

REPERES CHRONOLOGIQUES

De 1932 à 1986, des dizaines de milliers de paratonnerres radioactifs ont été disséminés sur les toits de bâtiments publics ou privés. S'il est, depuis lors, interdit d'en fabriquer ou d'en vendre, la question de leur récupération et de leur stockage comme déchets radioactifs reste posée.

LES INVENTIONS

En 1850, en réponse à ses contradicteurs de la Royal Society, qui contestent ses travaux sur la nature électrique des éclairs, Benjamin Franklin publie le protocole d'une expérience consistant à faire voler, au cours d'un orage, un cerf-volant relié à une clef métallique qui serait ainsi frappée par la foudre. L'expérience suscita un grand engouement, s'avéra fatale à Georges Wilhelm Richmann, fut modifiée et réussie par d'autres scientifiques et peut-être par Franklin lui-même à Philadelphie, en 1852. Ces recherches débouchèrent sur l'invention du paratonnerre, un dispositif destiné à protéger les bâtiments des effets de la foudre, comportant une longue tige en fer, effilée, recouverte de cuivre et de platine, et un conducteur de liaison relié à la terre. L'un des premiers exemplaires fut d'ailleurs installé sur la propre maison de Benjamin Franklin.

En 1914, un scientifique hongrois, Léo Szilard, a l'idée de placer des sources radioactives à proximité de la pointe du paratonnerre : l'idée est que les rayonnements émis lors de la désintégration des radionucléides vont provoquer l'ionisation de l'air autour de la pointe du paratonnerre. Rendu ainsi conducteur, l'air accélérerait la formation de la décharge et augmenterait le rayon de protection d'un paratonnerre classique.

LA COMMERCIALISATION

L'efficacité réelle de ce dispositif n'a jamais été démontrée mais à l'époque, la radioactivité en général et le radium en particulier sont parés de toutes les vertus.

En 1932, la société française HELITA est la première à breveter le procédé au niveau industriel et à commercialiser les paratonnerres à tête radioactive. Elle sera bientôt suivie par les sociétés DUVAL-MESSIEN, FRANKLIN FRANCE et INDELEC.

De 1932 à 1986, entre 30 000 à 60 000 paratonnerres radioactifs auraient été disséminés sur l'ensemble du territoire. L'importance de l'incertitude n'a rien d'étonnant : ces équipements ont été développés à grande échelle sans que les autorités n'exigent quoi que ce soit, ni sur le plan de la justification scientifique ni sur le plan du contrôle des sources. Les installations de fabrication et de commercialisation se sont développées sans obligation d'autorisation préalable, ni même un recensement des sources radioactives et de leur destination.

L'absence de suivi a été renforcée par le fait que le **radium 226** est un radionucléide d'origine naturelle. En France, le contrôle des substances radioactives ne s'est mis en place que lentement et les substances radioactives naturelles comme l'uranium et le radium ont bénéficié d'un traitement particulièrement laxiste.

Dans les années 1970, des sources d'**américium 241** se sont ajoutées aux sources de radium 226. En effet, la CIREA – ou Commission interministérielle des radioéléments artificiels – a délivré des autorisations pour l'utilisation de ce radionucléide d'origine artificielle. Il s'agit d'un transuraniens, produit en réacteur et issu de la désintégration du plutonium 241.



Cette décision est parfois présentée comme une décision positive, permettant de substituer un radionucléide d'origine artificielle, et donc soumis à des obligations de contrôle et de suivi, à un radionucléide d'origine naturelle qui échappait aux dispositions réglementaires.

On peut cependant se demander pourquoi les autorités n'ont pas plutôt remis en cause la déréglementation totale dont bénéficiait le radium. Depuis 1959, le code de la santé publique établissait clairement la possibilité de contrôler les sources radioactives à base de radionucléides naturels : l'ordonnance 59-48 du 6 janvier 1959 prescrivait en effet que « la vente, l'achat, l'emploi et la détention d'éléments radioactifs naturels sont soumis aux conditions déterminées par des règlements d'administration publique ».

