

Fontenay-aux-Roses, le 12 juin 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00081

Objet : Évaluation de l'étude d'impact radiologique des rejets à l'atmosphère, présentée par CHU de MARTINIQUE pour son établissement de Fort-de-France (972)

Réf. : Lettre CODEP-DTS-2022-049093 du 5 octobre 2022 - Saisine SAISI-DTS-2022-0205

Par lettre citée en référence, vous avez sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur l'évaluation de l'impact radiologique des rejets à l'atmosphère, présentée par le Centre Hospitalier Universitaire de Martinique (CHUM), établissement implanté à Fort-de-France (972). Le CHU de Martinique est un établissement public de santé regroupant 6 hôpitaux, dont l'hôpital Pierre ZOBDA-QUITMAN, sur le site duquel il a été décidé en 2014 la construction d'un nouveau bâtiment destiné à accueillir un cyclotron, les locaux de radiopharmacie associés, ainsi qu'un service de médecine nucléaire. Après la livraison du cyclotron en décembre 2022, la construction des locaux s'est achevée au premier semestre 2023 en vue d'une mise en service prévue en juin 2023.

Cet établissement est dédié à la fabrication, à l'aide d'un cyclotron, de radionucléides émetteurs de positons comme le fluor-18, le carbone-11, l'oxygène-15, le cuivre-64, le gallium-68 et le zirconium-89. Ces radionucléides serviront au radio-marquage de molécules utilisées à des fins diagnostiques en médecine clinique et préclinique. Une grande partie de la production sera dédiée au fluor-18, utilisé principalement sous forme de fluorodésoxyglucose (FDG) comme traceur pour l'imagerie médicale en tomographie par émission de positons (TEP).

Lors des étapes d'irradiation, de transfert et de synthèse des produits radiopharmaceutiques, les radionucléides produits sont, pour la majorité d'entre eux, piégés par des sacs de rétention et par un système de récupération des gaz. Certains radionucléides, tels que l'argon-41 produit par activation de l'air, sont aspirés par un réseau de ventilation équipé de filtres et rejetés dans l'atmosphère par une cheminée située sur le toit du nouveau bâtiment.

Par votre demande, vous avez souhaité que l'IRSN examine la pertinence de la méthodologie d'évaluation appliquée par l'exploitant, les hypothèses retenues et les résultats obtenus, et qu'une comparaison avec des résultats de l'IRSN soit menée.

De son analyse, l'IRSN retient les éléments exposés ci-après.

1. METHODOLOGIE, HYPOTHESES ET RESULTATS PRESENTES PAR L'EXPLOITANT

La démarche d'évaluation de l'exploitant consiste en :

- la description de l'installation et des rejets prévisionnels ;
- la description de l'environnement de son établissement ;
- l'identification des voies de transfert des radionucléides et des voies d'atteinte à la population ;
- l'identification des personnes représentatives pour les calculs dosimétriques ;
- le calcul des doses efficaces annuelles et leur comparaison à la valeur limite d'exposition.

L'exploitant estime que la dose efficace annuelle maximale serait de l'ordre de 260 μ Sv pour un adulte qui séjournerait de façon permanente au pied du bâtiment principal de l'hôpital Pierre ZOBDA-QUITMAN, situé à 180 m à l'ouest nord-ouest de l'émissaire. Cet endroit correspond à la zone d'exposition maximale du domaine d'étude du calcul considéré par l'exploitant.

L'IRSN constate que les valeurs de doses efficaces annuelles estimées par l'exploitant pour la population sont inférieures à la limite réglementaire de 1 mSv par an, fixée par le code de la santé publique.

L'IRSN remarque que la démarche générale de l'exploitant suit le guide de l'IRSN publié en 2022 pour l'élaboration de l'étude d'impact radiologique d'une installation cyclotron. Toutefois, l'IRSN estime qu'un certain nombre de points méthodologiques de l'étude d'impact n'ont pas été traités de façon satisfaisante. Ces points font l'objet des recommandations listées ci-après.

1. Les rejets atmosphériques décrits par l'exploitant dans son étude d'impact seraient composés uniquement d'argon-41, issu de l'activation de l'air de la casemate. L'IRSN note que cette composition de rejet est inhabituelle par rapport aux autres installations cyclotrons étudiées par l'IRSN, aucun rejet de fluor-18 n'ayant été envisagé ici. L'exploitant justifie l'absence d'autres radionucléides dans ses rejets par le fait que les moyens de limitation mis en œuvre sont particulièrement adaptés aux radionucléides susceptibles d'être rejetés, et envisagés dès le stade de conception de l'installation. Ces moyens comprennent des boudruches situées dans la casemate cyclotron et dans les enceintes de synthèses, un système de compression des gaz pour l'air issu des enceintes de synthèse, ainsi que plusieurs niveaux de filtration THE et charbon actif.

Afin de confirmer que les rejets de l'installation sont uniquement constitués d'argon-41, l'IRSN estime que l'exploitant devra, lors des essais préalables à la mise en service de l'installation, caractériser de façon quantitative et qualitative les rejets produits lors des différentes phases d'exploitation de l'installation (tir, transfert, synthèse...).

