires a été étendue à la stérilisation d'aliments prêts à consommer, aux régimes alimentaires des hôpitaux y compris les aliments destinés aux patients immunodéprimés. Ainsi, les astronautes américains utilisent des aliments ionisés depuis 1972 (7, 8). Son utilisation est limitée mais autorisée dans de nombreux pays. Il n'y a pas de doute sur la sécurité et l'adéquation nutritionnelle des aliments ionisés. Cependant, à fortes doses, une réduction des propriétés sensorielles de certains aliments ionisés a été observée (5, 9).

L'ionisation non autorisée d'une denrée ou l'absence de mention du traitement sur l'étiquette a un caractère de concurrence déloyal voir de fraude en cas de non-étiquetage. Le traitement par ionisation ne peut pas être appliqué à tous les types d'aliments (1).

3. La réglementation

En Europe, le traitement aux rayonnements ionisants à des fins de conservation n'est autorisé que pour quelques aliments, réglementés par les directives 1999/2/CE et 1999/3/CE.

La directive 1999/2/CE couvre les aspects généraux et techniques de la mise en œuvre du processus, l'étiquetage des aliments ionisés et les conditions d'autorisation de l'ionisation des aliments (10). Selon cette directive, l'ionisation des denrées alimentaires peut être utilisée pour réduire l'incidence des maladies d'origine alimentaire en détruisant les organismes pathogènes. Une des conditions préalables à son autorisation est qu'elle ne soit pas utilisée comme substitut aux mesures d'hygiène et de santé ou aux bonnes pratiques de fabrication ou agricoles. La directive 1999/2/CE prévoit également qu'une denrée alimentaire traitée par rayonnements ionisants ne peut être importée d'un



pays tiers que si elle répond aux conditions qui s'appliquent à cette denrée alimentaire et si elle a été traitée dans une installation agréée et répertoriée par la Commission. La Commission effectue des audits dans les pays tiers et les États membres effectuent des contrôles aux points d'entrées dans l'UE pour vérifier la mise en œuvre de ces règles.

Treize États membres (Belgique, Bulgarie, Croatie, République tchèque, Allemagne, Estonie, Espagne, France, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Pologne, Roumanie) disposent, sur leur territoire, d'un total de vingt-quatre installations d'ionisation agréées (11).

La décision 2002/840/CE de la Commission établit une liste des installations d'ionisation situées dans des pays tiers qui sont agréées par la Communauté pour l'ionisation des denrées alimentaires destinées à être importées dans l'UE. Onze installations figurent dans cette liste, situées en Afrique du Sud, en Turquie, en Suisse, en Inde et en Thaïlande (12). Ces installations doivent répondre à des critères spécifiques (6).

Par ailleurs, la directive 1999/3/CE établit une **liste communautaire** des denrées alimentaires et ingrédients alimentaires autorisés pour un traitement par rayonnements ionisants (13). Jusqu'à présent, cette liste ne contient qu'une seule catégorie d'aliments : *les herbes aromatiques séchées, les épices et les assaisonnements végétaux*. La dose globale moyenne de radiation absorbée ne doit pas dépasser 10 (kGy). 1 Gray est équivalent à 1 joule d'énergie absorbée par kilogramme de matière irradiée. La mention « *traité par rayonnements ionisants* » ou « *traité par ionisation* » doit figurer sur l'étiquetage.

Certains États Membres, dont la Belgique, la République tchèque, la France, l'Italie, les Pays-Bas, la Pologne et la Roumanie, autorisent un traitement par ionisation de certaines denrées et ingrédients alimentaires sur leur territoire. La Commission tient à jour une liste des denrées alimentaires pouvant être soumises à un traitement par ionisation dans certains pays membres de l'Union Européenne (14).

Sur le plan national, le règlement grand-ducal du 17 juillet 2000 relatif aux denrées et ingrédients alimentaires traités par ionisation s'applique à la fabrication, à l'importation et à la commercialisation des denrées et ingrédients alimentaires qui sont traités par ionisation (15).

Le traitement des denrées alimentaires ou des aliments pour animaux biologiques ou de matières premières utilisées dans les denrées alimentaires ou dans les aliments pour animaux biologiques par rayonnement ionisant est interdit (16).

L'Administration luxembourgeoise vétérinaire et alimentaire (ALVA) est chargée de la réalisation des contrôles des denrées alimentaires et par conséquent de vérifier le respect de la législation communautaire et nationale (17).

4. Risques liés à l'ionisation

Le traitement des denrées alimentaires par rayonnement ionisant peut être autorisé si :

- Il y a un besoin technologique raisonnable,



- Il ne présente aucun danger pour la santé,
- Il profite aux consommateurs,
- Il ne remplace pas l'hygiène, la santé ou les bonnes pratiques manufacturières ou agricoles.

L'EFSA a mis à jour les conseils scientifiques concernant la sécurité des aliments soumis à une ionisation en 2011. Dans son avis, le groupe scientifique BIOHAZ¹ de l'EFSA a examiné l'efficacité et la sécurité microbiologique du procédé (18), tandis que le groupe CEF² de l'EFSA s'est penché sur les risques possibles associés à la formation de plusieurs substances chimiques résultant de l'ionisation des aliments (19).

L'EFSA a conclu que l'utilisation de l'ionisation des aliments n'engendre pas de risque microbiologique pour le consommateur (20). Bien qu'efficace, la pratique de l'ionisation doit cependant être considérée comme un procédé parmi d'autres pour réduire la présence d'agents pathogènes dans les aliments. L'EFSA signale que l'ionisation devrait faire partie d'un programme intégré de gestion de la sécurité des aliments visant à protéger les consommateurs et comprenant de bonnes pratiques de culture, de fabrication et d'hygiène.

Les experts ont déclaré que la plupart des substances qui se forment dans les aliments à la suite d'une ionisation apparaissent également au cours d'autres types de transformation des aliments, avec des niveaux comparables à ceux observés, par exemple, lors du traitement thermique des aliments.

Ils signalent qu'actuellement, seules des quantités très limitées d'aliments consommés en Europe sont ionisées. Les seuls nouveaux éléments probants pointant vers de possibles effets nocifs pour la santé concernent certaines études récentes signalant des problèmes neurologiques chez des chats nourris exclusivement avec de l'alimentation animale ayant été irradiée à des niveaux extrêmement élevés. Ces effets n'ont été observés que chez les chats (19). Cependant, ni les causes ni le mécanisme pouvant expliquer le développement des problèmes neurologiques observés ne sont clarifiés dans ces études. Des études plus approfondies seraient nécessaires pour évaluer l'éventuelle pertinence de ces études pour la santé humaine.

Les groupes scientifiques recommandent que les décisions concernant les aliments qui peuvent être ionisés ainsi que les doses utilisées (13) ne devraient pas être fondées uniquement sur des catégories prédéfinies d'aliments, comme c'est le cas actuellement, mais aussi sur des facteurs tels que : les bactéries concernées, le niveau requis de réduction bactérienne, l'état de l'aliment (réfrigéré, surgelé ou séché) ou le contenu en graisses ou en protéines de l'aliment. Ils déclarent en outre que les décisions concernant le type d'aliments pouvant être soumis à une ionisation devraient aussi prendre en compte la diversité des produits alimentaires auxquels les consommateurs ont aujourd'hui accès, tels que les aliments prêts à être consommés.

¹ Le groupe BIOHAZ traite de questions relatives aux dangers biologiques associés à la sécurité des aliments et aux toxi-infections alimentaires.

² Le groupe CEF traite de questions concernant la sécurité de l'utilisation de matériaux en contact avec les aliments, des enzymes, des arômes et des auxiliaires technologiques et, également, de questions relatives à la sécurité des procédés.



5. Détection des produits ionisés

Compte tenu du recours à l'ionisation des aliments comme technologie de conservation, un accent particulier est mis sur les méthodes fiables et pratiques capables de détecter les aliments ionisés et de les différencier des aliments non ionisés dans le but de prouver la sécurité sanitaire des aliments. Des méthodes de détection analytique fiables sont donc nécessaires pour contrôler les produits ionisés. La capacité des consommateurs à faire des choix éclairés entre les aliments ionisés et non ionisés dépend principalement d'un étiquetage correct.

Bien qu'il existe plusieurs méthodes de détection (1, 8), les échantillons prélevés au cours de la période 2013 – 2023 par l'autorité compétente ont été analysés en appliquant la thermoluminescence. Il s'agit d'une méthode analytique adaptée à la détection de l'ionisation dans les épices et les herbes séchées contenant une quantité suffisante de minéraux silicatés.

Les minéraux silicatés contenus dans les aliments stockent de l'énergie résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Une première courbe des minéraux isolés est mesurée (« *glow 1* »). Puis, une deuxième courbe (« *glow 2* ») du même échantillon est enregistrée après exposition de ce dernier à des doses fixes de rayonnement. Ainsi, en utilisant le rapport des deux courbes, il est possible de déterminer sans équivoque si des denrées alimentaires ont été traitées par ionisation. Les échantillons ionisés donnent en principe des rapports plus élevés que ceux des échantillons non ionisés (1).

6. Etiquetage

Dans l'Union européenne, les produits ionisés (ou qui contiennent des ingrédients ionisés) doivent porter la mention « *traité par ionisation* » ou « *traité par rayonnements ionisants* » afin de permettre aux consommateurs de faire un choix éclairé (10). Si un produit ionisé est utilisé comme ingrédient (par exemple, des épices sur une pizza), les mêmes mots doivent accompagner sa désignation dans la liste des ingrédients. Pour les produits vendus en vrac, cette mention figure, avec la dénomination du produit, sur une affiche ou sur un écriteau placé au-dessus ou à côté du récipient qui les contient.

L'utilisation du symbole international d'ionisation des aliments « *RADURA* » (**Graphique 1**) est facultative, mais lorsqu'il est utilisé, il doit se trouver à proximité du nom de l'aliment. Ce logo a déjà été introduit en 1972 (21) et a par la suite été repris dans la norme du « *Codex Alimentarius* » de l'Organisation de la santé mondiale (WHO) s'appliquant à l'étiquetage de toutes les denrées alimentaires préemballées (22).



Graphique 1: L'application du symbole international « RADURA » indiquant qu'un produit alimentaire a été traité par ionisation est facultative en Europe.



7. L'ionisation au Luxembourg

L'ALVA se charge de vérifier la bonne application des lois et règlements. Le taux de conformité est très élevé.

Au cours de la période 2013 – 2023, 312 échantillons, répartis sur plusieurs catégories, ont été prélevés et analysés (**Tableau 1**). Au cours de cette période, seulement 6 échantillons étaient non-conformes à la législation en vigueur (**Tableau 2**). En effet, 6 échantillons de compléments alimentaires présentaient des signes d'ionisation. Sur un total de 312 échantillons analysés, le taux de conformité est de 98,1 %.

Matrice	N° d'échantillons
Ail	5
Champignons séchés	25
Compléments alimentaires	67
Échalotes	2
Épices	60
Escargots	3
Fraises	17
Framboises	2
Fruits de mer/Poissons	26
Fruits séchés	25
Herbes aromatiques	10
Infusions	8
Myrtilles	3
Oignons	3
Plats préparés	9
Pommes de terre	10
Superfoods	10
Thés	22
Viandes	5
Grand Total	312

Tableau 1: Nombre d'échantillons prélevés par catégorie pendant la période 2013 – 2023.

