

Fontenay-aux-Roses, le 17 décembre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00327

Objet : CERN
Évaluation des débits de dose dans l'installation MEDICIS
Réf. Lettre ASN CODEP-LYO-2017-043021 du 20 octobre 2017

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les évaluations, présentées par l'exploitant de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), des débits de dose générés lors des expériences menées dans la nouvelle installation dénommée MEDICIS (MEDical Isotopes Collected from ISolde¹), visant notamment à justifier le dimensionnement des protections radiologiques des nouveaux laboratoires de cette installation.

De l'examen du dossier de sûreté transmis par l'exploitant et des informations complémentaires recueillies au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

1. Contexte et description des installations

Les installations du CERN sont situées sur la commune de Meyrin en Suisse (près de Genève) et s'étendent de part et d'autre de la frontière avec la France. La principale activité du CERN est la recherche en physique des particules, c'est-à-dire l'étude des constituants fondamentaux de la matière ainsi que des forces auxquelles ils sont soumis.

L'installation ISOLDE, construite en 1992, permet l'irradiation de cibles² par un faisceau de protons issus des accélérateurs de particules du CERN dans l'objectif de produire des ions radioactifs. L'exploitant estimant que seuls 10 % des protons envoyés sur une cible d'ISOLDE interagissent avec cette dernière, il a récemment créé un nouveau lieu d'irradiation, situé derrière celui des cibles d'ISOLDE. Les nouveaux laboratoires de l'installation MEDICIS, qui constituent une extension de ceux d'ISOLDE, visent à permettre l'extraction et la purification des radioéléments produits dans les cibles irradiées dans cette installation.

Du point de vue de la radioprotection, l'objectif de l'exploitant est de limiter le débit de dose à environ 1 µSv/h dans les zones accessibles au personnel des laboratoires de l'installation

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

¹ L'installation ISOLDE est un des laboratoires du CERN dont l'abréviation signifie « Isotope Separator On Line DEvice », c'est-à-dire « Dispositif de séparation des isotopes en ligne ».

² Les cibles sont des éléments dont l'irradiation par un faisceau de particules permet de produire de nouveaux isotopes.

MEDICIS. Pour vérifier que les protections radiologiques mises en place permettent de respecter cet objectif, l'exploitant a réalisé des simulations numériques, qui sont synthétisées sous forme de cartographies de débits de dose.

L'évaluation menée par l'IRSN concerne les estimations de débits de dose réalisées par l'exploitant pour les configurations suivantes :

- lors de l'interaction du faisceau de protons avec une seule cible puis deux cibles dans ISOLDE ;
- lors de l'entreposage des cibles irradiées dans les laboratoires de MEDICIS ;
- lors du déplacement d'une cible irradiée dans les laboratoires de MEDICIS.

L'IRSN rappelle que la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants repose à la fois sur des dispositions « passives » (par exemple des protections radiologiques constituées par des murs en béton ou des structures en plomb) et sur des dispositions « actives » (gestion automatisée des accès aux zones irradiantes, consignes de radioprotection, dispositifs de surveillance de la dosimétrie individuelle, etc.). **Conformément à la saisine de l'ASN, le présent avis de l'IRSN porte uniquement sur l'évaluation des débits de dose utilisés pour le dimensionnement des protections radiologiques mises en place dans les installations.**

2. Caractéristiques des cibles

L'exploitant présente, dans le dossier de sûreté accompagnant les notes de simulation numérique des débits de dose, les caractéristiques (géométrie, composition, etc.) retenues pour les cibles d'ISOLDE et de MEDICIS qu'il considère comme enveloppe en termes de radioéléments produits et de débit de dose associé, lors de l'expérimentation puis au cours de leur transport et de leur entreposage. Les cibles retenues par l'exploitant sont celles constituées d'uranium appauvri pour ISOLDE et de tantale pour MEDICIS. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Néanmoins, l'IRSN a relevé quelques incohérences entre les caractéristiques des sources en uranium appauvri et en tantale utilisées dans les modèles numériques et celles présentées dans les notes de calculs (par exemple, certaines dimensions sont légèrement différentes). En outre, l'IRSN observe que les caractéristiques des cibles utilisées pour les études de dimensionnement des protections radiologiques de l'extension MEDICIS ne sont pas présentées dans le dossier de sûreté de cette installation. **En toute rigueur, pour l'IRSN, le CERN devrait présenter dans le dossier de sûreté de l'extension MEDICIS les caractéristiques des cibles utilisées pour les études de dimensionnement des protections radiologiques.**

3. Évaluation de l'IRSN

L'exploitant a réalisé ses cartographies de débits de dose à l'aide de l'outil de calcul Fluka qui permet de simuler, grâce à la méthode de Monte-Carlo, les interactions « rayonnements-matière » et la propagation des rayonnements dans les différents milieux. Cet outil de calcul permet également de mener des calculs d'activation et d'établir l'inventaire des radioéléments produits après irradiation d'une cible sur une durée définie et pour différents temps de décroissance. **L'IRSN considère que l'utilisation de l'outil de calcul Fluka est adaptée au domaine des études réalisées par l'exploitant.**

Dans le cadre de son évaluation des débits de dose calculés par le CERN, l'IRSN a utilisé le code de transport de particules MCNP qui met également en œuvre la méthode de Monte-Carlo.

