USAGES MÉCONNUS DES RAYONNEMENTS

© C2RMF, Dupont

© ASN et IRSN — sous la direction de : Geneviève Baumont, Emmanuel Bouchut, Olivier Javay
Conception : Âme en science, La Fabrique-créative, Phélizon consultant — Illustrations et BD infographie — Dessin de la mascotte : Thomas Cabellic
Reproduction interdite sans l'accord de l'ASN/IRSN

asn AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

IRSN INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

9 | 1

DES USAGES INSOUPÇONNÉS

Les rayonnements sont utilisés dans la vie quotidienne. Leurs applications doivent être CONTRÔLÉES, notamment POUR PROTÉGER les professionnels qui les mettent en œuvre.

Détecter / mesurer

Les rayonnements sont plus ou moins absorbés par les matériaux qu'ils traversent. On se sert de cette propriété pour révéler l'intérieur d'objets, c'est la radiographie, ou encore pour contrôler les niveaux d'un liquide ou l'épaisseur d'un matériau.

Assainir / stériliser

Les rayonnements ont la capacité de détruire les micro-organismes. Ils permettent une meilleure conservation des produits, par exemple en empêchant la germination des bulbes et tubercules ou en éliminant les insectes parasites.

La radioactivité est également utilisée pour détruire les micro-organismes et assainir des objets anciens en ethnologie ou en archéologie, afin d'améliorer leur conservation ou pour le matériel médical.

Dater / préserver

La radioactivité d'un matériau décroît au cours du temps. La radioactivité peut ainsi servir à dater des objets et des fossiles. Le carbone 14 permet de déterminer l'âge d'objets jusqu'à 50 000 ans. D'autres radioéléments permettent de donner un âge à des événements de l'histoire de la Terre, de son climat et des êtres vivants qui l'ont habitée.

Transformer / propulser

La radioactivité peut être utilisée pour provoquer des réactions chimiques et permettre l'élaboration de matériaux plus légers et plus résistants pour des prothèses, câbles électriques, pièces pour l'aéronautique ou encore ustensiles de cuisine en Téflon.

Par ailleurs, les sondes et robots d'exploration spatiale et les satellites sont équipés de piles très longue durée contenant une source radioactive. En raison du besoin d'autonomie, certains navires comme les sous-marins, les porte-avions, les brise-glace sont dotés d'un moteur nucléaire.

Les rayonnements constituent une véritable boîte à outil ! Ils peuvent aussi bien révéler l'invisible, assainir les aliments, dater des œuvres d'art que propulser des navires militaires et envoyer des sondes aux confins du système solaire.

DÉTECTER, MESURER

Les rayonnements sont plus ou moins arrêtés selon la DENSITÉ DES MATÉRIAUX. Ils constituent donc un excellent moyen pour SONDER, MESURER et CONTRÔLER.

La Vénus de Milo est exposée aux rayons qui révéleront les fragilités de son anatomie.

Des techniciens préparent un tir de gammagraphie pour inspecter une lourde pièce de chaudronnerie. Ils ont été spécifiquement formés et vont s'éloigner au moment du tir.

La gammagraphie

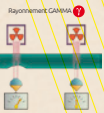
La gammagraphie permet, à l'aide d'un appareil portable contenant une source radioactive, d'apprécier les défauts d'un matériau ou d'une soudure. Cette technique utilise principalement des sources d'iridium 192 et de cobalt 60.

LES RISQUES POUR LES TRAVAILLEURS

Certaines applications industrielles utilisent des sources de haute activité. Ces sources représentent des risques d'exposition élevée comme par exemple la gammagraphie.

Les jauges radioactives, comment ça marche ?

D'un côté, une source émet des rayons. De l'autre, un dispositif de détection mesure la quantité de rayons ayant traversé l'objet. L'absorption des rayons dépend de l'épaisseur traversée et de la structure du matériau.



Des contrôles de toutes sortes

Les rayonnements sont utilisés dans de nombreux domaines industriels pour contrôler, détecter et mesurer.

Voici quelques exemples :

Jauges radioactives (krypton 85, césium 137, américium 241, cobalt 60, prométhium 147) :

Des faisceaux de rayonnements issus de sources radioactives sont utilisés pour contrôler l'épaisseur des tôles de voiture dans des chaînes de laminage, le grammage des feuilles dans l'industrie papetière, les niveaux de pétrole dans les tours de raffinage ou encore le remplissage des briquets ou de fûts de bière.

Prototypage de moteurs :

Un pièce mécanique cruciale est rendue légèrement radioactive par irradiation. L'usure de la pièce durant le fonctionnement engendre un dépôt de matière radioactive dans l'huile de lubrification. L'huile est analysée pour déterminer la perte de métal et donc la vitesse d'usure de la pièce.

Détecteur à fluorescence X :

Des détecteurs dotés d'une source radioactive sont utilisés pour contrôler la présence de plomb dans les peintures de logements (diagnostic immobilier) ou pour déterminer la composition des minéraux et de métaux.

Qualité de l'air :

La teneur en poussière de l'air peut être mesurée à l'aide de rayonnements sur un filtre de prélèvement.

ASSAINIR, STÉRILISER

Dans L'AGRO-ALIMENTAIRE et dans la SANTÉ, on utilise les rayonnements pour détruire les MICRO-ORGANISMES.

Améliorer la conservation

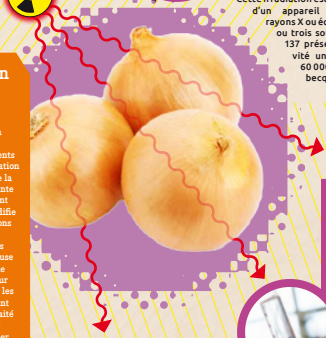
Les oignons ou échalotes peuvent être irradiés pour inhiber leur germination afin qu'ils se conservent plus longtemps ; les légumes et les fruits secs peuvent être irradiés pour la désinsectisation.

Les fruits frais ne sont pas irradiés en France.

Sécuriser les transfusions

Comme pour l'alimentation, l'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour rendre inactives certaines cellules susceptibles d'entraîner une maladie mortelle chez les patients transfusés.

Cette irradiation est réalisée à l'aide d'un appareil émettant des rayons X ou équipé d'une, deux ou trois sources de césium 137 présentant une activité unitaire d'environ 60 000 milliards de becquerels.



Pourquoi l'oignon irradié n'est pas radioactif ?

On parle d'irradiation lorsque la source radioactive est située à l'extérieur et que les rayonnements traversent les produits. L'irradiation s'arrête lorsque l'on s'éloigne de la source. Elle n'est pas contaminante en temps que tel. Le rayonnement ne fait que passer même s'il modifie certaines cellules. Si les radiations sont dangereuses pour l'homme c'est parce qu'elles modifient ses cellules et non directement à cause de la radioactivité qui ne fait que passer. C'est d'ailleurs le cas pour les radiothérapies qui modifient les cellules cancéreuses en cherchant à les détruire, mais le patient traité n'est en aucune façon radioactif après les soins… Pour contaminer quelqu'un ou quelque chose il faut que la radioactivité soit véhiculée par des gaz ou des matières solides (poussières) qui se déposent ou sont ingérés.

Plusieurs techniques d'irradiation

Le faisceau d'électrons : issu d'un accélérateur de particules, il est très efficace mais traite les produits un à un.

Les rayons gamma : issus d'une source radioactive de cobalt 60, ils sont capables de traiter une grande quantité de produit et avec fiabilité, grâce à leur pouvoir pénétrant.

Il existe 6 irradiateurs en France, qui traitent chaque année environ 3000 tonnes de produits.

Stériliser

Des aliments, des matières premières pharmaceutiques et des dispositifs médicaux sont également traités pour détruire les micro-organismes.

Les rayonnements, en particulier les rayons gamma du cobalt 60, entraînent des ruptures de liaisons chimiques lors de leurs interactions avec le vivant. Ce qui permet d'éliminer à froid, et avec une grande fiabilité, les bactéries, les moisissures et les parasites.

Leur pouvoir pénétrant garantit un traitement effectif et total du produit.

En débat

IRRADIER LES ALIMENTS ?

Les partisans de l'irradiation considèrent que cette méthode est moins néfaste que d'autres modes de conservation des aliments car elle limite notamment l'usage de produits chimiques et réduit le risque de contamination par un organisme pathogène.

Cependant, la quantité de denrées traitées par ionisation tend à diminuer chaque année.

En France, comme en Europe, toute denrée irradiée doit porter la mention « traité par rayonnements ionisants » ou « traité par ionisation ».

En pratique, cette signalétique n'apparaît quasiment jamais au consommateur dans la mesure où les ingrédients irradiés sont le plus souvent incorporés dans des plats préparés où ils sont mélangés à d'autres non irradiés.

Enfin, des controverses persistent sur la possibilité de création de substances toxiques. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA) n'a pas retenu comme concluant les résultats des études tendant à démontrer le caractère mutagène ou cancérogène de l'irradiation des aliments mais s'interroge sur les atteintes neurologiques observées chez des chats nourris avec des aliments fortement irradiés.