Matrices	Conforme		Non conforme		Grand Total
	N°	%	N°	%	
Ail	5	100,0%		0,0%	5
Champignons séchés	25	100,0%		0,0%	25
Compléments alimentaires	61	91,0%	6	9,0%	67
Échalotes	2	100,0%		0,0%	2
Épices	60	100,0%		0,0%	60
Escargots	3	100,0%		0,0%	3
Fraises	17	100,0%		0,0%	17
Framboises	2	100,0%		0,0%	2
Fruits de mer/Poissons	26	100,0%		0,0%	26



Matrices	Conforme		Non conforme		Grand Total
	N°	%	N°	%	
Fruits séchés	25	100,0%		0,0%	25
Herbes aromatiques	10	100,0%		0,0%	10
Infusions	8	100,0%		0,0%	8
Myrtilles	3	100,0%		0,0%	3
Oignons	3	100,0%		0,0%	3
Plats préparés	9	100,0%		0,0%	9
Pommes de terre	10	100,0%		0,0%	10
Superfoods	10	100,0%		0,0%	10
Thés	22	100,0%		0,0%	22
Viandes	5	100,0%		0,0%	5
Grand Total	306	98,1%	6	1,9%	312

Tableau 2: Tableau comparatif des résultats de conformité obtenus par catégorie.

Les compléments alimentaires, testés positifs pour l'ionisation (**Tableau 3**), respectaient tous la limite maximale autorisée de 10 (kGy) pour les ingrédients utilisés (13), mais présentaient des non-conformités quant à l'étiquetage. Aucune mention « traité par ionisation » ou « traité par rayonnements ionisants » n'a été apposée sur l'échantillon où à un ingrédient spécifique comme exigées par la réglementation. L'ionisation est autorisée pour les herbes aromatiques séchées, épices et condiments végétaux (13).

Description	Production	Remarques
Aliment nutritif aux racines et plantes lyophilisés	Non Bio	Pas de mention « traité par ionisation » *
Aliment nutritif aux fruits, champignons et plantes lyophilisés	Non Bio	Pas de mention « traité par ionisation » *
Complément alimentaire à base de plantes	Non Bio	Pas de mention « traité par ionisation »
Complément alimentaire à base de plantes	Non Bio	Pas de mention « traité par ionisation »
Complément alimentaire à base de plantes	Bio	Interdiction d'utilisation de rayonnement ionisant**
Curcuma	Bio	Interdiction d'utilisation de rayonnement ionisant**

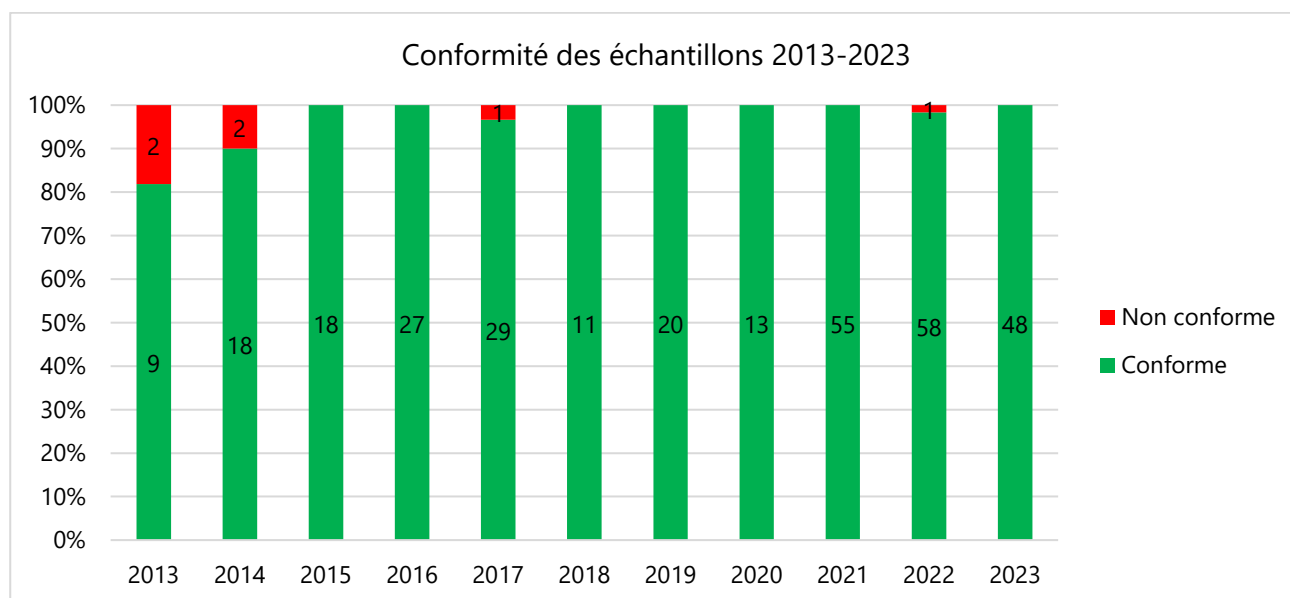
Tableau 3 : Détail des échantillons testés positifs pour l'ionisation au cours de la période 2013 - 2023

