



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

L'origine, les risques, le cycle de vie et la finalité du plomb utilisé dans le projet de réacteur LFR-AS-30

Fiche thématique - version du 21 avril 2026

Cette fiche d'information vise à apporter des éléments de contexte quant à l'origine, les risques, le cycle de vie et la finalité du plomb utilisé dans le projet de réacteur LFR-AS-30.

1/ Le plomb : un matériau unique

Utilisé dès l'Antiquité par toutes les grandes civilisations antiques pour des usages variés (monnaies, canalisations, constructions), le plomb a vu ses applications se diversifier au Moyen Âge puis s'industrialiser aux XIXe et XXe siècles, les batteries représentant aujourd'hui près de 80 % de sa consommation mondiale. Il peut être classé comme primaire – produit directement à partir de minerais extraits – ou secondaire – recyclé à partir de déchets. Inévitablement, le plomb ne peut être exempt de certaines impuretés telles que : le cuivre, l'argent, le zinc, l'antimoine, le bismuth, etc. provenant des limites des procédés de purification utilisés par les métallurgistes lors de sa production.

La raison pour laquelle le plomb est choisi comme caloporteur – fluide chargé de transporter la chaleur entre le combustible et les générateurs de vapeur – dans un LFR est de tirer profit de ses propriétés physiques et nucléaires avantageuses. En effet, sa haute température d'ébullition (1737°C) permet un fonctionnement à pression atmosphérique, sa forte densité lui confère une grande inertie thermique valorisable d'un point de vue de la sûreté, et ses propriétés nucléaires sont adaptées aux réacteurs à neutrons rapides. De plus, il est chimiquement inerte en comparaison au sodium qui réagit violemment au contact de l'air et de l'eau, permettant de placer les générateurs de vapeur en cuve et d'atteindre une compacité défiant la concurrence. Ces avantages permettent à ce titre d'exclure les risques d'agressions de l'enclume de confinement. Cependant, les LFRs font face à des défis importants : la densité élevée du plomb implique des contraintes spécifiques à prendre en compte lors de la conception (maintien des systèmes immergés, limitation de la masse globale, etc.), son opacité implique le développement de méthodes d'inspection alternatives à l'observation visuelle, et il est corrosif et érosif envers les structures, surtout à haute température. Dans ce contexte, newcleo et son programme de Recherche et Développement travaillent activement au développement de solutions technologiques permettant d'anticiper et de maîtriser ces différents aspects, challenges pour lesquels newcleo dispose déjà de beaucoup de retours d'expérience permettant d'être confiant quant à la capacité à apporter des solutions technologiques robustes en réponse à ces aspects spécifiques.



2/ Quels risques associés ?

L'utilisation et la gestion du plomb sont soumises à un ensemble de dispositions relatives à la protection des personnes et de l'environnement contre ses effets nocifs. Les seuils et limites d'exposition varient selon les pays.

Nota bene : La manipulation du plomb ne se fera qu'à l'état solide au sein des installations de newcleo. En effet, une fois la cuve principale remplie, le plomb y reste pendant toute la durée d'exploitation du réacteur. Cet état solide permet une manipulation simple et maîtrisée, pour laquelle newcleo dispose du retour d'expérience de ses installations de R&D en Italie.

La présence de vapeurs et d'aérosols de plomb – bien que leur production soit très limitée, voire nulle dans les plages de températures de fonctionnement du LFR-AS-30 – peut entraîner des risques toxiques (et radiologiques après activation) en cas de relâchement, soit en fonctionnement normal, soit en situation incidentelle ou accidentelle entraînant une possible dégradation d'étanchéité de la deuxième barrière de confinement. Dans le projet de newcleo, ce risque est pris en compte dès la conception en prévoyant que le plomb soit exclusivement contenu dans la cuve du réacteur, sans circulation dans des circuits externes au sein de l'installation. De plus, la présence possible de vapeurs de plomb est intégrée dans le design et des systèmes de filtration seraient installés pour les capturer le cas échéant. Les situations accidentelles hautement improbables, pouvant générer davantage de vapeurs ou d'aérosols (comme l'incendie ou l'accident grave), feront l'objet d'études spécifiques afin de définir des mesures de prévention et de confinement adaptées. Il convient de noter que le risque d'incendie mobilisant le plomb primaire dans la cuve est exclu, car aucun élément présent ne peut alimenter un feu. Ce risque apparaît uniquement avant le premier chargement du plomb dans la cuve et au cours du démantèlement (vidange du plomb).

Enfin, la toxicité des impuretés éventuelles du plomb doit également être prise en compte dans l'analyse des risques.

3/ Le plomb dans le LFR-AS-30

L'inventaire de plomb destiné au fonctionnement du LFR-AS-30 serait livré sur site sous forme de lingots, ce qui représente une pratique de livraison courante dans l'industrie. Un dispositif provisoire permettrait la fusion, filtration et conditionnement du plomb avant remplissage de la cuve du réacteur.

Au cours de la vie du réacteur, la surveillance des paramètres chimiques du plomb et le maintien de sa qualité seront essentiels pour assurer le bon fonctionnement du réacteur. Ainsi, la concentration d'oxygène dissoute dans le caloporteur – actrice majeure dans les phénomènes de corrosion en plomb – serait mesurée et contrôlée en continu, des filtres seraient implémentés en cuve pour assurer une concentration minimale d'impuretés et des échantillonnages périodiques pour suivre les paramètres chimiques du plomb sont prévus. Bien que des appoints sporadiques soient envisagés pour compenser les faibles pertes liées à l'exploitation normale de l'installation, notamment celles associées aux traces résiduelles pouvant subsister sur certains composants amovibles lors des opérations de maintenance ou de remplacement, il n'est pas envisagé de remplacer le caloporteur du LFR-AS-30 durant son exploitation. La vidange de la cuve ne serait alors prévue qu'en phase de démantèlement.

Lors du démantèlement, lorsque viendrait le moment de vidanger le réacteur, les composants amovibles de celui-ci seraient retirés et une pompe serait installée pour permettre la vidange du plomb. Il serait alors récupéré, divisé et solidifié en colis de volume approprié.

Enfin, il est à noter que le plomb étant localisé dans une zone très précise de l'installation - la cuve principale (représentant la seconde barrière de confinement) - il ne pourra pas y avoir de dispersion du plomb partout ailleurs.



4/ Fin de vie

Du fait de sa présence au sein du réacteur en fonctionnement, le plomb, à l'instar de tout matériau présent dans la cuve, sera exposé à une activation neutronique. Cela signifie qu'en absorbant des neutrons, il deviendra lui-même émetteur de rayonnements et donc radioactif. Dans ce contexte, *newcleo* mène des études pour définir l'inventaire radiologique (la liste des éléments radioactifs répertoriée selon leur nature et leur quantité) du LFR-AS-30 aussi bien pendant l'exploitation qu'après l'arrêt. Un plan solide pour gérer le plomb utilisé - et donc radioactif - à la fin de l'exploitation du réacteur est exigé. La gestion devra privilégier la réutilisation et le recyclage si possible, et n'envisager la mise en déchet qu'en dernier recours. Différentes options sont à l'étude pour permettre la purification du plomb en fin d'exploitation afin de permettre sa réutilisation ou, à défaut, la réduction en volume et/ou en activité.

Par ailleurs, un avis a été sollicité auprès de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA) afin d'évaluer les modalités de stockage associées au plomb susceptible d'être produit par *newcleo*. Dans ce cadre, le projet CIGEO, destiné au stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL), a été identifié comme la filière de gestion la plus pertinente au regard des spécifications actuellement en vigueur. Les travaux se poursuivront en étroite collaboration avec l'ANDRA afin de préciser les conditions de prise en charge du plomb et d'évaluer son intégration dans l'inventaire de référence.

Les équipements ayant été immergés dans le plomb et étant souillés par ce dernier seraient pris en charge dans les filières de stockage existantes de l'ANDRA.