

Monsieur Laurent ALBERT  
Division ASNR de Lyon  
Chef du pôle nucléaire de proximité

Fontenay-Aux-Roses, le 27 juin 2025

## Avis d'expertise n° 2025-00067 du 23 juin 2025

**Objet :** Conditions d'utilisation en chantier d'un accélérateur de particules mobile pour la radiographie d'ouvrages d'arts par le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)

**Référence :** Lettre ASNR CODEP-LYO-2025-015006 du 9 avril 2025

---

Par lettre citée en référence, la Division de Lyon de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) a demandé une expertise interne de la Direction de la recherche et de l'expertise en santé (DRES) sur les conditions d'utilisation sur chantier d'un accélérateur de particules mobile destiné à la radiographie d'ouvrages d'arts. Le service d'études et d'expertise en radioprotection (SER) a expertisé le dossier du CEREMA portant sur l'acquisition et l'usage en chantier de l'accélérateur de particules mobile Bétatron PXB 7,5 MeV destiné à remplacer leur unique gammagraphe GMA2500 pour la radiographie d'ouvrages d'art, principalement des ponts à câbles précontraints. L'objectif est d'assurer la maîtrise des risques radiologiques, notamment à travers les modalités d'établissement de la délimitation du périmètre de la zone d'opération et les dispositions organisationnelles associées afin d'en interdire l'accès et de garantir que ni travailleur ni personne du public ne reçoive une dose supérieure à 25  $\mu$ Sv intégrée sur une heure.

Le Bétatron PXB 7,5 MeV est un accélérateur d'électrons produisant des rayons X directionnels, fabriqué par la société anglaise JME. Il se compose de trois modules (émetteur, unité de puissance, panneau de commande) pour un poids total d'environ 200 kg. Il offre des niveaux d'émission jusqu'à 7,5 MeV et un débit de dose de 50 à 70 mGy/min à un mètre. Des dispositifs de sécurité intégrés empêchent toute émission accidentelle de rayonnement via des interverrouillages, une clé de sécurité et des boutons d'arrêt d'urgence.

L'utilisation de cet accélérateur concerne principalement la radiographie de ponts à câbles précontraints lors des contrôles de l'état des gaines et des câbles (majorité des cas) ou pour la localisation précise de câbles en vue de la réalisation de travaux.

Le CEREMA indique que le choix des emplacements de tir sur les ouvrages est guidé par un compromis entre la pertinence du diagnostic et la réduction de l'exposition des opérateurs. Dans les modalités d'établissement de la délimitation de la zone d'opération, le CEREMA prévoit d'effectuer une visite préalable du site, d'établir un plan de tir et de définir la zone d'opération sur la base de calculs tenant compte de la géométrie de l'ouvrage, des matériaux, de l'épaisseur de béton et des angles de tir. La modélisation dosimétrique de la zone d'opération inclut l'effet de diffusion (build-up), les caractéristiques du béton et la distribution spatiale des débits de dose autour de l'accélérateur, volontairement majorés par le fabricant, ce qui est satisfaisant.

Le périmètre de la zone d'opération est défini à partir des doses estimées pour une exposition d'une heure dans la configuration la plus défavorable. En pratique, la dose nécessaire (8 mGy) pour exploiter le film détecteur placé juste derrière l'élément en béton à radiographier est atteinte en beaucoup moins de temps (par exemple : moins

d'une minute pour une épaisseur de béton de 32,5 cm), ce qui limite le temps réel d'exposition. La zone d'opération est toutefois définie de façon enveloppante pour garantir la sécurité dans tous les cas.

Les documents de chantier contiennent des plans détaillés du périmètre de la zone d'opération prévisionnelle sur des cartes satellites du site tenant compte des accès, des chemins et des éventuels obstacles. Le respect de la norme NF A 09-202 « principes généraux de l'examen radiographique, à l'aide de rayons X et gamma, des matériaux béton, béton armé et béton précontraint » assure la conformité et la reproductibilité des tirs et ainsi de la délimitation de la zone d'opération prévisionnelle, ce qui est satisfaisant.

Plusieurs emplacements de tir sur une même portion d'ouvrage sont souvent regroupés dans une zone d'opération étendue et mutualisée, permettant une meilleure efficacité opérationnelle tout en maintenant la sécurité.

La zone d'opération est matérialisée sur site par un balisage physique étendu, incluant les accès (routes, berges, chemins) et les zones situées sous l'ouvrage si nécessaire. En cas d'inaccessibilité (cours d'eau navigables), des mesures organisationnelles sont mises en œuvre, comme, par exemple, une surveillance visuelle, un arrêt de navigation en coordination avec l'organisme national « Voies Navigables de France ». Ce point n'appelle pas de remarque.

Le positionnement de l'accélérateur, fixe durant le tir, est rigoureusement défini. Le chef de tir, qui coordonne chaque étape des opérations via une radio VHF, active l'accélérateur après évacuation de la zone d'opération. A l'issue du tir, il désactive l'accélérateur empêchant ainsi toute émission non contrôlée avant l'entrée des opérateurs dans la zone.

Lors de l'opération proprement dite, un contrôle dosimétrique est réalisé en continu, au point le plus pénalisant du balisage. Les opérateurs utilisent des radiamètres et portent des dosimètres opérationnels personnels. Toute divergence entre les mesures et les prévisions entraîne une interruption immédiate des opérations.

Des procédures strictes garantissent l'interdiction d'accès à la zone d'opération pendant les tirs, y compris dans les caissons internes des ponts, qui font également l'objet d'une évaluation dosimétrique spécifique.

Ces points n'appellent pas de remarque.

L'expertise des documents transmis par l'exploitant portant sur les modalités de délimitation de la zone d'opération, complétés des informations recueillies au cours de l'expertise technique, permet de considérer que les dispositions prévues par la société CEREMA en matière de radioprotection sont globalement satisfaisantes. La méthode prévisionnelle de délimitation du périmètre de la zone d'opération est rigoureuse, prudente et reproductible, intégrant à la fois une modélisation théorique fiable et des dispositions de terrain précises. La démarche organisationnelle associée permet au CEREMA de maîtriser les risques d'exposition, aussi bien pour les opérateurs que pour le public.

Marc PULTIER  
Chef du Service d'études et d'expertise en  
radioprotection