2. L'exploitant demande une autorisation de rejet annuel de 100 GBq en fonctionnement normal, sur la base du retour d'expérience de sites similaires déjà en fonctionnement. Cette valeur à autoriser est très supérieure à la valeur de rejet estimée par l'exploitant, d'une dizaine de gigabecquerel par an. L'IRSN considère qu'une limite trop proche des rejets réels pourrait entraîner des difficultés d'exploitation, notamment dues aux aléas de fonctionnement, mais aussi qu'une limite trop élevée n'est pas satisfaisante car elle ne permet pas de détecter d'éventuelles dérives ou défaillance de matériel.

L'IRSN recommande que l'exploitant fixe une limite de rejet adaptée à son installation en se basant sur le retour d'expérience du fonctionnement de son installation (types de productions et quantités produites), à l'issue des premières années d'exploitation.

3. Les calculs de l'exploitant prennent en compte l'orographie du site ainsi que les bâtiments environnants, ce qui est satisfaisant. Ces bâtiments sont représentés en trois dimensions à partir de la version de mars 2022 de la base de données BD TOPO de l'IGN, modélisant le territoire et ses infrastructures sur l'ensemble du territoire français. L'IRSN a constaté que, dans des versions plus récentes de cette base de données, le placement et les dimensions de certains des bâtiments situés à proximité du cyclotron du CHU de la Martinique ont été modifiés, notamment pour le bâtiment principal de l'hôpital Pierre ZOBDA-QUITMAN (passage d'une hauteur de 42 mètres à une hauteur de 8 mètres, plus cohérente avec la hauteur réelle de cette partie du bâtiment). Ce changement pourrait impacter la modélisation de l'écoulement de l'air sur le site du CHU de la Martinique, en particulier à proximité de ce bâtiment situé sous les vents dominants par rapport à l'émissaire de rejet, et modifier la localisation du point de concentration atmosphérique et de dépôt maximal.

L'IRSN estime que l'exploitant devra apporter la démonstration que cette différence notable entre la hauteur réelle et la hauteur modélisée du bâtiment ne remet pas en cause les résultats de son étude d'impact.

4. Lors de la modélisation de la dispersion atmosphérique du rejet dans l'environnement, l'exploitant a fait le choix de ne considérer qu'une forme particulière d'argon-41, seul radionucléide considéré dans son étude. Cette hypothèse est accompagnée d'un calcul d'un dépôt au sol, à l'aide d'une vitesse de dépôt sec et d'un coefficient de lessivage, et subséquemment d'une dose liée à l'exposition externe par irradiation provenant des dépôts sur le sol (composante majoritaire dans l'évaluation de l'exposition de la population réalisée par l'exploitant). L'IRSN estime que les valeurs de vitesse de dépôt et de lessivage utilisées par l'exploitant sont pertinentes pour des particules, mais vraisemblablement surévaluées pour des gaz et inadaptée pour le cas de l'argon-41 qui est un gaz rare.

Bien que ce choix constitue une démarche prudente, l'IRSN estime que l'exploitant devra privilégier des hypothèses plus réalistes concernant la vitesse de dépôt sec et le coefficient de lessivage pour l'argon-41.

5. L'exploitant a présenté en différents points à proximité du futur cyclotron (habitations, lieux de travail, établissements recevant du public) des calculs de la concentration moyenne annuelle et des dépôts moyens annuels au sol. Les calculs de dispersions ont par ailleurs été réalisés sur l'ensemble du domaine d'étude modélisé. A partir de ces données, l'exploitant a identifié le point de l'étude comprenant les valeurs maximales de concentration moyenne annuelle et des dépôts moyens annuels au sol. L'IRSN souligne que la prise en compte de la zone la plus exposée du domaine d'étude est une bonne pratique permettant d'obtenir une valeur enveloppe de l'exposition de la population. Cependant, la disposition des bâtiments ne permet pas d'exclure que la concentration moyenne annuelle maximale puisse se trouver en hauteur à proximité d'un bâtiment. De plus, l'absence de dépôt de l'argon-41 signifie que l'impact dosimétrique proviendra uniquement de l'exposition au panache et que la zone du domaine de l'étude où l'impact est maximal est susceptible de se trouver en hauteur.

L'IRSN estime que l'exploitant devra apporter la justification que la prise en compte des valeurs d'activité volumique moyennes annuelles sur toute la hauteur des façades des bâtiments ne remet pas en cause les résultats de son étude d'impact.

2. EVALUATION PAR L'IRSN DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE ET COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE L'EXPLOITANT

En complément de l'examen de la pertinence de la méthodologie, des hypothèses et des résultats présentés par l'exploitant, l'ASN a demandé que les résultats de l'exploitant puissent être confrontés à ceux de l'IRSN.