3.1. Interaction du faisceau de protons avec une ou deux cibles

Les calculs réalisés par le CERN dans le cas d'un faisceau de protons irradiant une cible d'uranium appauvri seule ou la combinaison d'une cible en uranium appauvri et d'une cible en tantale montrent que les débits de dose sont,

compte tenu des protections radiologiques mises en œuvre, inférieurs à 1 $\mu\text{Sv/h}$ dans toutes les zones accessibles par le personnel. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

3.2. Entreposage des cibles de MEDICIS irradiées

Dans cette configuration, l'exploitant considère des cibles en tantale irradiées, entreposées dans trois zones d'intérêt des laboratoires de MEDICIS :

- la zone de décroissance utilisée pour l'entreposage des cibles à la suite de leur irradiation ;
- le « bunker » où certains radioéléments sont extraits des cibles ayant été irradiées ;
- la « cellule chaude » qui pourrait être utilisée, dans le cadre d'une future évolution de l'extension MEDICIS, pour réaliser également l'extraction de radioéléments.

L'IRSN relève que l'accès à ces trois zones est interdit au personnel lors de la manipulation des cibles irradiées, celle-ci étant réalisée par l'intermédiaire d'outils robotisés.

L'estimation des débits de dose dans les installations à l'aide des outils de calculs numériques nécessite en premier lieu d'identifier l'inventaire des radioéléments produits dans les cibles lors de leur irradiation par le faisceau de protons. Cet inventaire des radioéléments dépend notamment de la nature des cibles, de l'intensité et de l'énergie du faisceau de protons.

Le référentiel de sûreté de l'extension MEDICIS mentionne que le faisceau de référence est un faisceau de protons d'énergie 1,4 GeV et d'intensité 2 μA . Or, l'IRSN relève que l'exploitant a utilisé, pour ses estimations de débits de dose, un faisceau de protons de 2 GeV. Cependant, pour l'IRSN, l'irradiation d'une cible en tantale par un faisceau de 2 GeV, qui génère une activité radiologique plus importante dans la cible, ne modifie pas significativement l'allure des spectres en énergie des particules émises. Les évaluations de l'exploitant sont donc pénalisantes par rapport à celles qu'il aurait obtenues pour une cible irradiée par le faisceau de référence mentionné dans le référentiel de sûreté de l'extension MEDICIS. **Ceci est satisfaisant.**

L'IRSN relève que les calculs de l'exploitant conduisent à estimer des débits de dose inférieurs au sievert par heure dans l'extension MEDICIS à proximité d'une source de tantale irradiée. Or, les résultats des calculs de débits de dose en fonction du temps, réalisés par l'exploitant à partir d'un même faisceau de proton de 2 GeV et présentés par ailleurs, sous forme graphique, sont supérieurs à 10 Sv/h à proximité immédiate d'une source en tantale irradiée. Pour l'IRSN, les écarts constatés (dans des zones inaccessibles au personnel) sont certainement liés au maillage³ utilisé dans Fluka par l'exploitant qui induit un lissage des valeurs de débits de dose calculées. **En toute rigueur, l'IRSN estime que le CERN aurait dû présenter, en complément des résultats de calculs exposés sous forme de cartographies de dose, des valeurs ponctuelles de débit de dose dans les laboratoires de l'extension MEDICIS, en particulier aux postes de travail des opérateurs.**

En tout état de cause, les résultats des calculs de débits de dose de l'IRSN confirment ceux de l'exploitant et en particulier le respect de l'objectif de dimensionnement de 1 $\mu\text{Sv/h}$ derrière les protections radiologiques pour des cibles en tantale irradiées par le faisceau de référence et entreposées en zone de décroissance, dans le « bunker » ou en « cellule chaude ». **Ceci est satisfaisant.**

³ Un maillage est une partition de l'espace en cellules élémentaires permettant de réaliser une simulation numérique globale sur la base d'un nombre de calculs élémentaires limités. Les valeurs représentées sur une cartographie sont les valeurs moyennées à l'intérieur d'une maille.

3.3. Transfert d'une cible de MEDICIS irradiée

En complément d'une évaluation des débits de dose en configuration « statique » d'entreposage, l'exploitant a évalué les débits de dose au cours du transfert d'une cible en tantale irradiée entre la zone de décroissance et la « cellule chaude ». L'inventaire en radioéléments considéré est le même que pour la configuration précédente relative à l'entreposage des cibles irradiées. Des calculs réalisés, l'exploitant conclut au respect de l'objectif de débit de dose maximal d'environ 1 $\mu\text{Sv/h}$ dans les zones accessibles au personnel. L'IRSN est en accord avec les estimations de débits de dose de l'exploitant, **ce qui est satisfaisant.**

4. Conclusion

À l'issue de l'expertise réalisée, l'IRSN estime globalement satisfaisante les estimations de débits de dose effectuées par le CERN dans le cadre des études de dimensionnement des protections radiologiques de l'extension MEDICIS, pour les différentes configurations d'exploitation étudiées (cibles en cours d'irradiation, cibles irradiées entreposées et cibles irradiées en cours de déplacement entre différentes zones).

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté