

Fontenay-aux-Roses, le 12 mars 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00034

Objet : Organisation européenne pour la recherche nucléaire - CERN
Méthode d'évaluation de l'impact dosimétrique dû à l'exposition externe aux rayonnements ionisants parasites

Réf. : Lettre CODEP-LYO-2022-019553 du 26 septembre 2022.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur la méthodologie présentée par l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) pour évaluer l'impact dosimétrique dû à l'exposition externe aux rayonnements ionisants parasites émis par ses installations. L'IRSN a déjà expertisé en 2021 la méthodologie présentée par le CERN pour évaluer l'impact des rejets radioactifs dans l'atmosphère et les cours d'eau de ses installations.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par le CERN au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

1. CONTEXTE

Le CERN est constitué de plusieurs sites séparés géographiquement, répartis de part et d'autre de la frontière franco-suisse. Les principaux sites sont ceux de Meyrin et de Prévessin, les autres correspondant à des emplacements au niveau des anneaux du SPS (*Super Proton Synchrotron*) et du LHC (*Large Hadron Collider*).

En raison de son statut international, le CERN ne constitue pas une installation nucléaire de base (INB) et n'est pas directement placé sous l'autorité de l'ASN. Le cadre réglementaire qui lui est applicable est fixé notamment par un accord tripartite signé par le gouvernement français, le Conseil fédéral suisse et le CERN. Cet accord, entré en vigueur en 2011, permet à l'ASN et à son homologue suisse, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), de remplir conjointement une mission de surveillance des installations nucléaires du CERN.

2. ÉVALUATION DE SÛRETÉ

2.1. MÉTHODE GÉNÉRALE

L'évaluation du CERN porte sur les rayonnements parasites créés lors de l'interaction des faisceaux émis par les accélérateurs avec les cibles, les collimateurs ou encore avec les composants de la machine en cas de perte de faisceau. Ces rayonnements, qui s'« échappent » des installations au travers des blindages ou via des interstices,

sont produits uniquement pendant le fonctionnement de l'accélérateur et cessent lorsqu'il est à l'arrêt. Seule l'exposition externe est considérée, en dehors des limites du CERN.

Pour déterminer l'impact dosimétrique lié aux rayonnements parasites émis par ses installations, le CERN évalue la dose efficace annuelle reçue par des personnes représentatives :

- à partir de l'équivalent de dose ambiant simulé par un code de calcul, pour les nouvelles installations ou celles existantes faisant l'objet de modifications « importantes » (avant leur mise en fonctionnement) ;
- à partir de l'équivalent de dose ambiant simulé par un code de calcul et ajusté (pour les installations existantes faisant l'objet de « légères » modifications de fonctionnement) ;
- à partir de l'équivalent de dose ambiant estimé à partir des mesures et corrigé du bruit de fond (pour le CERN dans sa globalité).

Pour une installation nouvelle ou une installation existante ne faisant pas l'objet de modifications « importantes », le CERN utilise un code de calcul Monte Carlo pour simuler l'interaction des particules avec les différents équipements, dans l'objectif notamment d'évaluer l'équivalent de dose ambiant annuel dû aux rayonnements ionisants parasites dans l'environnement de l'installation et de déterminer les zones où il est le plus élevé. Après la mise en exploitation de l'installation, les résultats de calcul sont validés par comparaison à des mesures réalisées au niveau de stations de surveillance des rayonnements ionisants parasites du CERN (une quarantaine de stations en 2022). Lors d'une « légère » modification de la configuration de l'installation ou des particules utilisées (type et énergie), le CERN ne réalise pas de nouvelle simulation Monte Carlo, mais définit un facteur correctif basé sur une corrélation établie entre l'équivalent de dose ambiant évalué avant la modification et le nombre de particules reçues par l'installation sur une certaine durée.

L'IRSN estime que l'approche mise en œuvre par le CERN est satisfaisante, mais que le CERN pourrait expliciter la déclinaison faite pour chacune des installations par rapport à la méthode concernant l'ensemble du CERN.

2.2. EVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE

Le terme source est spécifique à chacune des installations du CERN considérées, voire à chacune des expériences réalisées dans ces installations, qui par ailleurs ne fonctionnent pas en continu toute l'année. Les rayonnements que l'on retrouve dans l'environnement du CERN sont principalement composés de neutrons, de photons et de muons. Compte tenu du nombre d'installations exploitées par le CERN, de la diversité des particules et des rayonnements émis, ainsi que des énergies importantes mises en jeu (pouvant aller jusqu'au TeV), l'IRSN souligne que la définition du terme source pour chaque installation et pour l'ensemble du CERN est une opération très complexe, qui nécessite l'utilisation de codes de calcul adaptés et sophistiqués, ainsi que des compétences poussées. L'évaluation prévisionnelle du débit d'équivalent de dose dans l'environnement, avant même la mise en fonctionnement de l'installation, et l'approche consistant à établir une relation entre le modèle et les mesures sont de bonnes pratiques, qui permettent d'obtenir une évaluation réaliste de l'équivalent de dose ambiant autour de l'installation. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

