

Contexte

Le laboratoire de la CRIIRAD a procédé en mars 2015 à des contrôles radiologiques sur des pendentifs Quantum Science à la demande d'une société qui souhaitait les importer des États-Unis pour les distribuer en France. Les analyses ont révélé la présence de niveaux élevés de matières radioactives et des niveaux d'irradiation préoccupants. Après avoir pris connaissance des conclusions du rapport d'étude, le distributeur a indiqué à la CRIIRAD qu'il renonçait à commercialiser ces produits. Un problème similaire s'étant posé quelques années plus tôt, la CRIIRAD a souhaité enquêter afin de déterminer si des objets de ce type pouvaient se retrouver sur le marché français. La réglementation interdit en effet tout ajout intentionnel de substances radioactives dans les objets de consommation. Des dérogations peuvent éventuellement être accordées mais les bijoux font partie de la liste des produits pour lesquels l'interdiction ne peut pas être levée.



Des produits quasi miraculeux

Commercialisés sous diverses appellations – pendentifs énergétiques, pendentifs d'énergie quantique, pendentifs d'énergie scalaire ... – ces produits sont censés apporter bien-être et santé aux consommateurs : apport de vitalité, traitement des douleurs, du stress, des insomnies, renforcement des défenses immunitaires, ralentissement du processus de vieillissement, prévention du cancer... la liste des effets bénéfiques paraît sans fin. Ces objets sont également recommandés pour les **enfants** (amélioration des capacités de concentration et des résultats scolaires) ou encore pour les **sportifs** qui souhaitent booster leurs performances. Des vidéos en ligne sont supposées « démontrer » les gains en souplesse, force et équilibre apportés immédiatement par le port du pendentif¹.

Il est très facile de se procurer ces objets sur le web, à des prix variant typiquement entre 20 et 50 €. D'après les informations disponibles, ils sont généralement fabriqués en **Chine**, dans la province de Guangdong, et importés en France, directement ou via les États-Unis et d'autres pays européens.

La céramique serait fabriquée à partir de « **lave volcanique japonaise** »² sans qu'il soit possible de savoir ce que recouvre exactement cette appellation. L'élément essentiel est que les matières premières utilisées ont la **capacité d'émettre des ions** portant des charges électriques négatives. De nombreuses photos, montrant le résultat de mesures effectuées à l'aide d'appareils compteurs d'ions, attestent de la réalité des émissions.

¹ Voir par exemple : http://www.dailymotion.com/video/xdogua_test-equilibre-quantum-science_webcam (un regard critique permet de repérer quelques failles dans la « démonstration »).

² Certains sites américains font référence à de la lave « islandaise » (après Fukushima, la mention « japonaise » était peut-être contre-productive) et un site canadien précise que la céramique est fabriquée au Brésil.

Les notices de présentation soulignent que les objets peuvent être portés en continu, de jour comme de nuit, y compris sous la douche. Plus durable l'exposition, meilleurs les effets. **Absolument rien ne met en garde contre la présence de produits radioactifs et certaines notices précisent même que ces objets ne sont pas radioactifs et n'émettent pas de radiations.** La commercialisation s'effectue au vu et au su de tous, comme si elle était parfaitement légale.

Les contrôles effectués par le laboratoire CRIIRAD

Caractérisation radiologique

Des analyses par spectrométrie gamma ont permis d'identifier et quantifier les produits radioactifs présents. Les radionucléides présents en concentration anormalement élevée sont d'origine naturelle : ils appartiennent à la chaîne de désintégration de l'uranium 238 (chaîne composée de 14 radionucléides) et du thorium 232 (composée de 10 radionucléides). Les activités de l'uranium 238 et de ses descendants sont de l'ordre de 100 fois à 1 000 fois supérieures aux concentrations typiques de l'écorce terrestre³. L'écart est encore plus important pour la chaîne du thorium 232 : les activités mesurées sont de l'ordre de 500 fois à 5 000 fois supérieures à la concentration moyenne des roches⁴.