DATER, PRÉSERVER

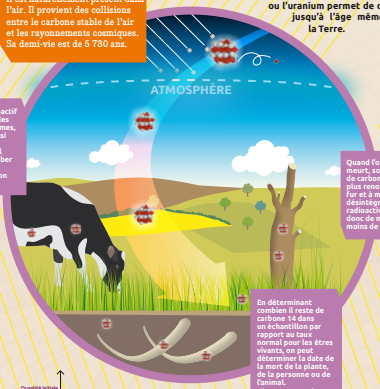
La radioactivité présente NATURELLEMENT dans un objet peut servir de traceur pour le DATER ou L'ANALYSER.

Dater

La radioactivité décroît au cours de temps et peut ainsi servir de chronomètre pour dater des objets. La mesure du carbone 14 permet par exemple de donner un âge précis aux momies et squelettes retrouvés par les archéologues. L'analyse d'autres éléments, comme le plomb, le potassium, l'argon ou l'uranium permet de dater jusqu'à l'âge même de la Terre.

Le carbone 14

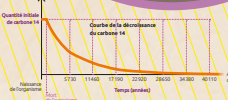
Il est naturellement présent dans l'air. Il provient des collisions entre le carbone stable de l'air et les rayonnements cosmiques. Sa demi-vie est de 5 730 ans.



Le carbone radioactif est absorbé par les plantes, les hommes, les animaux. Aussi longtemps que l'organisme vit, il continue d'absorber du carbone 14, dont la proportion reste fixe.

Quand l'organisme meurt, son stock de carbone 14 n'est plus renouvelé : au fur et à mesure des désintégrations radioactives, il reste donc de moins en moins de carbone 14.

En déterminant combien il reste de carbone 14 dans un échantillon par rapport au taux normal pour les êtres vivants, on peut déterminer la date de la mort de la plante, de la personne ou de l'animal.
C'est comme cela que l'on peut déterminer depuis quand est mort un mammouth.



Au bout de 50 000 ans, l'essentiel du carbone 14 a disparu : c'est la limite de la datation.

Préserver

Les rayonnements sont adaptés pour la désinsectisation et désinfection de mobilier, de statues ou encore de momies. La désinsectisation consiste à stériliser ou détruire des insectes qui s'attaquent aux bois anciens. La désinfection vise à détruire champignons, moisissures et autres parasites. Cela demande des doses plus importantes.

Les plantes, les hommes et les animaux sont naturellement radioactifs. Une fois morts, ils perdent cette radioactivité progressivement. On peut se servir de ce phénomène pour dater par exemple des squelettes, des momies ou des objets en bois ou en tissu.

Tous droits réservés

TRANSFORMER, PROPULSER

Les rayonnements peuvent servir à MODIFIER DES MATÉRIAUX mais aussi à PROPULSER des navires et des sondes spatiales.

Transformer

En irradiant des matériaux, on peut modifier leurs propriétés pour les rendre, par exemple, plus légers ou plus résistants. Ils ne deviennent pas radioactifs pour autant.

Revêtements en Téflon

Les revêtements des poêles en Téflon sont formés de micro-grains obtenus par irradiation.

Vulcanisation des pneus

L'élasticité et la résistance des pneus peuvent être améliorées par irradiation.

Nanostructuration

A l'aide d'un irradiateur, on peut sculpter la matière à une échelle très petite, celle du nanomètre (10^{-9}m). Les applications des nanostructures sont nombreuses : implants médicaux miniatures, circuits électroniques microscopiques ou encore nouvelles batteries à chargement ultra-rapide.

Protection du bois

Les résines de protection du bois peuvent être renforcées par irradiation. Le parquet de la grande galerie de l'évolution du muséum d'Histoire naturelle de Paris a été ainsi traité pour le protéger des nombreux passages des visiteurs.

Couches pour bébé

L'effet des radiations peut changer la structure moléculaire de certains matériaux en leur permettant par exemple d'absorber des quantités considérables de liquide. Cette propriété a été mise à profit pour fabriquer des couches très absorbantes.

Durcissement des plastiques

Les étuis en plastique de jeux de cartes, les emballages, ou encore les gaines de câbles électriques sont irradiés pour augmenter leur résistance aux agents chimiques, à la chaleur…

La pile atomique

Les sondes spatiales d'exploration ou les rovers martiens ont besoin d'une source d'énergie stable, de longue durée et qui ne nécessite pas de maintenance. Ils sont équipés d'une pile atomique : c'est un générateur qui produit de l'électricité à partir de la chaleur, chaleur produite elle-même par la désintégration radioactive de matériaux riches en plutonium 238.

Propulser

La radioactivité peut être une source d'énergie pour des navires ou machines d'exploration spatiale.