Pour deux des échantillons testés positifs (*), le fabricant avait notifié que ses produits ne sont pas ionisés. Souvent les ingrédients viennent de pays tiers. Une ionisation peut dans ces cas avoir lieu en dehors du processus de fabrication et pourrait être due aux mesures de sécurité sanitaire dans le transport ou les entrepôts maritimes. Les producteurs sont dans ces cas obligés de vérifier en interne si une ionisation a eu lieu au cours du transport et dans l'affirmative, le renseigner sur leurs produits.

Le traitement des denrées alimentaires ou des aliments pour animaux biologiques ou de matières premières utilisées dans les denrées alimentaires ou dans les aliments pour animaux biologiques (**) par rayonnement ionisant est interdit selon l'article 10 du règlement (CE) N° 834/2007 (16).



On remarque que l'incidence des échantillons non-conformes diminue au cours de la période d'analyse. En effet, un seul échantillon non-conforme a été détecté au cours des dernières 6 années (**Graphique 2**).



Graphique 2: Répartition des échantillons non-conformes au cours de la période d'analyse. Le nombre des échantillons conformes respectivement non-conformes sont indiqués par année.

8. Conclusions

L'Administration luxembourgeoise vétérinaire et alimentaire (ALVA) est chargée de la réalisation de contrôles officiels dans le domaine des denrées alimentaires et par conséquent de vérifier le respect de la législation communautaire et nationale.

L'ionisation non autorisée d'une denrée ou l'absence de mention du traitement sur l'étiquette a un caractère déloyal.

Le traitement des denrées alimentaires ou des aliments pour animaux biologiques ou de matières premières utilisées dans les denrées alimentaires ou dans les aliments pour animaux biologiques par rayonnement ionisant est interdit.

L'application de la réglementation nécessite des méthodes analytiques fiables en vue de contrôler les produits alimentaires ionisés en matière d'étiquetage. L'étiquetage renforcera la confiance des consommateurs en garantissant leur droit de choisir.

Au cours de la période 2013 – 2023, 312 échantillons ont été analysés au Luxembourg. Seulement 6 échantillons, tous des compléments alimentaires, ont été détectés positifs au cours de la période de 10 ans, avec une diminution de non-conformités (concernant l'étiquetage) au cours des dernières années.



Cependant, l'utilité de la technologie d'ionisation des aliments reste controversée en raison de la perception négative du public et de l'industrie à l'égard de la « technologie nucléaire » et de la salubrité des aliments ionisés.