Résultats des analyses par spectrométrie gamma effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD

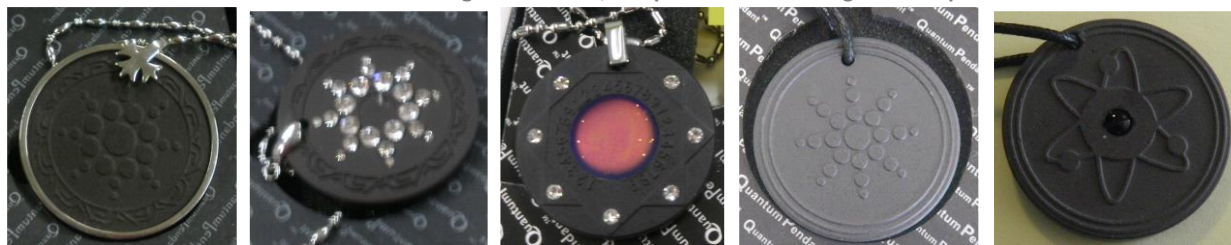
Activités en Bq/kg	Pendentif n°1	Pendentif n°2	Pendentif n°3	Pendentif n°4	Pendentif n°5
Chaîne de l'uranium 238					
Thorium 234	5 500 ± 900	6 400 ± 1 000	5 400 ± 1 000	30 000 ± 11 000	16 400 ± 2 800
Radium 226	3 230 ± 380	4 510 ± 500	2 950 ± 500	27 000 ± 8 000	13 200 ± 1 500
Plomb 214	3 420 ± 400	4 900 ± 500	3 150 ± 500	29 000 ± 9 000	14 100 ± 1 600
Bismuth 214	3 050 ± 360	4 100 ± 450	2 760 ± 450	25 000 ± 8 000	12 300 ± 1 400
Plomb 210 *	1 580 ± 350	1 870 ± 320	1 270 ± 320	9 500 ± 3 400	5 100 ± 1 200
Chaîne du thorium 232					
Actinium 228	17 800 ± 2 000	24 300 ± 2 600	16 500 ± 2 600	180 000 ± 60 000	81 000 ± 9 000
Plomb 212	22 900 ± 2 400	32 800 ± 3 300	21 500 ± 3 300	230 000 ± 70 000	94 000 ± 10 000
Thallium 208	6 700 ± 700	9 400 ± 1 000	6 100 ± 1 000	67 000 ± 20 000	26 600 ± 2 800

*Activités probablement sous-évaluées du fait des phénomènes d'atténuation des rayonnements au sein des échantillons.

Les activités massiques totales (somme des activités des 24 radionucléides) varient de **230 000 Bq/kg** pour le médaillon le moins actif à **2 400 000 Bq/kg** pour le plus actif⁵. Ces caractéristiques apparentent les constituants de ces objets à du **minerai** radioactif. Au sens de la réglementation, il s'agit bel et bien de « **matières radioactives** ».

S'il s'agissait de déchets, ils entreraient dans la catégorie des déchets radioactifs, et plus précisément dans la catégorie des déchets radioactifs FA-VL qui doivent être stockés dans des sites contrôlés spécialement conçus pour garantir leur confinement : FA (faible activité) et non pas TFA (très faible activité) car les concentrations sont systématiquement supérieures à 100 000 Bq/kg ; VL (vie longue) et non pas VC (vie courte) car les radionucléides qui pilotent l'évolution de la radioactivité ont des périodes radioactives extrêmement longues : 4,5 milliards d'années pour l'uranium 238 et 14 milliards d'années pour le thorium 232 !

Le laboratoire de la CRIIRAD a procédé à des contrôles sur différents modèles, avec et sans incrustations, tous de forme ronde et de couleur gris anthracite, comportant au verso la gravure « quantum science ».



³ Moyenne pondérée retenue par l'UNSCEAR (rapport 2000) pour l'uranium 238 = 33 Bq/kg. À noter que l'uranium 235 et ses descendants sont également présents mais avec des activités de l'ordre de 22 fois inférieures.

⁴ Activités massiques de référence retenues par l'UNSCEAR (rapport 2000) pour le thorium 232 = 30 Bq/kg pour la valeur médiane ; 45 Bq/kg pour la moyenne pondérée.

⁵ Prise en compte des chaînes de l'U238 et du Th 232 (l'uranium 235 et ses descendants sont également présents mais leur contribution est marginale). En première approche, nous avons considéré que les chaînes étaient globalement à l'équilibre mais des analyses spécifiques (à réaliser par les autorités) devront déterminer l'activité du thorium 232.

Les risques liés à l'exposition externe

En se désintégrant, les radionucléides présents émettent des rayonnements particuliers alpha ou bêta. Ces désintégrations sont souvent accompagnées de l'émission de rayonnements électromagnétiques très pénétrants, dits rayonnements gamma.

La masse des pendentifs est faible (20 g) et la présence d'un seul objet n'induit des risques qu'à faible distance : au-delà de 30 cm, le flux de rayonnement n'est plus mesurable. En atteste le résultat des mesures effectuées à l'aide d'un DG5 (résultats en coups par seconde) et d'un LB 123 (résultats en microSieverts par heure).

La présence d'un stock important de médaillons, en magasin ou pendant le transport, entraînerait une intensité de rayonnement nettement supérieure. Des contrôles in situ devraient permettre de déterminer les risques d'exposition des professionnels concernés.

Appareil	LB123	DG5
BF	0,08 µSv/h	62 c/s
Contact	2,19 µSv/h	572 c/s
5 cm		187 c/s
10 cm	0,21 µSv/h	123 c/s
15 cm		95 c/s
20 cm	0,14 µSv/h	79 c/s
		77 c/s
30 cm	0,11 µSv/h	64 c/s
40 cm	0,12 µSv/h	60 c/s
50 cm	0,12 µSv/h	63 c/s
60 cm	0,10 µSv/h	61 c/s
70 cm		63 c/s

Une intense irradiation de la peau

Étant donné ces niveaux d'activité et la présence d'une dizaine de radionucléides émetteurs de rayonnements bêta, ces médaillons génèrent un flux de rayonnement particulièrement dangereux pour les cellules radiosensibles de l'épiderme. Ils provoquent en effet une irradiation ciblée sur les cellules de la couche basale qui assurent le renouvellement de l'épiderme.

Les mesures de débit de dose à la peau ont été réalisées à l'aide d'un dosimètre étalonné de type EPD et de marque Siemens (APVL EPD 2.3). Elles permettent d'évaluer la dose délivrée à une profondeur de 0,07 mm, dite **dose Hp(0,07)**, une profondeur censée correspondre à la localisation des cellules souches radiosensibles.

Les mesures ont révélé des débits d'équivalent de dose à la peau **130 à 800 fois supérieurs** au bruit de fond naturel ambiant (de 9 à 55 µSv/h contre 0,07 µSv/h).

Les cellules des tissus situés au contact et à proximité du médaillon sont ainsi soumises à un **flux intense de rayonnements** bêta qui provoquent d'innombrables lésions dans les cellules, en particulier au niveau de l'ADN, et sollicitant en permanence les systèmes de réparation cellulaire. Rappelons que les lésions peuvent conduire à la mort de la cellule et que les réparations fautive (incorrectes) sont à l'origine de mutations qui peuvent initier un cancer ou promouvoir un processus de cancérisation. L'irradiation prolongée de l'épiderme augmente ainsi le risque de développement d'un cancer de la peau.

Ces valeurs sont susceptibles d'entraîner le **dépassement de la limite de dose réglementaire de 50 mSv/an**. Précisons que cette valeur est définie en dose moyenne pour toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface totale exposée, et que les pendentifs que nous avons contrôlés ont typiquement une surface de 13 cm². Porté tous les jours, le médaillon le plus actif peut délivrer des doses supérieures à 300 mSv/an, soit un dépassement de la limite de dose définie pour les travailleurs sous rayonnement de catégorie B ! Les tests ont montré que l'interposition d'un tee-shirt ou d'un pull n'est pas suffisante pour protéger correctement l'épiderme.

Pendentifs Quantum Science	Activité en Bq/kg		Débit de dose Hp(0,07)
	Radium 226	Plomb 212	
Pendentif n°4	27 000	230 000	54,9 µSv/h
Pendentif n°5	13 200	94 000	22,4 µSv/h
Pendentif n°1	3 230	22 900	9,1 µSv/h

Les niveaux d'exposition restent dans le domaine des **faibles doses** et ne sont pas susceptibles de produire des effets immédiats type érythème. Les risques associés sont avant tout des risques de **cancer de la peau** (sarcome) mais des investigations complémentaires sont nécessaires pour quantifier l'irradiation des organes situés à proximité du pendentif (poumons, seins, œsophage... mais aussi intestin, gonades, vessie... si le médaillon est placé dans la poche).

Les risques de contamination interne

Les pendentifs se présentent sous forme de céramiques. Les risques de contamination par ingestion ou inhalation de microparticules radioactives peuvent donc paraître a priori limités. Des problèmes peuvent toutefois survenir en cours de fabrication et générer des produits beaucoup moins résistants. Il faut également s'interroger sur le comportement à moyen, long et très long terme de la céramique.

Reste le risque associé aux émanations de deux gaz radioactifs : le radon 222 (chaîne de l'uranium 238) et le radon 220 (chaîne du thorium 232). Pour les particuliers qui ne détiennent qu'un très petit nombre de ces objets, cette source d'exposition peut être négligée. Il faut en revanche vérifier les niveaux d'exposition associés à des stocks importants de ces produits.

Des infractions caractérisées aux prescriptions réglementaires

Les matières utilisées dans ces objets ont été spécialement sélectionnées pour leurs propriétés radioactives et leur capacité à émettre des rayonnements ionisants. La réglementation qui leur est applicable est donc celle des « **activités nucléaires** » (et non pas de la radioactivité nucléaire renforcée). En l'occurrence, le **code de la santé publique** stipule que tout ajout délibéré de radioactivité est interdit dans la production, l'importation et l'exportation des biens de consommation. De plus, toute possibilité de dérogation à cette interdiction est exclue pour 5 catégories de produits dont les « **parures** ».

L'importation et la commercialisation de ces pendentifs est également passible de poursuites pour infraction à plusieurs articles du **code de la consommation**. La mise sur le marché de produits susceptibles de porter atteinte à la santé des personnes est en effet interdite. **La tromperie sur les caractéristiques substantielles d'un produit et sur les risques qu'il génère est également passible de peines d'amende et d'emprisonnement**. Or la dissimulation des propriétés radioactives des pendentifs est manifestement délibérée et destinée à empêcher les consommateurs de se détourner des produits. La CRIIRAD peut attester de la bonne foi de certains revendeurs mais les sociétés qui fabriquent et exportent ces produits ne peuvent en ignorer les caractéristiques. Elles ont d'ailleurs été confrontées dans le passé à des décisions d'interdiction de certains États.

Les actions engagées par la CRIIRAD

La CRIIRAD a alerté la **DGCCRF** (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes) afin que toutes les mesures appropriées soient prises pour **mettre fin, dans les meilleurs délais, à l'importation et à la commercialisation de ces objets**. Les professionnels doivent être identifiés, informés et mobilisés afin de rechercher les acquéreurs et de leur proposer la reprise et le remboursement des produits, à tout le moins de les informer des précautions à prendre).

La CRIIRAD demande également que soient **recensés et vérifiés** tous les produits susceptibles d'être concernés. Outre les pendentifs, sont également vendus des **colliers** et des **bracelets** émetteurs d'ions, ainsi que des lots de **perles** permettant d'en confectionner. De plus, le laboratoire de la CRIIRAD a confirmé la présence de radioactivité délibérément ajoutée dans des **autocollants** dits antiradiation (à apposer sur les téléphones portables et tout appareil électrique) et dans des **disques** en caoutchouc dits « à énergie quantique » (utilisable pour « traiter » l'eau ou en application sur la peau).



Bien d'autres produits suspects restent cependant à contrôler. Doivent être traités en priorité les produits en contact direct avec l'organisme et les produits susceptibles de conduire à des contaminations internes. Cela pourrait être le cas des flacons destinés au « traitement » de l'eau équipés de filtre contenant des billes de tourmaline dont sont vantées les émissions d'ions négatifs.

La libre circulation de ces produits pose la question de la responsabilité des fabricants et importateurs mais également celle des contrôleurs. La CRIIRAD a saisi la **Commission de la Sécurité des Consommateurs** afin qu'une **enquête** soit diligentée afin d'identifier les failles des dispositifs de surveillance et qu'un avis, assorti de recommandations, soit adressé aux autorités concernées et notamment au ministère de la Santé et à l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Cette instance a depuis soutenu la démarche de la CRIIRAD auprès de la DGCCRF mais a déclaré être, pour l'instant, dans l'incapacité de lancer une enquête : cette décision relève du président et le poste de président est vacant depuis 2014.

Pour être efficaces, les actions d'information et de contrôle doivent être conduites au niveau européen. La CRIIRAD a donc saisi la **Commission européenne** et demandé l'activation du dispositif **RAPEX** (système d'alerte rapide pour les produits dangereux non alimentaires) afin de diffuser les mises en garde dans tous les États membres de l'Union européenne et d'organiser au plus vite et le plus efficacement possible la protection des consommateurs.

Quels résultats ?

La DGCCRF a effectivement ouvert une enquête mais nous a indiqué que ses moyens d'action étant très limités, la probabilité de découvrir un problème était très faible, sans compter que les problèmes de radioactivité n'étaient pas vraiment dans son champ de compétence et que ses contrôles s'effectuaient a posteriori lorsque les produits sont déjà en vente. De plus son champ d'action est limité aux entreprises dont le siège est en France. Les sociétés chinoises sont complètement hors d'atteinte.

Au final, les avancées sont surtout venues de **la forte médiatisation du dossier qui a entraîné la mobilisation des consommateurs et la décision de nombreux distributeurs d'arrêter l'importation et la vente de ces produits**. Il est devenu difficile d'acheter des pendentifs Quantum Science dans des magasins français ou des sites de vente en ligne français. Pour autant, tant que les racines du problème ne sont pas traitées, on ne peut qu'attendre la survenue du prochain scandale. Il est d'ailleurs toujours possible de s'approvisionner auprès de distributeurs chinois via des sites comme alibaba.com ou FR.DHgate.com. Et les mêmes produits peuvent revenir sous des affichages différents. Le consommateur doit donc rester vigilant.

Comment identifier les produits à risque

Les notices associées aux pendentifs « énergétiques » indiquent que les effets bénéfiques seraient liés aux charges électriques négatives émises par ces objets. La réalité des émissions est souvent attestée par le résultat de comptages effectués par un appareil spécialisé portant la mention « **ION TESTER** ». De fait, on trouve sur le web de nombreuses photos associant cet appareil, un objet dit « émetteur d'ions » et un résultat généralement supérieur à 1 000. Ainsi qu'on peut le constater sur les photos, l'affichage est sur la face avant et la partie sensible, le détecteur, est situé à l'arrière de l'appareil.



L'enquête a permis d'établir que cet appareil était en réalité équipé d'un **tube Geiger-Müller** c'est-à-dire d'un détecteur sensible aux rayonnements ionisants émis par les substances radioactives. En première approche, les consommateurs peuvent considérer que, plus la valeur affichée est élevée, plus l'objet contient de radionucléides émetteurs de rayonnements ionisants.

En l'absence de ce type de photographie, il faut être attentif aux objets portant la gravure « Quantum science », aux objets fabriqués à partir de « lave volcanique », selon une « technologie japonaise » et mentionnant l'émission d'énergie « scalaire » ou « quantique » (et parfois d'infrarouges lointains). La présence de « tourmaline » dans la composition du produit doit aussi conduire à s'interroger car elle peut être associée à des roches riches en uranium et en thorium. Le laboratoire de la CRIIRAD a cependant contrôlé plusieurs objets en tourmaline qui ne présentaient aucune anomalie radiologique.