Le réacteur nucléaire

Certains sous-marins, brise-glace et porte-avions sont mus par des réacteurs nucléaires qui fonctionnent comme les centrales. Les avantages de la propulsion nucléaire par rapport à la propulsion classique sont une plus grande autonomie, un encombrement plus faible (pas de réservoir de carburant) et une puissance considérable. Elle comporte cependant des enjeux de sûreté.

HIER AUTORISÉS… AUJOURD´HUI INTERDITS

La radioactivité était utilisée autrefois dans nombre d'objets aujourd'hui INTERDITS. Il vaut mieux s'en séparer, l'Andra les collecte.

La radioactivité pour se régénérer ?

Commercialisées dans les années 20 et 30, ces carafes dans lesquelles on insérait des capsules de sels de radium étaient censées délivrer une eau revigorante. Un grand sportif de golf américain en est mort prématurément.

La radioactivité pour être belle…

Au début des années 30, une crème de beauté au radium et au thorium sort sur le marché. Nommée Tho-Radia, elle promettait d'embellir les femmes en effaçant leurs rides. En 1937, le radium et le thorium sont classés comme substances vénéneuses, mettant fin à la l'aventure « miraculeuse » de la marque.

La radioactivité pour mieux voir

Dans les années 20, on utilisait le radium dans les peintures luminescentes de montres, de réveils et d'instruments d'avion, pour une utilisation nocturne. Les femmes qui peignaient dans les usines ces objets ont développé des cancers et des nécroses de la mâchoire car elles affinaient leur pinceau avec les lèvres.

La radioprotection évolue encore

• Jusque dans les années 80, des paratonnerres radioactifs ont été installés sur les toits. Ils sont interdits depuis 1987 mais certains demeurent en place.

• Jusqu'au début des années 2000, les détecteurs de fumées incorporant une source radioactive ont été largement utilisés. Depuis quelques années, de nouvelles technologies aussi fiables mais sans risques ont fait leur apparition.

En situation normale, ni l'un ni l'autre ne présentent de danger pour la santé des personnes. Cependant, ils peuvent présenter des risques s'ils sont détériorés ou manipulés.

L'INAPARAD : LE SITE OFFICIEL DE L'INVENTAIRE NATIONAL DES PARATONNERRES RADIOACTIFS
http://www.paratonnerre-radioactif.fr/

Aujourd'hui

L'ajout de substances radioactives est interdit dans les produits de consommation et de construction. Des dérogations sont possibles mais demeurent exceptionnelles.

L'usage de la radioactivité n'est justifié que s'il n'existe pas de technique équivalente.

La radioactivité pour guérir

Les objets au radium à usage médical (ORUMs) étaient très répandus au début du 20ème siècle. Aiguilles, sondes, compresses au radium équipaient les bureaux des chirurgiens et des radiologues. Ces objets sont parmi les plus actifs et donc les plus dangereux. Si vous en avez, il faut vous en débarrassser auprès de l'Andra.

POUR PLUS D'INFORMATION SUR LE PROCESSUS DE COLLECTE
http://www.andra.fr/produitsvieux/

Lorsque l'on a découvert la radioactivité, on pensait qu'elle pouvait rendre plus beau et en meilleure santé. Au siècle dernier, de nombreux objets au radium étaient en vente libre. Aujourd'hui, ils sont interdits.

LA DOSE EST DANS LE PRÉ

Les ANIMAUX de compagnie et d'élevage bénéficient également des utilisations médicales des rayonnements.

Soigner les animaux de compagnie…

16000 vétérinaires répartis dans près de 6000 centres en France sont équipés d'appareils émettant des rayons X.

Comme les humains, les animaux peuvent subir des chocs ou faire des chutes. La radiographie est dans ce cas tout aussi utile pour localiser et traiter les éventuelles fractures.

Les animaux de compagnie sont aussi exposés, comme nous, au risque de cancer. Ils peuvent être diagnostiqués et traités avec les mêmes techniques de radiothérapie que les humains.

… Et les grands animaux

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille requièrent des équipements et des locaux spécialement aménagés et des générateurs de rayon X portables.

La radiographie mobile

La réalisation d'un radiodiagnostic mobile équivaut à la présence de plusieurs personnes, principalement pour maintenir l'animal ou les appareils. Ces pratiques doivent être réglementées et surveillées pour protéger tous les intervenants des dangers des rayonnements ionisants.

Hé ! Je peux bénéficier de toute cette technologie moi aussi ? C'est fantastique ! Mais j'ai bien retenu la leçon : les rayonnements sont à double tranchant, il faut surveiller les doses et se protéger des rayonnements.