

Fontenay-aux-Roses, le 7 juillet 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00227

Objet : Demande d'autorisation d'utilisation d'un accélérateur de particules  
NEW AGLAE par le C2RMF au Carrousel du Louvre

Réf. 1. 7  
2. Avis IRSN-2017-00123 du 04 avril 2017  
3. Avis IRSN-2017-00151 du 16 avril 2014

Par lettre citée en référence [1], vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur le dossier de demande d'autorisation de détenir et d'utiliser un accélérateur de particules dans l'installation AGLAE transmise par Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF) dans le cadre du projet NEW AGLAE situé sur le site du Carrousel du Louvre à Paris.

Cet accélérateur est utilisé pour l'analyse et l'imagerie non invasive d'objets d'art. Il permet notamment la mise en œuvre de nombreuses techniques d'analyse par faisceaux d'ions. Ces techniques sont mises en œuvre à des fins de recherches mais aussi de conservation et de restauration des œuvres d'art. Les objets imagés peuvent être des échantillons, des fragments ou des œuvres complètes telles que des tableaux ou des statues.

Votre demande comportait deux parties. La première partie concernant notamment les sécurités a fait l'objet d'un précédent avis de l'IRSN [2]. Par ailleurs, le fonctionnement de l'accélérateur en mode proton/deuton a aussi fait l'objet d'un précédent avis de l'IRSN [3].

La seconde partie de votre demande, objet du présent avis, portait sur la conformité de l'évaluation des risques, du zonage radiologique, des protections biologiques mises en place et de la gestion de l'activation des pièces.

De l'évaluation réalisée par l'IRSN, je retiens les éléments suivants.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

L'exploitant a défini trois zones distinctes à l'intérieur de la casemate. Chacune de ces zones font l'objet d'un classement radiologique intermittent évoluant en fonction de l'état de fonctionnement de l'accélérateur et du débit d'équivalent de dose gamma mesuré par une balise présente dans la casemate. Tout d'abord, l'IRSN considère que la variation du zonage sur la base de la mesure d'une balise n'est pas satisfaisante et que ce mode de fonctionnement présente un risque pour le personnel. Un des exemples est la zone d'expérimentation dont le classement peut passer de la zone non réglementée à la zone contrôlée jaune alors que du personnel est présent dans la zone. La seule indication de cette modification est le trisecteur lumineux présent à l'entrée de la zone. Par ailleurs, l'exploitant prévoit un classement de la casemate en zone non réglementée lorsque l'accélérateur est éteint. L'IRSN considère que, pour les locaux dont le zonage est intermittent, le classement minimal retenu devrait être la zone surveillée. Une synthèse de l'ensemble des recommandations concernant le zonage est présentée en annexe du présent avis.

La zone haute énergie est une partie de casemate, délimitée par un marquage jaune au sol, contenant les éléments de la ligne de faisceau (hors section accélératrice). L'exploitant prévoit que cette zone soit accessible ponctuellement aux opérateurs afin de réaliser des réglages ou de la maintenance. Afin d'éviter que des expérimentateurs (personnel extérieur) soient présents dans cette zone lors du fonctionnement de l'accélérateur, l'IRSN considère que l'exploitant devrait renforcer la délimitation de cette zone afin de l'adapter au risque encouru et prévenir tout franchissement fortuit.

Une balise gamma est présente dans la casemate pour surveiller le débit d'équivalent de dose. L'exploitant a prévu de l'utiliser afin de vérifier l'absence d'activation dans la casemate et d'adapter le zonage en conséquence. L'IRSN estime que faire évoluer le zonage sur la base de la mesure d'une balise n'est pas satisfaisant et que l'accès à la casemate ne devrait pas être autorisé si une valeur anormale de débit d'équivalent de dose est mesurée dans la casemate. La balise de mesure gamma devrait être associée aux sécurités d'accès à la casemate afin de garantir que le personnel ne peut pas pénétrer dans la casemate tant que le débit de dose n'a pas retrouvé une valeur nominale correspondant au fonctionnement normal de l'installation.

Le débit d'équivalent de dose à l'extérieur de la casemate est susceptible d'atteindre  $2 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  lors de l'utilisation de l'accélérateur en mode deuton. En prenant en compte des hypothèses pénalisantes, la dose mensuelle dans les locaux attenants à la casemate pourrait atteindre  $200 \mu\text{Sv}$ . Cette dose ne prend pas en compte les autres sources d'exposition susceptibles d'être utilisées sur la période. Dans ces conditions, l'IRSN estime que l'exploitant devrait limiter la durée d'utilisation mensuelle de l'accélérateur en mode deuton ou renforcer les protections biologiques de l'installation afin de respecter la limite de la zone publique pour les locaux attenants à la casemate. Par ailleurs, l'IRSN estime que la mise en place de dosimètres gamma et neutrons pour assurer le contrôle de l'ambiance radiologique sur l'ensemble de l'installation et des locaux attenants lors du fonctionnement de l'accélérateur est nécessaire.

Pour ce qui concerne la gestion du risque d'activation dans l'installation, l'exploitant considère que celui-ci est faible et que les produits susceptibles d'être créés ont une durée de vie courte. Cependant

aucune analyse précise n'a été avancée par l'exploitant permettant de le justifier et d'évaluer l'impact radiologique qui en résulte. Les estimations réalisées par l'IRSN pour l'interaction du faisceau avec les éléments de la ligne de l'accélérateur mettent en évidence la création d'éléments à vie courte qui pourraient être gérés en décroissance mais aussi d'éléments dont la demi-vie est supérieure à 100 jours. En outre, ces estimations ne prennent pas en compte les éventuelles impuretés présentes dans les matériaux ni l'activation liée aux neutrons produits par l'interaction du faisceau avec la matière. En l'absence d'éléments suffisants apportés par l'exploitant, l'IRSN considère que l'activation des pièces de l'accélérateur et des objets analysés ne peut être exclue. En conséquence, l'exploitant devrait mettre en place une mesure systématique des échantillons et œuvres d'art étudiés avec l'accélérateur afin de vérifier l'absence d'un risque d'exposition significatif lié leur manipulation. L'exploitant devrait également présenter une analyse du risque d'activation des pièces de l'accélérateur et une procédure de gestion de ce risque.

Pour le directeur général, par délégation

Alain RANNOU

Adjoint au Directeur de la Santé

Annexe à l'Avis IRSN/2017-00227 du 7 juillet 2017

Recommandations de l'IRSN concernant le zonage de la casemate de l'installation AGLAE.

Mode	Etat accélérateur	Salle AGLAE et salles Annexes	Zone haute énergie	Zone d'expérimentation
/	Pas de faisceau (sources éteintes)	Zone surveillée		
Proton	Faisceau non extrait (CF3 fermée)	Zone surveillée	Zone contrôlée jaune	Zone surveillée
	/			Zone interdite rouge
	Alpha			Zone contrôlée jaune
	Faisceau extrait chambre à vide			Zone contrôlée jaune
Deuton	Faisceau non accéléré	Zone surveillée	Zone contrôlée jaune	Zone surveillée
	Faisceau accéléré	Zone interdite rouge		