Plutôt que de modifier la réglementation et de mettre en place un suivi des sources radioactives en fonction de leur activité et de leur radiotoxicité, et ce quelle que soit leur origine, naturelle ou artificielle, les autorités ont préféré favoriser le développement des sources artificielles, en l'occurrence, pour les paratonnerres, les sources d'américium 241.

En France, il a fallu attendre le début du XXIème siècle et la transposition (très tardive) de la directive 96/29/Euratom pour que les radionucléides naturels et notamment ceux de forte radiotoxicité comme le radium 226 soient soumis au régime général de l'autorisation préalable, avec des obligations de suivi et de récupération en fin de vie.

L'INTERDICTION

Le 11 octobre 1983 est signé un arrêté interministériel qui interdit, à compter du 1^{er} janvier 1986, l'emploi des radioéléments pour la fabrication des paratonnerres. A la même échéance seront également interdites la commercialisation et l'importation de ces paratonnerres : « *il sera interdit de détenir en vue de la vente, de mettre en vente, de vendre ou d'importer des paratonnerres contenant des radioéléments* ». Les fabricants disposaient ainsi d'un délai d'un peu plus de 2 ans. Il a finalement été porté à plus de 3 ans. En effet, le 22 juillet 1986, soit 7 mois environ après l'entrée en vigueur de l'interdiction, était signé un nouvel arrêté, portant modification du précédent et reportant l'interdiction au 1^{er} janvier 1987.

LA RECUPERATION

Si l'interdiction mettait fin à l'accroissement des stocks, rien n'était prévu pour les paratonnerres radioactifs déjà installés. Contrairement à des pays comme l'Espagne, où des campagnes de retrait systématique ont été organisées, en France, le remplacement des paratonnerres radioactifs s'effectue très progressivement, et notamment à l'occasion de travaux de démolition ou de réfection. Seule évolution, récente et limitée : un arrêté du 15 janvier 2008 impose de retirer, avant le premier janvier 2012, les paratonnerres à sources radioactives implantés sur certaines ICPE.

Si la fabrication et l'utilisation des paratonnerres radioactifs ont échappé à tout contrôle, dès qu'ils sont démontés, leurs propriétaires deviennent des détenteurs de déchets radioactifs avec toutes les obligations afférentes. Se pose alors toute une série de problèmes : tout d'abord l'information des propriétaires concernés mais aussi la formation des intervenants, leur protection contre les risques d'exposition externe et de contamination, ou encore les coûts de prise en charge par l'ANDRA (de l'ordre de 1 500 à 2 500 €, hors frais de démontage et de transport). Etre conscient de la présence d'une source radioactive est évidemment un préalable : il y a quelques années, en Alsace, la CRIIRAD a découvert un paratonnerre radioactif sur le bureau du maire de la commune : il lui servait à ranger ses trombones !

*Ancien paratonnerre :
déchet radioactif ou porte-trombones ?*



RISQUES RADIOLOGIQUES

DES RISQUES SUR LE TRES LONG TERME

Le radium 226 (Ra 226) et l'américium 241 (Am 241) sont les deux radionucléides qui ont été utilisés comme source d'ionisation de l'air. Ils sont tout deux caractérisés par des périodes radioactives très longues : **433 ans** pour l'américium 241 et **1 600 ans** pour le radium 226. Rappelons que la période est le temps nécessaire pour une division par deux de l'activité initiale. Dix périodes permettent de diviser l'activité par 1 024.



L'activité des sources peut varier, selon les modèles, de quelques millions de becquerels (MBq) à des centaines de millions de becquerels. Compte tenu de ces activités et du rythme de décroissance du Ra 226 et de l'Am 241, **les sources radioactives vont rester dangereuses pendant des milliers d'années, voire des dizaines de milliers d'années.**

- Si, par exemple, le paratonnerre est un **Duval-Messien**, équipé d'une seule plaquette avec une source de radium 226 de **3,7 MBq**, il faudra attendre **19 000 ans** pour que l'activité devienne inférieure à 1 000 Bq et 25 000 ans pour une activité résiduelle de moins de 100 Bq.
- si le paratonnerre est de la marque **Franklin France**, équipé de pastilles d'américium 241 dont l'activité s'élève à **11 MBq**, il faudra attendre **près de 6 000 ans** pour que l'activité devienne inférieure à 1 000 Bq et plus de 7 000 ans pour une activité résiduelle de moins de 100 Bq.

Et il s'agit là de configurations plutôt favorables.

- si le paratonnerre est de la marque **Hélita**, équipé d'une douzaine de billes de porcelaine pour une activité totale, en radium 226, de **799 MBq**, il faudra attendre **32 000 ans** pour que l'activité devienne inférieure à 1 000 Bq et près de 37 000 ans pour une activité résiduelle de moins de 100 Bq.

Que les paratonnerres soient démontés 20 ans, 50 ans ou 100 ans après leur installation, ils sont donc toujours aussi dangereux.



DES RISQUES DE CONTAMINATION

Il se peut même que les équipements soient plus dangereux qu'à l'origine car des risques de contamination s'ajoutent alors aux risques d'irradiation.

En effet, à l'état neuf, les sources radioactives pouvaient être considérées comme des **sources scellées** : l'américium et le radium étant incorporés à une matrice, elle-même fixée aux éléments du paratonnerre, les personnes susceptibles de le manipuler étaient exposées à une irradiation externe – c'est-à-dire exposées aux rayonnements émis par les substances radioactives – mais **ne risquaient pas d'incorporer ces substances**. Il leur suffisait de s'éloigner suffisamment du paratonnerre pour s'en protéger.

En revanche, soumis des années durant aux intempéries, à l'action lixivante de la pluie, à l'érosion éolienne, et, le cas échéant, frappés par la foudre, les matériaux ont pu se dégrader : les particules radioactives sont alors susceptibles d'être dispersées et de **contaminer** le paratonnerre et son environnement proche. Aux risques d'irradiation externe s'ajoute alors, pour l'intervenant, **un risque de contamination interne, c'est-à-dire d'incorporation des substances radioactives elles-mêmes**. Dans ce cas, les rayonnements ionisants seront émis à l'intérieur même des organes et des cellules et il ne sera plus possible de s'éloigner pour s'en protéger.

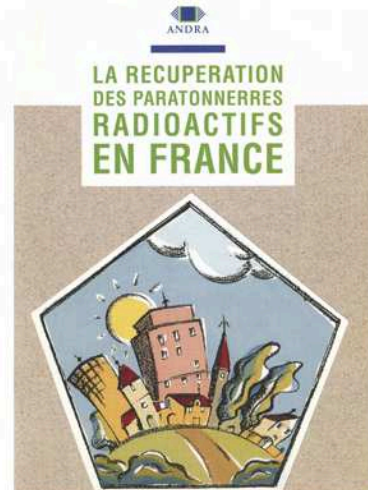
LES RECOMMANDATIONS DE L'ANDRA

Le propriétaire d'un paratonnerre radioactif qui souhaite s'en débarrasser est tenu de contacter l'ANDRA – l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – qui est l'organisme en charge du stockage des sources radioactives.

Dans un fascicule édité il y a plus de 10 ans, l'ANDRA précise que les opérations de démontage du paratonnerre, de séparation des parties radioactives, de conditionnement et de transport jusqu'au site de regroupement sont à la charge et sous la responsabilité du demandeur. L'ANDRA fournit pour sa part :

- 2 fûts métalliques emboîtés l'un dans l'autre et calés avec du polystyrène (3 modèles selon la capacité nécessaire : 25 et 50 l ; 50 et 100 l ; 100 et 200 l) ;
- « les protections nécessaires » : sac en aluminium plastifié, gants et blouse jetable, feuille plastique de protection de la surface de travail ;
- La documentation et les différents formulaires de déclaration (pour le transport et la prise en charge des déchets radioactifs)

Jusqu'à présent [01-2009], l'ANDRA ne demande pas l'intervention d'une entreprise spécialisée : n'importe qui peut procéder au démontage. En effet, selon l'Agence, « les déchets sont très faiblement radioactifs et sans danger dès lors qu'on adopte les bons réflexes ».