Pour faire ses calculs de dispersion atmosphérique, l'IRSN a utilisé deux codes de calculs différents : le premier (code CONDOR) utilise un modèle gaussien et le second (code PANACHE) utilise une méthode numérique de mécanique des fluides. Les limites des modèles gaussiens pour modéliser la dispersion en champ proche avec un bâti conséquent sont connues. Bien que le code PANACHE soit a priori mieux adapté pour modéliser la dispersion atmosphérique autour de cet établissement, l'IRSN a fait une première évaluation avec le code CONDOR, afin d'identifier l'impact sur le calcul de la dose annuelle de la variation de chacune des hypothèses de calcul.

L'IRSN reprend, pour la modélisation du rejet et de l'environnement, un grand nombre des hypothèses et paramètres d'entrée fournis par l'exploitant dans son analyse. En revanche, des valeurs paramétriques différentes ont été retenues pour ce qui concerne la modélisation des bâtiments, la vitesse de dépôt, la méthode de calcul de la dose et les coefficients de dose. Afin de pouvoir comparer ses résultats avec ceux présentés par l'exploitant, l'IRSN a évalué les doses pour les scénarios d'exposition retenus par l'exploitant. Ces scénarios correspondent aux zones d'exposition maximale et aux bâtiments les plus exposés.

Les calculs effectués à l'aide du code CONDOR ont permis de déterminer que la présence d'autres radionucléides dans les rejets pourrait entraîner un impact plus important que celui présenté par l'exploitant pour l'argon-41. C'est notamment le cas du fluor-18, pour lequel l'impact annuel est supérieur de 50 % à celui de l'argon.

Compte tenu de l'incertitude demeurant concernant la composition du terme source, l'IRSN a effectué des calculs avec le code PANACHE pour un rejet uniquement composé d'argon-41 et pour un rejet uniquement composé de fluor-18. Les doses efficaces annuelles ainsi calculées par l'IRSN dans l'environnement proche de l'établissement du CHU de la Martinique sont très inférieures à 1 mSv par an, limite réglementaire pour l'exposition du public aux rayonnements ionisants d'origine artificielle. Pour l'argon-41, seule l'exposition externe par irradiation du panache est retenue et, pour le fluor-18, la dose par exposition externe prévaut largement, à plus de 85%, répartie de façon presque équivalente entre l'irradiation par le panache et celle par le dépôt.

En comparant son évaluation issue du code PANACHE à celle de l'exploitant pour un rejet égal, l'IRSN constate que :

- les modélisations mises en œuvre s'accordent sur l'ordre de grandeur de la valeur maximale de l'activité volumique moyenne de l'argon-41,
- les emplacements (direction et distance) déterminés pour la zone la plus exposée et pour le bâtiment le plus exposé par rapport à l'émissaire sont significativement différents ;
- pour l'argon-41, les résultats de l'IRSN sur l'impact sanitaire des personnes les plus exposées autour de l'installation du CHU de la Martinique atteignent quelques microsievvert et sont significativement plus faibles que ceux de l'exploitant compte tenu de l'absence de dépôt,
- pour le fluor-18, les résultats obtenus par l'IRSN confirment que ce radionucléide est plus pénalisant que l'argon-41 et que l'impact sanitaire des personnes les plus exposées autour de l'installation la dose annuelle est de l'ordre d'une dizaine de microsievvert.

3. CONCLUSION

L'IRSN considère que l'évaluation menée par l'exploitant ne permet pas en l'état de conclure quant à l'impact dosimétrique de l'établissement sur les populations présentes dans son environnement. Pour autant, sur la base des informations transmises par l'exploitant et des calculs réalisés en propre, l'IRSN confirme que l'exposition des personnes autour de l'établissement sera faible, et qu'il n'a pas identifié d'enjeu de nature à remettre en question les conditions de protection des populations autour de l'établissement.

Pour le Directeur général et par délégation,
François PAQUET
Chef du Service d'étude et d'expertise en radioprotection des populations
et de la radioactivité dans l'environnement

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2023-00081 DU 12 JUIN 2023

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

Lors des essais préalables à la mise en service de l'installation, caractériser de façon quantitative et qualitative les rejets produits lors des différentes phases d'exploitation de l'installation (tir, transfert, synthèse...) afin de confirmer que les rejets de l'installation sont uniquement constitués d'argon-41.

Recommandation n° 2

Fixer une limite de rejet adaptée en se basant sur le retour d'expérience du fonctionnement de l'installation (types de productions et quantités produites), à l'issue des premières années d'exploitation.

Recommandation n° 3

Apporter la démonstration que la différence notable entre la hauteur réelle et la hauteur modélisée du bâtiment principal de l'hôpital Pierre ZOBDA-QUITMAN ne remet pas en cause les résultats de l'étude d'impact.

Recommandation n° 4

Privilégier des hypothèses plus réalistes concernant la vitesse de dépôt sec et le coefficient de lessivage pour l'argon-41.

Recommandation n° 5

Apporter la justification que la prise en compte des valeurs d'activité volumique moyennes annuelles sur toute la hauteur des façades des bâtiments ne remet pas en cause les résultats de l'étude d'impact.