9. Références

1. R. Stefanova, N. V. Vasilev, S. L. Spasov, Ionisation of Food, Current Legislation Framework, and Detection of Irradiated Foods. *Food Analytical Methods* **3**, 225-252 (2010).
2. Le parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, Règlement 852/2004/CE du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/852/2009-04-20>
3. T. Bintsis, Foodborne pathogens. *AIMS Microbiol* **3**, 529-563 (2017).
4. I. Carreño, P. R. Vergano, Food Ionisation: The EU Regulatory Framework, Risk Assessment and International Trade Considerations. *European Journal of Risk Regulation* **3**, 373-392 (2012).
5. S. D. Pillai, S. Shayanfar, Electron Beam Technology and Other Irradiation Technology Applications in the Food Industry. *Top Curr Chem (Cham)* **375**, 6 (2017).
6. International Atomic Energy Agency, *Manual of good practice in food irradiation : sanitary, phytosanitary and other applications. Technical reports series n°481* (2015).
7. M. Cooper, G. Douglas, M. Perchonok, Developing the NASA Food System for Long-Duration Missions. *Journal of Food Science* **76**, R40-R48 (2011).
8. E. Zanardi, A. Caligiani, E. Novelli, New Insights to Detect Irradiated Food: an Overview. *Food Analytical Methods* **11**, 224-235 (2017).
9. C. P. Feliciano, High-dose irradiated food: Current progress, applications, and prospects. *Radiation Physics and Chemistry* **144**, 34-36 (2018).
10. Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, Directive 1999/2/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 février 1999 relative au rapprochement des législations des États membres sur les denrées et ingrédients alimentaires traités par ionisation, <http://data.europa.eu/eli/dir/1999/2/2008-12-11>
11. Parlement européen et le Conseil de l'Union Européenne, Liste des unités agréées pour le traitement par ionisation des denrées et ingrédients alimentaires dans les États membres, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1706698262627&uri=CELEX%3A52019XC0130%2801%29#document1>
12. Commission Européenne, Décision de la Commission du 23 octobre 2002 portant adoption de la liste des unités agréées dans les pays tiers pour l'irradiation des denrées alimentaires, <http://data.europa.eu/eli/dec/2002/840/2022-01-28>



13. Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, Directive 1999/3/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 février 1999 établissant une liste communautaire de denrées et ingrédients alimentaires traités par ionisation, <http://data.europa.eu/eli/dir/1999/3/oj>
14. Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, Liste des autorisations des États membres relatives aux denrées et ingrédients alimentaires pouvant être soumis à un traitement par ionisation, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1706698576418&uri=CELEX%3A52009XC1124%2802%29>
15. LEGILUX, Règlement grand-ducal du 17 juillet 2000 relatif aux denrées et ingrédients alimentaires traités par ionisation., <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2000/07/17/n2/jo>
16. Conseil de l'Union Européenne, Règlement (CE) N° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le règlement (CEE) no 2092/91, <http://data.europa.eu/eli/reg/2007/834/oj>
17. LEGILUX, Loi du 8 septembre 2022 portant création et organisation de l'Administration luxembourgeoise vétérinaire et alimentaire et portant modification: 1°de la loi modifiée du 21 novembre 1980 portant organisation de la Direction de la santé; 2°de la loi modifiée du 19 mai 1983 portant réglementation de la fabrication et du commerce des aliments des animaux; 3°de la loi du 28 juillet 2018 instaurant un système de contrôle et de sanctions relatif aux denrées alimentaires., <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/09/08/a502/jo>
18. EFSA Panel on Biological Hazards, Scientific Opinion on the efficacy and microbiological safety of ionisation of food. *EFSA Journal* **9** (2011).
19. EFSA Panel on Food Contact Materials Enzymes Flavourings and Processing Aids (CEF), Scientific Opinion on the Chemical Safety of Irradiation of Food. *EFSA Journal* **9** (2011).
20. European Food Safety Authority, Statement summarising the Conclusions and Recommendations from the Opinions on the Safety of Irradiation of Food adopted by the BIOHAZ and CEF Panels. *EFSA Journal* **9** (2011).
21. D. A. E. Ehlermann, The RADURA-terminology and food irradiation. *Food Control* **20**, 526-528 (2009).
22. Codex Alimentarius, *General standard for the Labelling of Prepackaged Foods*, CXS 1-1985, 1985. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B1-1985%252FCXS_001e.pdf

Cette fiche se base sur les dernières connaissances scientifiques connues au moment de sa création. En cas de litige, la réglementation alimentaire fait foi.