

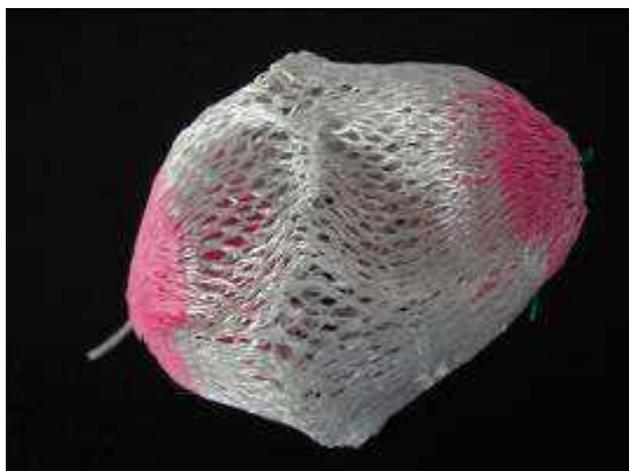
Risques posés par les manchons de lampe à incandescence au thorium 232

Contexte

En **1993**, la CRIIRAD découvrait que certaines **lampes à incandescence** utilisées pour le camping contenaient des manchons à incandescence radioactifs car comportant des fibres de thorium 232, un métal radioactif naturel.

Elle lançait alors une campagne de presse et interpellait l'entreprise Camping Gaz qui répondait le 1^{er} mars 1993 « ...ces manchons ne présentent aucun danger pour les utilisateurs de nos lampes dans des conditions normales d'utilisation. Néanmoins, conscients du fait que nous devons en permanence élever le niveau de qualité de nos produits, nous avons demandé à notre fournisseur de mettre au point un produit non radioactif ».

Photographies 1 et 2 / Manchon radioactif Camping Gaz et schémas de lampes de camping



Dans les mois et années qui ont suivi, la marque Camping Gaz a trouvé un produit de substitution non radioactif. Certains manchons commercialisés par la suite portaient d'ailleurs la mention de l'absence de radioactivité (cf photographie page suivante).

Mais la CRIIRAD a découvert des manchons proposés par des sous-marques, qui portaient sur l'emballage l'indication d'absence de radioactivité, et qui étaient pourtant radioactifs.

La fabrication et la commercialisation de manchons au thorium 232 est interdite désormais en France, mais on trouve encore chez des particuliers ou dans des brocantes, des manchons anciens contenant du thorium 232 ou de vieilles lampes à gaz avec le manchon en place. La présente fiche a pour objet d'informer le public sur les risques liés à ces anciens manchons. Elle vient en complément d'une vidéo CRIIRAD « manchons Thorium 232 » :

<https://www.youtube.com/watch?v=5zuK8FS4kyQ>

Photographies 3 et 4 / Manchon Camping Gaz

(à gauche, modèle non radioactif avec symbole de la radioactivité barré, à droite manchons radioactifs)



Pourquoi le thorium 232 a-t-il été utilisé dans des manchons de lampe à gaz ?

Les manchons à incandescence, ou manchons Auer, sont constitués d'un tissu combustible comportant des oxydes de terres rares et ou du thorium 232.

Le thorium brûle avec éclat dans l'oxygène de l'air en donnant un oxyde ThO_2 .

Ces manchons ont été utilisés à la fin du 19^{ème} siècle pour l'éclairage public. Ils ont également été mis en œuvre pour des lampes de chantier ou des lampes de camping.

Quels sont les caractéristiques radiologiques du thorium 232 ?

L'écorce terrestre renferme un certain nombre de substances naturellement radioactives. Ces produits radioactifs, appelés radionucléides, sont présents dans le sol et les minéraux depuis la création de la terre.

Parmi ceux-ci, le thorium 232 est un métal radioactif relativement abondant. Sa période physique, c'est-à-dire le temps nécessaire pour qu'il perde la moitié de sa radioactivité est de **14 milliards d'années**. C'est pourquoi sa radioactivité reste aujourd'hui encore très significative, malgré l'âge de la terre (environ 4,5 milliards d'années). Les manchons contenant du thorium 232 seront donc radioactifs de manière permanente.

Le thorium est concentré dans certains minerais (thorianite, thorite, monazite, minerais des lanthanides et du zirconium). Il entre dans la composition de matériaux divers (alliages spéciaux pour l'industrie, électrodes pour la soudure, etc.)

La désintégration du thorium 232, donne naissance à de nouveaux éléments radioactifs dont la désintégration aboutit par cascade à une chaîne de désintégration reproduite page suivante.

La chaîne du thorium 232 comporte **au total 11 éléments radioactifs**, 10 sont des **métaux lourds radioactifs** (isotopes du thorium, radium, actinium, plomb, bismuth, polonium, etc.), un seul est un **gaz radioactif**, le **radon 220**.

Chaîne radioactive du thorium 232

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	α β	1 heure
Thallium 208	β	3 minutes
Polonium 212	α	3 10^{-7} secondes
Plomb 208		Stable

Quels sont les types de radiations émises par le thorium 232 et ses descendants?

Les 11 éléments radioactifs associés au thorium 232 émettent en se désintégrant des particules de type **alpha** ou **bêta**, et dans certains cas des rayonnements très pénétrants appelés **rayonnements gamma**. C'est le cas en particulier des éléments qui apparaissent en grisé dans le tableau ci-dessus.

Ces radiations alpha, bêta et gamma sont des rayonnements ionisants, c'est-à-dire qu'ils transportent suffisamment d'énergie pour pouvoir créer des ionisations dans la matière qu'ils traversent.

En atteignant notre organisme et en perdant une partie de cette énergie dans les tissus, ils peuvent créer des lésions pouvant aboutir à des conséquences sanitaires (une augmentation des risques de cancer et d'autres pathologies sur le long terme, l'apparition d'anomalies génétiques¹ sur la descendance des personnes exposées, etc.).

L'utilisation de manchons au thorium 232 peut induire une exposition non négligeable aux radiations et donc des risques pour la santé.

¹ Lorsque les gonades sont exposées aux radiations.

Comment savoir si des manchons sont radioactifs ?

Comme illustré dans la vidéo, il n'est pas possible par un examen visuel de déterminer si un manchon est radioactif. Dans le doute, il est facile de vérifier le niveau de rayonnement émis par un manchon au moyen d'un **radiamètre**. Il existe sur le marché des **compteurs Geiger** fiables, peu coûteux et faciles d'utilisation.

Le thorium 232 et ses descendants émettant à la fois des rayonnements alpha, bêta et gamma, on peut utiliser un radiamètre sensible à plusieurs de ces rayonnements. Les radiamètres les plus robustes et les moins onéreux sont en général sensibles aux rayonnements bêta-gamma.

Selon le type de radiamètre, les résultats sont donnés en **coup par seconde (c/s)** ou en **débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$ – microSievert par heure)**.

Pour effectuer un contrôle préliminaire, l'unité de mesure n'a pas beaucoup d'importance, puisque l'on va chercher simplement à comparer le taux de radiation naturel du lieu où l'on fait la mesure (en l'absence de l'échantillon à contrôler) avec le niveau obtenu au contact de l'échantillon (voir tableau 2).

On mesure d'abord le niveau naturel de radiation (ou bruit de fond) dans la pièce.

On effectue ensuite le même type de mesures, au même endroit, mais en posant l'échantillon contre le radiamètre. Si le relevé effectué au contact de l'échantillon est significativement supérieur au bruit de fond (disons plus de 50 %), c'est que l'objet augmente le niveau de radiation. Il est donc radioactif. Cela ne signifie pas forcément qu'il est dangereux de le conserver, c'est une question de dose, comme nous allons le détailler ci-dessous.

Qu'est ce que l'irradiation ou exposition externe et comment la réduire ?

Notion d'exposition externe et de parcours des radiations

On appelle exposition externe, l'exposition aux radiations induites par une source située à l'extérieur du corps humain (par exemple un manchon radioactif).

Le niveau de risque dépend alors de la capacité qu'ont les radiations émises par la source à traverser l'air ambiant et à atteindre la personne proche de la source.

Les distances de parcours maximal des radiations alpha et bêta dans divers matériaux sont reportées dans le tableau 1 ci-dessous. Il s'agit de la distance au bout de laquelle les radiations sont totalement arrêtées.

Pour les rayonnements gamma, il s'agit de la profondeur de pénétration dans un milieu, telle qu'après la traversée de ce milieu, l'intensité du rayonnement est divisée par 2.