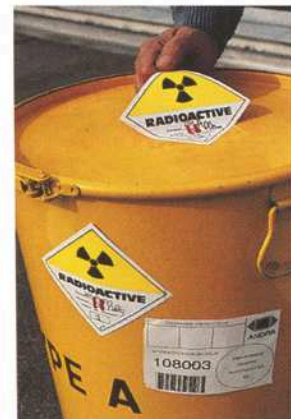


Une plaquette d'information explique la procédure à suivre et la nature des risques. L'ANDRA précise toutefois que la procédure ne s'applique que pour les paratonnerres non détériorés et répertoriés dans sa brochure.

Concernant le risque d'exposition externe, l'ANDRA explique qu'il est « dû aux rayonnements si l'intervenant ou toute autre personne reste **longtemps en contact** avec les parties radioactives ». « Compte tenu du faible niveau de rayonnement radioactif de ces paratonnerres, la seule précaution à prendre est de limiter le temps de présence à proximité de ces appareils aux opérations de démontage et de conditionnement. »

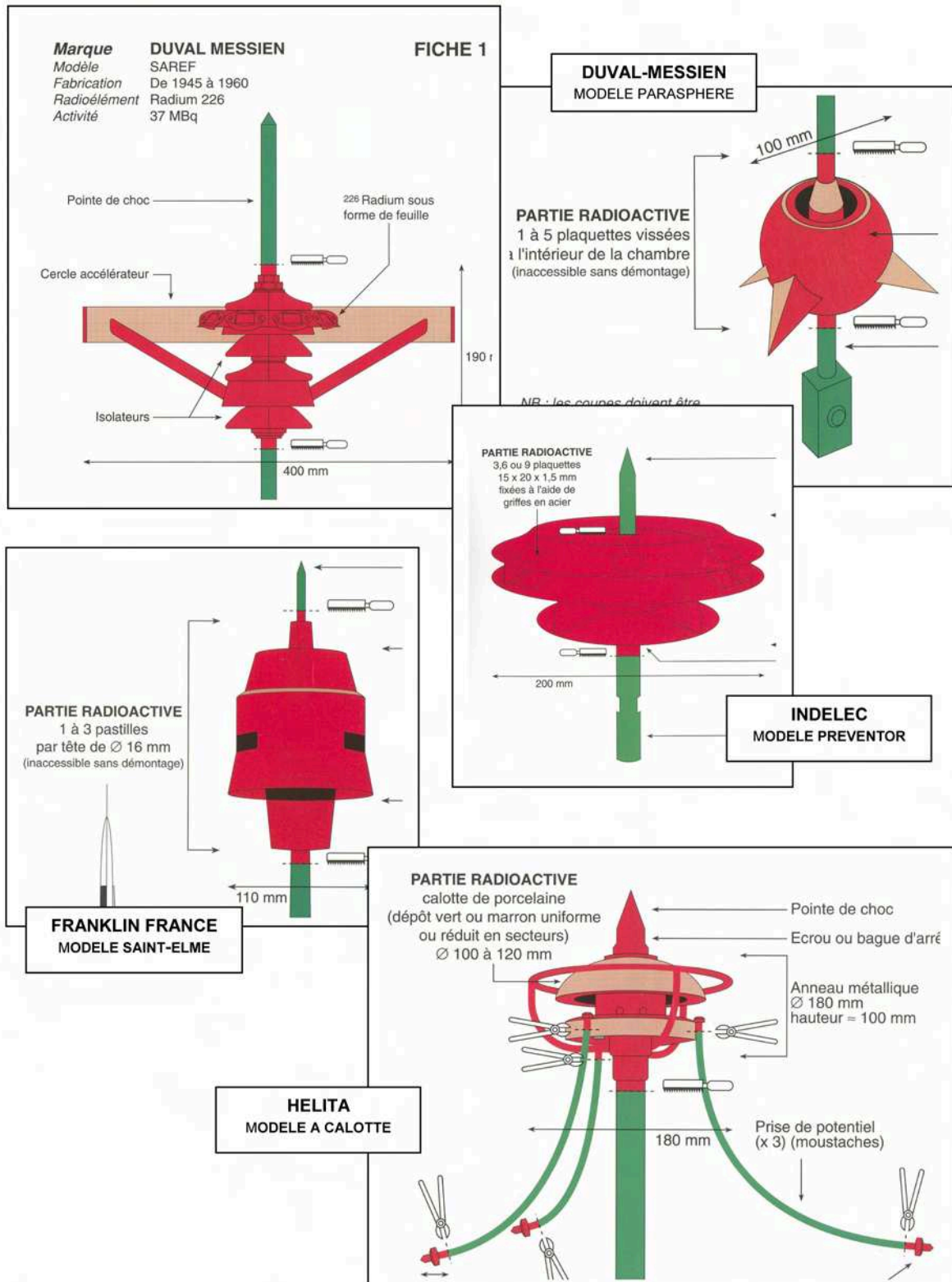
Concernant le risque de contamination, l'Andra recommande de protéger la surface de travail en la recouvrant au préalable d'une feuille plastique qu'elle fournit. Pour les intervenants, elle fournit des gants et une blouse mais précise que les risques d'ingestion, d'inhalation ou d'absorption au niveau d'une blessure non cicatrisée n'existent que « **si la partie radioactive est détériorée et si l'intervenant ou toute autre personne est en contact avec le paratonnerre endommagé** ». En fin d'opération la feuille, les gants et la blouse doivent être placés avec les parties radioactives dans le sac alu-plastifié, lequel est rangé dans le fût.

Concernant le transport, l'ANDRA recommande d'arrimer le colis à l'aide d'une sangle, ou autre, pour garantir son immobilisation pendant le parcours. « Dans la mesure du possible, le colis sera placé le plus loin possible des sièges du conducteur et des passagers éventuels ». L'ANDRA indique que l'utilisation d'une voiture particulière est tolérée dès lors qu'il n'y a pas plus de 5 têtes de paratonnerre dans le fût. Du point de vue de la réglementation, celui-ci constitue un colis de catégorie A. L'ANDRA fournit la « consigne en cas d'incident ou d'accident » qui doit être remplie et placée dans la cabine de façon à ce qu'elle soit visible de l'extérieur.



Les opérations de démontage et de découpe

L'ANDRA a édité 9 fiches représentant les schémas des principaux modèles de paratonnerres. Un code couleur permet de distinguer les **parties radioactives** (en rouge) qui doivent être envoyées à l'ANDRA et les **parties non radioactives** (en vert) qui doivent être éliminées dans une décharge conventionnelle. L'ANDRA insiste sur la nécessité de découper au plus près des parties radioactives (entre 1 cm et 3 cm maximum).



LES RECOMMANDATIONS DE LA CRIIRAD

Attention aux risques d'irradiation

Contrairement à ce que laisse croire l'ANDRA, les risques d'irradiation externe existent même sans contact avec la source. Le niveau d'irradiation varie en fonction du radionucléide (à activité égale une source de radium 226 est plus irradiante qu'une source d'américium 241) et en fonction de l'activité (selon les modèles, les écarts peuvent atteindre deux ordres de grandeur).

Les intervenants doivent veiller à ce qu'aucune personne extérieure à l'opération (en particulier des enfants ou des femmes enceintes) ne soit présente dans un rayon d'au moins 10 mètres (20 mètres dans l'idéal). Les mesures effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD ont montré, pour certains modèles, des surcroûts d'irradiation mesurables à 15 mètres du paratonnerre.

L'intervenant doit garder à l'esprit que le flux de rayonnement décroît très rapidement avec la distance : au contact, les débits de dose sont couramment de plusieurs milliSievert par heure (mSv/h) alors qu'à un mètre ils sont généralement de l'ordre de quelques microSieverts par heure ($\mu\text{Sv/h}$). A chaque fois que c'est possible, l'intervenant doit donc s'éloigner d'un mètre, si possible de deux mètres, de la source de rayonnement. Attention de ne pas rester à proximité pour effectuer des opérations qui ne nécessitent pas de manipuler le paratonnerre (par exemple remplir les différents formulaires).

La dose reçue dépend de l'intensité du rayonnement et de la durée de l'exposition. Il faut donc veiller à limiter au maximum le temps d'intervention sachant qu'il y a toute une série d'opérations à réaliser et que toutes les doses se cumulent : démontage de l'équipement et descente du toit, transport jusqu'au plan de travail, sciage du mat, cisailage des moustaches, placement des différents éléments dans les sacs, placement dans les fûts, mise en place des fûts dans la zone d'entreposage et/ou dans le véhicule, transport jusqu'au lieu de regroupement de l'ANDRA. Optimiser l'intervention implique notamment de bien préparer le matériel qui sera nécessaire pour cisailer, scier, scotcher, écrire, etc.



Résultats de mesure de débits de dose effectués par le laboratoire de la CRIIRAD

Paratonnerre Hérita à calotte céramique et 3 prises de potentiel				
Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$ (Ra 226)				
Contact	30 cm	50 cm	1 mètre	2 mètres
3 954	69	27	7,3	1,56

Paratonnerre INDELEC Préventor - Ra 226	
Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$	
Contact	30 cm
6 400	110

Paratonnerre Hérita - Am 241 - modèle 3 pastilles			
Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$			
Contact	30 cm	50 cm	1 mètre
244	2,9	1,5	0,47

Paratonnerre Duval-Messien - Ra 226 - plaquettes			
Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$			
Contact	30 cm	50 cm	1 mètre
1 960	29	non mesuré	2,3

Les débits de dose sont maxima au contact. Ils restent élevés à 50 cm de distance. A 1 mètre, le niveau d'irradiation peut être encore 100 fois supérieur à la normale. Ces valeurs doivent être comparées à la contrainte de dose annuelle.

En effet, une activité générant une exposition aux rayonnements ionisants ne doit pas délivrer, sur l'année, une dose supérieure à **300 μSv** .

Au-delà de **10 μSv par an**, l'exposition n'est plus considérée comme négligeable et nécessite la mise en œuvre de mesures de protection.

*NB : les valeurs ci-dessus concernent la dose bêta/gamma en profondeur [notée Hp(10)].
Il faut également tenir compte de la dose à la peau [notée Hp(0,07)].*

Le fait d'avoir placé les sources radioactives et les équipements contaminés dans les fûts ANDRA ne supprime pas le risque : comme l'indiquent les mesures du laboratoire CRIIRAD présentées ci-dessous, les rayonnements gamma traversent sans difficulté les parois des deux fûts. Les colis doivent donc être entreposés à une distance suffisante des locaux de travail et lieux de vie. L'interposition d'écrans, et notamment de murs permet d'atténuer mais pas de supprimer le rayonnement (surtout si le mur est bâti en briques creuses ou Placoplatre).



Mesures de débit de dose sur un fût ANDRA contenant un paratonnerre de marque Hélima

- A gauche, la mesure effectuée au contact du couvercle indique **26 $\mu\text{Sv/h}$** , (environ 300 fois le bruit de fond naturel).
- A droite, la mesure effectuée à 1 m indique **2,2 $\mu\text{Sv/h}$** , soit plus de 20 fois le bruit de fond naturel.



La distance doit également être maximale **pendant le transport** des paratonnerres : il faut les fixer le plus loin possible du conducteur, interposer si possible un écran et éviter que d'autres personnes soient présentes dans le véhicule. Le mieux est d'utiliser **une remorque**. C'est particulièrement nécessaire si plusieurs paratonnerres doivent être transportés ensemble (l'ANDRA autorise en effet jusqu'à 5 paratonnerres !). La dose dépend évidemment de la durée du trajet jusqu'au lieu de regroupement.

Les parties radioactives ne se détachent pas par simple pression. Dans sa dernière intervention, le technicien de la CRIIRAD a utilisé une scie à métaux pour découper le mat et un coupe-boulons pour les tiges appelées « moustaches ». Le matériel doit garantir une capacité de coupe suffisante. Il faut aussi que l'intervenant ait l'habitude et la force nécessaire pour effectuer rapidement, et sans se blesser, ces opérations.

Il faut éviter de manipuler, même avec des gants, les sources radioactives (barrettes, billes, couronne, etc selon les modèles). S'il n'y a pas le choix, il faut que le contact reste très bref. En effet, s'il s'agit d'une source de radium 226, elle émet un rayonnement bêta assez intense du fait de la présence de certains descendants du radium 226. Ces rayonnements sont particulièrement nocifs pour la couche basale de la peau.



La CRIIRAD considère que les interventions de démontage et de découpe des paratonnerres devraient être réservées à des professionnels formés et informés et disposant de matériel radiométrique et dosimétrique adaptés, leur permettant de contrôler leur exposition et de vérifier l'absence de contamination ou de dispersion de fragments radioactifs.

Attention aux risques de contamination

Le radium 226 et l'américium 241 sont des radionucléides émetteurs alpha de très forte radio-toxicité. Il est donc essentiel d'éviter toute incorporation de matière radioactive, même en quantité infime. Or, avec le temps, il est possible, voire probable, que la source radioactive ait perdu son intégrité et que des particules radioactives soient dispersées sur le paratonnerre, le mat de fixation voire même l'environnement proche. Les personnes qui interviennent peuvent ainsi se contaminer, même en prenant soin de ne pas manipuler les zones non radioactives signalées par l'ANDRA.

La position de l'ANDRA est trop optimiste : l'intégrité de la source peut être altérée sans que le dommage ne soit visible. L'examen visuel peut donner une fausse garantie de sécurité. **Quel que soit l'état apparent de l'équipement, l'intervenant doit le considérer comme potentiellement contaminé.**

Le port d'un masque et de lunettes de protection n'est pas recommandé par l'ANDRA. La CRIIRAD considère qu'il est utile car certaines opérations sont susceptibles de mettre en suspension ou de projeter des micro-particules potentiellement radioactives. De plus, ces équipements constituent une protection physique contre des gestes machinaux (se frotter le nez, les lèvres) susceptibles de conduire à une contamination interne, en particulier pour des personnes peu habituées aux gestes de radioprotection.

Une attention spéciale doit être portée au retrait des gants : il faut procéder par étape en veillant à ne pas mettre les parties susceptibles d'être contaminées directement ou indirectement en contact avec la peau. Attention, dès lors qu'il y a eu manipulation, les gants doivent être considérés comme contaminés (et donc comme potentiellement contaminants). Si l'opération est interrompue, par exemple pour aller aux toilettes, il faut retirer les gants (qu'ils paraissent sales ou non) et en mettre ensuite une paire neuve (à prévoir dans l'équipement de départ).



Coordonnées de l'ANDRA

Direct° Industrielle Service Support et Administration
1-7 rue Jean Monnet 92298 CHATENAY MALABRY
Téléphone : 01.46.11.83.27 - Internet : www.andra.fr
Email : collecte-dechets@andra.fr