Il reste que les consommateurs ne devraient pas être obligé d'enquêter ou de s'équiper : c'est à l'État de garantir l'innocuité des produits mis en vente. En cas de doute, les consommateurs ne doivent pas hésiter à solliciter l'ASN ou la DGCCRF.

La réalisation de cette fiche et de la vidéo qui l'accompagne a bénéficié du soutien financier de la Région Rhône-Alpes (projets « objets radioactifs » dans le cadre de la convention pluriannuelle d'objectifs 2014-2016).

ANNEXE

1. Chaînes de désintégration de l'uranium 238 et du thorium 232

Radionucléide	Mode de désintégration	Période physique
Uranium 238	α	4,5 10^9 ans
Thorium 234	β	24 jours
Protactinium 234 ^m	β	1,2 minutes
Uranium 234	α	2,5 10^5 ans
Thorium 230	α	7,5 10^4 ans
Radium 226	α	1,6 10^3 ans
Radon 222	α	3,8 jours
Polonium 218	α	3 minutes
Plomb 214	β	27 minutes
Bismuth 214	β	20 minutes
Polonium 214	α	1,6 10^{-4} secondes
Plomb 210	β	22,3 ans
Bismuth 210	β	5 jours
Polonium 210	α	138,5 jours
Plomb 206		Stable

Radionucléide	Mode de désintégration	Période physique
Thorium 232	α	1,4 10^{10} ans
Radium 228	β	5,8 ans
Actinium 228	β	6,1 heures
Thorium 228	α	1,9 an
Radium 224	α	3,7 jours
Radon 220	α	55,6 secondes
Polonium 216	α	0,15 secondes
Plomb 212	β	10,6 heures
Bismuth 212	$\alpha \beta$	1 heure
Thallium 208	β	3 minutes
Polonium 212	α	3 10^{-7} secondes
Plomb 208		Stable

2. Désintégrations, rayonnements et lésions moléculaires

Une activité de **1 Bq** correspond à **1 désintégration par seconde**. Une activité de **300 000 Bq/kg** signifie donc qu'à chaque seconde, dans un kilo de matière, se produisent 300 000 désintégrations qui génèrent tout autant de rayonnements particulaires (alpha ou bêta) auxquels s'ajoutent des rayonnements gamma électromagnétiques. Dans un pendentif dont la masse est de **20 g**, se produisent donc, à chaque seconde, **de l'ordre de 4 000 à 50 000 désintégrations** (selon les modèles). Près de **46%** de cette activité est imputable à des radionucléides qui se désintègrent en mode **bêta** (électrons). Une partie de ces rayonnements est absorbée dans la masse du pendentif mais les mesures de débit de dose effectuées au contact des objets montrent qu'ils émettent un flux de rayonnement bêta intense.

Une seule particule bêta peut provoquer des milliers d'ionisations dans la matière vivante qu'elle traverse (plusieurs dizaines de milliers dans le cas d'une particule de 1 MeV). Les tissus qui se trouvent à proximité immédiate des pendentifs sont soumis à un bombardement de radiations intense et permanent. Pendant tout le temps de contact entre l'objet et l'organisme de celui qui le porte ou le manipule, les cellules de l'épiderme sont soumises à un flux d'irradiation qui génère en permanence des milliers de **lésions**, en particulier dans la molécule d'ADN. Les cellules disposent de puissants mécanismes de réparation mais plus le temps de contact est élevé, plus le risque de réparations fautive augmente et avec elles le risque de **mutations** susceptibles d'initier ou de promouvoir un processus de cancérisation. Rappelons que les rayonnements ionisants ont la capacité de créer des lésions complexes, difficiles à réparer.

Les expositions générées par ces objets se situent dans la gamme des faibles doses de rayonnements mais les surcroûts de risque associés n'en sont pas pour autant acceptables, moins encore quand on songe que ceux qui subissent le risque n'en sont pas informés