Tableau 1 / Parcours dans la matière des rayonnements alpha, bêta et gamma

			Parcours maximal dans divers milieux traversés		
Radionucléides	Type de radiation	Energie maximale des rayonnements émis	Air	Eau (corps humain)	Aluminium
Uranium 238	alpha	3,2 MeV	2,5 cm	0,03 mm	0,02 mm
Plutonium 239	alpha	5,2 MeV	3,5 cm	0,04 mm	0,02 mm
Césium 137	bêta	1,2 à 1,3 MeV	3,8 m	4,3 mm	2,1 mm
Potassium 40					
Tritium	bêta	18,6 keV	1 cm	0,02 mm	0,009 mm
			Distance au bout de laquelle l'intensité du rayonnement est divisée par 2		
Césium 137	gamma	662 KeV	61 m à 120 m	7 cm à 14 cm	3 cm à 6 cm
Potassium 40		1,5 MeV			

Les radiations **alpha** ont un faible pouvoir de pénétration (quelques centimètres dans l'air). Il est exact qu'elles sont arrêtées par une feuille de papier à cigarettes ou un simple sachet de plastique. En l'absence de microlésions de la peau, les particules alpha émises depuis la surface de la peau n'exposent que les couches mortes de l'épiderme.

Les rayonnements **bêta** sont plus pénétrants. Ils peuvent parcourir plusieurs mètres dans l'air mais ils sont assez rapidement arrêtés par la matière dense (par exemple 2 mm d'aluminium). Ils peuvent atteindre les cellules souches de l'épiderme.

Les rayonnements **gamma** sont de loin les plus pénétrants. Ils peuvent parcourir plusieurs dizaines de mètres dans l'air et il faut des épaisseurs de plusieurs centimètres d'aluminium pour les atténuer partiellement.

Mesures radiométriques effectuées sur un manchon

Le tableau 2 ci-dessous donne les résultats de mesures de radiation effectuées au contact d'un manchon avec divers appareils professionnels ou grand public, ainsi que le bruit de fond naturel dans la pièce, le manchon, étant éloigné des appareils. Une analyse par spectrométrie gamma a permis d'évaluer l'activité du thorium 232 à 1 200 +/-300 Becquerels (Analyse N°B28830).

Tableau 2 / exemples de mesures radiométriques effectuées au contact d'un manchon

Appareil	Grandeur	Unité	Valeur au contact du manchon	Bruit de fond
Contaminomètre MCB2 avec capot	Taux de comptage bêta-gamma	c/s (coups par seconde)	2,4 à 5,2	0,2 à 1,8
Contaminomètre MCB2 sans capot	Taux de comptage alpha-bêta-gamma	c/s (coups par seconde)	267 à 343	0,2 à 1,8
Scintillomètre gamma SPP2	Flux de photons gamma	c/s (coups par seconde)	180	35
Scintillomètre gamma DG5	Flux de photons gamma	c/s (coups par seconde)	146	55
Compteur proportionnel compensé en énergie	Débit de dose Hp10	µSv/h (Hp 10)	0,56	0,09
Dosimètre individuel (EPD Siemens APVL)	Débit de dose Hp10	µSv/h (Hp 10)	0,71	0,07
Dosimètre individuel (EPD Siemens APVL)	Débit de dose Hp 0,07	µSv/h (Hp 0,07)	45,06	0,07
Compteur Geiger RADEX RD1503	Débit de dose bêta-gamma	µSv/h	5,18	0,1

Le **taux de comptage alpha-bêta-gamma** mesuré au contact du manchon au moyen d'un contaminomètre MCB2 est compris entre 267 et 343 c/s (coups par seconde) avec une valeur moyenne de **305 c/s** soit une valeur plus de **300 fois supérieure** au niveau du bruit de fond (1 c/s en moyenne).

Si l'on interpose le capot de l'appareil entre le détecteur et le manchon, les rayonnements alpha sont totalement arrêtés, les rayonnements bêta et dans une moindre mesure gamma, sont atténués. Le taux de comptage est divisé par un facteur 80 et passe à **3,8 c/s** en moyenne.

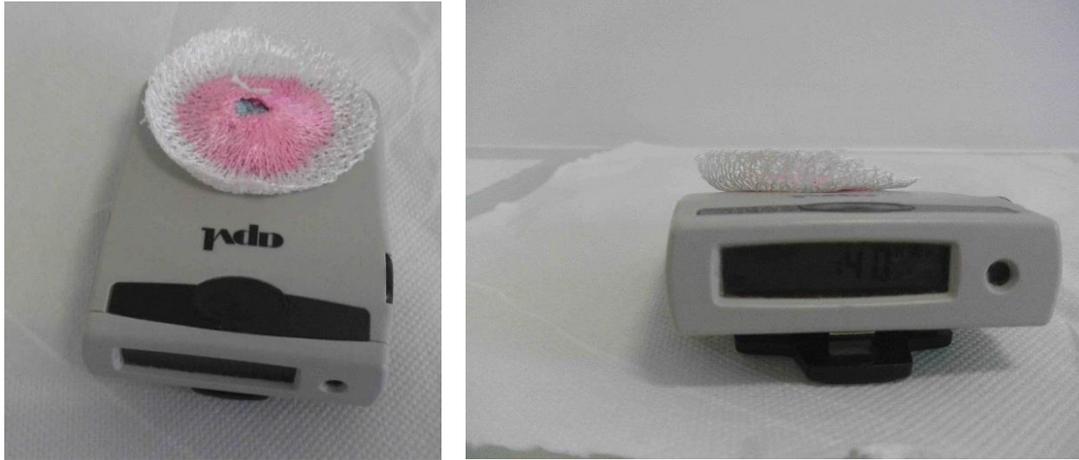
Il est donc recommandé de conserver les manchons dans une boîte en plastique, un bocal de verre, ou une boîte métallique de manière à stopper les rayonnements alpha et atténuer les rayonnements bêta (et dans une moindre mesure gamma).

Des mesures de **débit de dose** sont également présentées dans ce tableau. Bien qu'elles soient exprimées avec la même unité (µSv/h ou microSievert par heure), il faut distinguer les mesures de la dose en profondeur (Hp 10) qui correspond à la dose déposée à une profondeur de 10 mm sous la surface de la peau et la dose à la peau (Hp 0,07) qui correspond à la dose déposée à une profondeur de 0,07 mm sous la surface de la peau.

La dose Hp 10 mesurée avec deux appareils professionnels différents est respectivement de 0,56 µSv/h et 0,71 µSv/h soit des valeurs 6 à 10 fois supérieures au bruit de fond. La différence de résultat est due à la différence de positionnement entre l'objet et l'appareil.

La dose à la peau (Hp 0,07) est de 45 µSv/h soit une valeur plus de **640 fois supérieure au niveau naturel**.

Photographies 5 et 6 / Mesure du débit de dose à la peau au moyen d'un dosimètre électronique



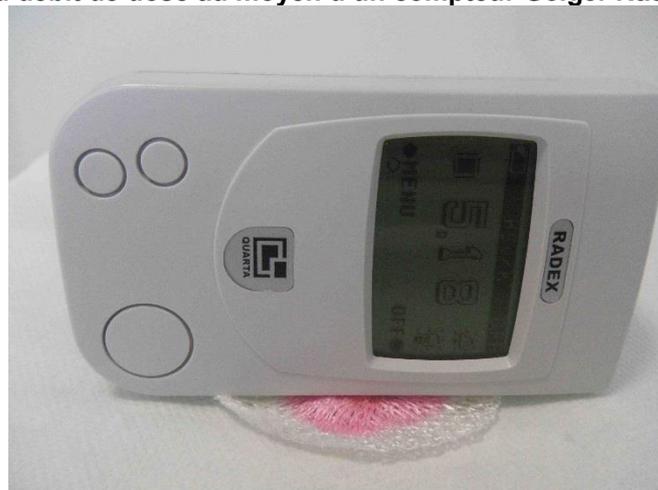
La réglementation en vigueur en France fixe, pour le public, une limite de dose à la peau de 50 mSv/an sur toute surface d'1 cm² du fait d'une activité nucléaire. Cette limite serait atteinte pour un contact de 1 110 heures sur l'année. Certains travailleurs peuvent avoir été exposés de manière conséquente.

Ces résultats indiquent qu'un usage normal des manchons n'est pas susceptible de conduire à un dépassement des limites de dose à la peau, mais qu'un contact prolongé sur la peau est évidemment à proscrire.

A noter que des mesures effectuées au moyen **d'un compteur Geiger grand public** (RADEX RD1503) au contact du manchon indiquent un débit de dose d'environ 5 µSv/h soit une valeur intermédiaire entre les mesures de débit de dose en profondeur (Hp 10) et de débit de dose à la peau (Hp 0,07). Ceci est dû au fait que le RADEX RD1503 n'est pas un appareil de dosimétrie, mais un appareil de détection. Le RADEX est calibré pour effectuer des mesures à distance des objets (dose ambiante) mais pas pour des mesures au contact. Utilisé au contact des objets, il donne une valeur qui est un « compromis » entre un débit de dose en profondeur et un débit de dose à la peau. Il permet donc bien de mettre en évidence le caractère radioactif de certains objets, mais pas de mesurer le débit de dose au contact.

Photographie 7

Mesure du débit de dose au moyen d'un compteur Geiger Radex RD1503



Diminution du taux de radiation avec la distance.

En règle générale, les manchons au thorium 232 ne présentent pas de risque d'exposition externe dès lors que l'on s'éloigne de quelques dizaines de centimètres (cela dépend du nombre de manchons détenus et de l'activité de chacun). Bien entendu, dans des entreprises de fabrication des manchons ou d'entreposage de grandes quantités de produits, l'exposition peut être significative même à distance.

Schématiquement, le niveau de radiation gamma émis par un objet de petite taille décroît comme l'inverse du carré de la distance. A 2 mètres, le débit de dose est $2^2 = 4$ fois plus faible qu'à 1 mètre. Pour un lot de 15 manchons au thorium 232 conditionnés dans une boîte en plastique, on a obtenu les débits de dose Hp10 suivants :

- Bruit de fond : 0,09 $\mu\text{Sv/h}$
- Contact de la boîte : 1,6 $\mu\text{Sv/h}$
- A 10 cm de la boîte : 0,26 $\mu\text{Sv/h}$
- A 20 cm de la boîte : 0,18 $\mu\text{Sv/h}$

Avec les 15 manchons, il faut s'éloigner de 50 centimètres pour que les radiations émises ne soient plus détectables par rapport au bruit de fond. On peut donc envisager de conserver les manchons dans une boîte en veillant à maintenir une distance de 50 centimètres.

C'est la dose cumulée qui doit être considérée pour évaluer les risques. Il est donc important de ne pas conserver des manchons dans sa poche et de ne pas conserver de manchons à proximité d'un lieu où l'on passe beaucoup de temps.

Quels sont les risques liés à l'inhalation du thoron et comment les réduire ?

Les matériaux contenant du thorium 232 constituent une source continue de gaz radioactif, le thoron. Dans des entreprises de fabrication des manchons ou d'entreposage de grandes quantités de produits, l'exposition au thoron peut être significative.

Si les manchons sont conservés dans une boîte étanche, il est peu probable que le thoron parvienne à diffuser à l'extérieur de l'emballage. En effet, le thoron ayant une période physique relativement courte (55,6 secondes), il va se désintégrer à l'intérieur de l'emballage.

Quels sont les risques d'ingestion ou d'inhalation de poussières radioactives et comment les réduire ?

Les risques les plus importants portent sur l'inhalation (ou l'ingestion) de poussières de thorium, en particulier lorsqu'il s'agit de manchons utilisés. En effet, après usage dans la lampe de camping, les fibres des manchons se désagrègent et tombent facilement en poussière. Or le thorium 232 est un des éléments les plus radiotoxiques par inhalation.

Il suffit d'inhaler quelques becquerels d'oxyde de thorium 232 dans l'année pour recevoir une dose supérieure à 1 milliSievert par an, c'est-à-dire à la dose maximale annuelle admissible pour le public.

L'analyse de manchons de camping effectuée au laboratoire de la CRIIRAD a indiqué une activité en thorium 232 de 500 à 1 000 Becquerels par manchon. Compte tenu de leur masse très faible (de l'ordre de 1 à 2 grammes), cela correspond à des activités massiques élevées de l'ordre de **500 000 Bq/kg** rien que pour le thorium 232 lui-même.

L'inhalation d'une vingtaine de milligrammes de poussières de manchon pourrait induire une dose supérieure à la dose maximale annuelle admissible. Et l'inhalation de 0,2 milligramme induire une exposition non négligeable. L'utilisation de thorium 232 pour la fabrication des manchons doit donc être justifiée sur le plan de la radioprotection.