Pour rappel, s'agissant d'une installation déjà existante, la méthode décrite par le CERN s'appuie sur l'équivalent de dose ambiant déduit des mesures des stations de surveillance des rayonnements ionisants parasites. Chaque station est équipée d'une chambre d'ionisation, pour la mesure en continu des photons et des particules chargées et pénétrantes comme les muons, ainsi que d'un détecteur de neutrons. Les résultats des mesures sont sommés pour évaluer le débit d'équivalent de dose ambiant total, duquel est soustrait le bruit de fond lors de la phase de post-traitement des données. Des dosimètres à lecture différée sont par ailleurs positionnés par le CERN (80 dosimètres en 2022) pour optimiser le positionnement des stations et mesurer les fluctuations du bruit de fond naturel. **L'IRSN estime que le système de mesure mis en œuvre par le CERN est adapté à la spécificité des installations et aux caractéristiques des rayonnements ionisants parasites émis par ces installations.**

Le CERN positionne les stations de mesure et les dosimètres en fonction des caractéristiques spatiales des champs de rayonnements, de la proximité des puits connectant les installations souterraines à la surface, de la proximité des installations situées en surface, des habitations, des lieux de travail et des endroits susceptibles d'accueillir du public, et aussi en fonction de critères techniques (possibilité d'alimentation électrique et de connexion au réseau pour les stations de mesure...). Le critère de proximité des habitations et des lieux se traduit par le positionnement des sondes au plus près des limites du CERN, mais à l'intérieur pour éviter les détériorations et les vols éventuels. Pour l'IRSN, le positionnement du système de mesure permet de cibler à la fois les zones susceptibles de présenter un équivalent de dose important et les zones les plus pertinentes en vue de l'évaluation de la dose à la population. Le réseau des stations de mesure, utilement complété du réseau de dosimètres, permet d'assurer la couverture du CERN. **Aussi, l'IRSN estime que la méthode déployée par le CERN pour positionner les stations de mesure, basée sur la modélisation et les mesures des dosimètres, est satisfaisante.**

Pour rappel, le CERN évalue la dose efficace annuelle reçue par des personnes à partir de l'équivalent de dose ambiant, pour le CERN dans sa globalité. La personne représentative est un individu provenant du groupe de population le plus exposé, caractérisé par un temps de présence et des habitudes de vie réalistes (en particulier une présence permanente et aucun facteur de protection par les bâtiments). Le CERN retient près de 80 groupes de population et réalise les calculs pour chacun de ces groupes, en tenant compte à la fois de la contribution des rejets à l'atmosphère, des rejets liquides et des rayonnements ionisants parasites. Trois groupes d'âge sont considérés : adultes, enfants de 10 ans et 1 an. **L'IRSN estime que la méthode du CERN de sélection des groupes de référence et des personnes représentatives, réaliste, correspond bien aux pratiques retenues en France.**

Dans son évaluation, parmi les stations de surveillance les plus proches d'un groupe de population, si les valeurs mesurées corrigées du bruit de fond conduisent à des doses efficaces inférieures à 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, le CERN retient ces valeurs pour le groupe de population concerné. Si la dose correspondante est supérieure à 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, le CERN applique un facteur correctif, déterminé à l'aide de simulations Monte Carlo, pour tenir compte de la distance entre la station de mesure et le groupe de population considéré. **L'IRSN estime que son mode de calcul à l'aide de simulations Monte Carlo est satisfaisant, compte tenu de la validation des résultats de simulation par la mesure.** Cela permet une détermination réaliste de ce facteur, en évitant sa sous-estimation. L'IRSN estime par ailleurs que le fait de simplifier la démarche en retenant pour la personne représentative la valeur associée à la mesure faite au niveau de la station si celle-ci entraîne une dose efficace inférieure à 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ est acceptable et prudent.

Dans l'ensemble, l'IRSN estime que la méthode mise en œuvre par le CERN pour évaluer l'impact dosimétrique lié aux rayonnements ionisants parasites émis par ses installations et l'évaluation de la dose susceptible d'être reçue par les personnes au niveau des habitations, des lieux de travail et des zones susceptibles de recevoir du public sont satisfaisants.

Enfin, s'agissant des scénarios retenus par le CERN pour évaluer l'impact dosimétrique lié aux rayonnements ionisants parasites émis par ses installations, l'IRSN estime que le CERN devrait démontrer que l'évaluation de la dose liée aux rayonnements ionisants parasites ne néglige aucun scénario d'exposition réaliste.

En particulier, l'IRSN estime que le scénario dans lequel les personnes résidant à proximité du CERN fréquenteraient régulièrement ses abords, pour des activités de loisirs comme la promenade ou la course à pied, devrait être envisagé en particulier pour les zones distantes des habitations (et donc des groupes de population identifiés aux abords du CERN) pour lesquelles le débit d'équivalent de dose ambiant pourrait être plus élevé.

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par le CERN au cours de l'expertise, l'IRSN estime que la méthodologie présentée par le CERN pour évaluer la dose efficace due aux rayonnements ionisants parasites reçue par une personne représentative est satisfaisante.

Toutefois, l'IRSN souligne que le CERN devrait retenir le scénario dans lequel les personnes résidant à proximité du CERN fréquenteraient régulièrement ses abords, pour des activités de loisirs comme la promenade ou la course à pied.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté