



# FICHE THÉMATIQUE

PROJET DE FEUILLE DE ROUTE INDUSTRIELLE BASÉE SUR DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À NEUTRONS RAPIDES REFROIDIS AU PLOMB

**Projet de réacteur électronucléaire LFR-AS-30**

Beaumont-en-Véron et Savigny-en-Véron | Indre-et-Loire

**Projet d'installation de fabrication de combustibles**

MOX-LFR | Pont-sur-Seine et Marnay-sur-Seine | Aube

## Le polonium

Version du 3 juin 2026

### Résumé :

- Un risque connu pour les filières bismuth-plomb ou plomb
- Polonium issu de l'activation du bismuth et du plomb
- Un radionucléide hautement toxique et émetteur de rayonnement alpha, similaire au plutonium ou américium dont on sait gérer les risques
- Une gestion en 4 leviers : réduction de sa formation, confinement et traitement, radioprotection des travailleurs, surveillance radiologique d'ambiance

## Le polonium

### Cadre réglementaire

Comme toutes substances radioactives, la gestion de l'exposition au polonium est notamment encadrée par :

- Le Code de la santé publique (pour la protection de la population et de l'environnement).
- Le Code du travail (pour la protection des salariés exposés).
- Le Code de l'environnement (pour les Installations Nucléaires de Base - INB).

### Nature et toxicité

Le polonium 210 est un radionucléide (c'est-à-dire un atome avec un noyau instable) naturel présent à l'état de traces dans l'environnement avec ses précurseurs, le radon 222 et le plomb 210. Il peut être produit de façon artificielle dans certaines conditions : l'activation du plomb a comme particularité de produire des isotopes du polonium (principalement du Polonium-210).

Il s'agit d'un émetteur de rayonnement alpha (un type de radiation constitué de particules alpha, un noyau d'hélium chargé positivement, émises par des noyaux radioactifs). Ce type de rayonnement a la particularité d'avoir un pouvoir ionisant très élevé mais peu pénétrant. En effet, il peut être arrêté par une feuille de papier.

En cas d'inhalation, à activité équivalente, le polonium reste moins radiotoxique que le plutonium 239 et que l'américium 241. Cependant du fait de son activité spécifique très élevée, à masse équivalente, le polonium 210 est plus radiotoxique que le plutonium 239 et que l'américium 241.

Le polonium 210 reste une substance extrêmement toxique pour l'homme dans le cas de l'inhalation ou de l'ingestion : quelques microgrammes suffisent alors à entraîner le décès, ce qui fait de cet

élément une substance environ un million de fois plus toxique que le cyanure de sodium ou de potassium. Cette radiotoxicité importante justifie la mise en place de mesures strictes de prévention de l'exposition des personnes.

Dans le cas du réacteur LFR-AS-30, le risque d'exposition des travailleurs et de la population serait maîtrisé du fait :

- De la très faible quantité de polonium produite dans le réacteur (environ 5 g),
- De sa très forte dilution dans le plomb (5 g dilués et piégés dans 800 tonnes),
- Du confinement du plomb dans la cuve étanche du réacteur,
- Des dispositions de maîtrise de la dispersion de la contamination mises en œuvre dès la conception (confinement dynamique, barrières de filtration, mesure en continu, etc.). Ces dispositions sont systématiquement mises en œuvre dans l'industrie nucléaire, par exemple dans les usines de fabrication de combustible MOX.

Sa période radioactive (temps au bout duquel la moitié de la radioactivité a disparu) est de 138,4 jours.

### Formation artificielle

Concernant le polonium, il se forme principalement à partir du bismuth. Or le plomb utilisé est très pur et contient très peu de bismuth, ce qui limite fortement sa formation. Ce phénomène est connu et pris en compte dès la conception du réacteur.

Le polonium produit par l'activation du plomb sera en grande partie piégé dans le plomb même si quelques émissions auront lieu.

## La gestion du risque polonium

### Principes généraux

La gestion du risque polonium repose sur quatre leviers :

1. réduire sa formation (choix des matériaux et chimie).
2. le confiner, le piéger et le traiter.

En fonction de sa forme physico-chimique, des dispositions techniques adaptées permettront de le gérer pour limiter les risques pour les salariés.

3. protéger les travailleurs du risque d'exposition interne (inhalation, ingestion, ou coupure).

Les émetteurs alpha ne présentent pas de risque d'exposition externe car ils sont arrêtés par la couche morte de la peau. Pour le risque d'exposition interne, des moyens de protection individuels et collectifs permettent d'éviter toute inhalation, ingestion, etc.

4. la surveillance et la propreté radiologiques des installations.

### En conditions normales d'exploitation

- **Interventions de maintenance et exposition des travailleurs**

En fonctionnement, le polonium reste dans le plomb. Des films de plomb résiduels seront présents sur les composants extraits du réacteur (déchargement des assemblages combustible, remplacement de générateur de vapeur, etc). Des traces de polonium peuvent se retrouver dans le ciel de pile, mais le système de régulation du ciel de pile assure le piégeage avant rejet.



Le risque polonium est faible et géré comme pour les autres radionucléides (le plomb primaire contient - comme pour l'eau des réacteurs à eau pressurisée REP - d'autres radionucléides) : confinement, balayage par la ventilation, mesure, etc.

Lors des opérations de maintenance, réalisées réacteur à l'arrêt, des travailleurs pourront être amenés à intervenir au plus près du réacteur. Certaines phases d'arrêt programmées pourront notamment donner lieu au remplacement de composants de grande dimension depuis la dalle du réacteur, avec la cuve ouverte. Dans ces configurations, des opérateurs peuvent être présents dans le bâtiment réacteur.

Les principaux risques radiologiques associés à ces interventions sont l'exposition externe, principalement liée à l'émission de rayonnements gamma, ainsi que l'exposition interne potentielle liée à la présence de radionucléides tels que le polonium. À ces aspects radiologiques peut également s'ajouter un risque chimique associé au plomb.

Toutefois, le risque d'exposition interne au polonium demeure faible. En effet, avant toute ouverture de la cuve, un balayage du ciel de pile est réalisé afin de limiter la présence éventuelle de radionucléides volatils. Ce dispositif est complété par les systèmes de ventilation nucléaire du bâtiment réacteur, conçus pour contrôler et confiner les substances radioactives. Par ailleurs, toute intervention fait l'objet d'une analyse de risques préalable permettant de définir les conditions d'intervention, les protections collectives et les équipements de protection individuelle nécessaires afin de garantir la maîtrise des expositions des travailleurs.

- **Contrôle des rejets et protection de l'environnement**

Le polonium, ainsi que les autres émetteurs alpha ou radionucléides susceptibles d'être rejetés dans l'environnement, font l'objet d'une surveillance spécifique des effluents (liquides ou gazeux), notamment au niveau de la cheminée de rejet de l'installation. Des dispositifs de mesure et de contrôle permettent de suivre en continu ou périodiquement l'activité rejetée.

Ces rejets sont strictement encadrés par des autorisations délivrées par les autorités. Les limites associées sont fixées selon le principe de maintien des expositions au niveau aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA) et, en tout état de cause, à des niveaux garantissant l'absence d'impact sanitaire pour les populations et l'environnement.

### En situation accidentelle

L'étude des situations accidentelles et la construction d'une démonstration de sûreté conduit à la mise en œuvre de plusieurs dispositions de sûreté en particulier celles assurant le confinement des substances radioactives telles que le polonium.

Selon les résultats des évaluations réalisées à ce stade, les rejets susceptibles d'être associés à ces situations resteraient suffisamment faibles pour ne pas nécessiter la mise en œuvre de mesures de protection de la population telles que le confinement, l'évacuation ou la prise d'iode stable. En particulier, les doses susceptibles d'être reçues en bordure du site resteraient inférieures à 10 mSv, à comparer à l'exposition naturelle moyenne d'un français de 4,5 mSv par an.

Cette maîtrise des conséquences radiologiques repose notamment sur la présence de plusieurs barrières successives de confinement incluant la cuve du réacteur, les locaux et le bâtiment réacteur conçus pour limiter la dispersion des substances radioactives. Elle est également renforcée par les propriétés physico-chimiques du plomb, qui présente une forte capacité à piéger certains radionucléides, dont le polonium, contribuant ainsi à réduire leur relâchement et leur transfert potentiel vers l'environnement.

Enfin, différentes dispositions permettraient de piéger le polonium en fonction des formes physico-chimiques susceptibles d'être présentes. Les formes en aérosol sont captées par des filtres haute

performance (HEPA ou équivalents), tandis que les formes gazeuses peuvent être retardées ou piégées à l'aide de lits de retard ou de réservoirs de stockage temporaire.

En conclusion, les dispositions prévues pour le confinement, et appliquées à la gestion du polonium, demeurent des sujets connus bénéficiant pour certaines d'entre elles d'un retour d'expérience important dans le monde et plus particulièrement dans les sites nucléaires français.