On comprend pourquoi la CRIIRAD a dénoncé, au début des années 90, la pratique consistant à utiliser du thorium 232 pour fabriquer des manchons de lampes à incandescence.

La fabrication et la commercialisation de manchons au thorium 232 sont-elles possibles en France ?

En **2002**, au terme d'une intense campagne de mobilisation, la CRIIRAD a obtenu que DEUX GARANTIES soient inscrites dans le CODE de la SANTE PUBLIQUE : La première INTERDIT D'AJOUTER délibérément des substances radioactives dans les aliments, les biens de consommation et les produits de construction (cf. article R.1333-2). La seconde INTERDIT D'UTILISER des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire – et qui sont CONTAMINES ou susceptibles de l'être – pour la fabrication de biens de consommation et de produits de construction (cf. article R.1333-3).

Cependant, **l'arrêté du 5 mai 2009** a permis que, pour certains biens de consommation, les industriels puissent obtenir des dérogations, à l'exception des aliments, des produits cosmétiques, des parures, des jouets et des matériaux en contact avec les aliments et les eaux.

Dans les années **2011 et 2012** plusieurs fabricants ont déposé une demande de dérogation pour la production et la commercialisation, sur le marché français, de **lampes à décharge** contenant deux substances radioactives, le

krypton 85 sous forme gazeuse (qui participe à l'amorçage de lampe et à l'initialisation du processus de décharge qui produit la lumière de la lampe) et le thorium 232 (mélangé au tungstène des électrodes ou sous forme de sel métallique, utilisé pour ses propriétés métallurgiques et permettant de renforcer la résistance des électrodes de certains types de lampes dans des conditions extrêmes de température).

L'arrêté du 12 décembre 2014 a accordé une dérogation permettant d'ajouter du krypton 85 et du thorium 232 à certaines **lampes à décharge**. S'agissant du thorium 232, l'activité maximale autorisée va de 1 Becquerel (lampes au xénon pour éclairage automobile) à 4 500 Becquerels (lampes à arc court au mercure).

La présente fiche d'information ne concerne que les **manchons de lampes à incandescence**. Ces manchons ne bénéficient pas d'une dérogation, par conséquent on ne devrait pas trouver actuellement sur le marché de manchons de lampes à gaz contenant du thorium 232.

Précautions à prendre

Pour les personnes qui possèdent encore des manchons de lampe à gaz au thorium 232, la CRIIRAD déconseille de les utiliser. Certaines personnes souhaitent les conserver comme souvenir ou pour vérifier le bon fonctionnement de leur compteur Geiger.

Des précautions peuvent être prises pour limiter le risque d'incorporation (inhalation et ingestion) de poussières radioactives et l'exposition externe :

- Conserver les manchons dans un sac plastique ou mieux un bocal en verre ou une boîte métallique étanche à l'air,
- Ne pas les entreposer ou les manipuler dans un lieu où l'on mange,
- Ne pas fumer, boire ou manger pendant les manipulations,
- Porter des gants jetables pour les manipulations et se laver les mains après l'opération,
- Pour des manipulations spécifiques, porter un masque retenant les poussières.

Comment se débarrasser des manchons au thorium 232 ?

Depuis fin 2006, l'ANDRA (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs) dispose d'un budget spécifique pour la prise en charge de certains objets radioactifs détenus par des particuliers.

Il est donc vivement recommandé de contacter cet organisme pour vérifier les conditions de prise en charge des manchons radioactifs. Selon les informations communiquées par l'ANDRA à la CRIIRAD, la prise en charge d'un manchon est gratuite.

Il est préférable d'accompagner la demande d'un descriptif des manchons (taille, nombre) et de photographies.

Pour joindre l'ANDRA : poleap@andra.fr et téléphone : 01 46 11 81 73.

Rédaction : Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, directeur du laboratoire de la CRIIRAD.

Contact : bruno.chareyron@criirad.org

Note : Depuis le début des années 90, grâce aux cotisations versées par ses adhérents, la CRIIRAD a pu conduire un travail d'enquête et de sensibilisation sur les risques liés aux manchons radioactifs et obtenir l'arrêt de leur production. La réalisation de cette fiche et de la vidéo qui l'accompagne a bénéficié en outre du soutien financier de la Région Rhône-Alpes (projets « objets radioactifs » dans le cadre de la convention pluriannuelle d'objectifs 2014-2016) signée avec la CRIIRAD.

