



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 10 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00026

Objet : Evaluation de l'impact radiologique des rejets dans l'environnement présentée par CURIUM PET France pour son établissement de Tours dans le cadre de son fonctionnement normal

Réf. : Lettre CODEP-DTS-2021-025465 du 2 juin 2021 (Saisine ASN SAISI-DTS-2021-0124)

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 présentée par CURIUM PET France pour son établissement de Tours.

Cet établissement utilise un cyclotron afin de produire du fluor-18 par irradiation d'une cible d'eau enrichie en oxygène-18 par un faisceau de protons d'énergie entre 8 et 20 MeV environ. Des étapes de synthèses radiochimique sont ensuite réalisées afin d'obtenir divers radiopharmaceutiques. Cet établissement est dédié principalement à la fabrication de fluorodésoxyglucose (FDG), largement utilisé en médecine nucléaire pour le diagnostic de cancers par tomographie par émission de positrons (TEP). Lors des étapes d'irradiation, de transfert et de synthèse du produit radiopharmaceutique, des radionucléides sont produits et rejetés dans l'atmosphère. L'environnement urbain de l'établissement est une zone d'activités industrielles et commerciales, en limite de l'aéroport Tours Val de Loire ; les premières habitations sont à une distance de 350 m à l'ouest du bâtiment.

Par votre demande, vous souhaitez que l'IRSN examine la méthodologie d'évaluation appliquée par l'exploitant, les hypothèses retenues et les résultats obtenus. Une comparaison du résultat des calculs de l'exploitant avec ceux réalisés par l'IRSN est également attendue.

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

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

La démarche d'évaluation, faite par l'exploitant, de l'impact des rejets radioactifs à l'atmosphère de son établissement de Tours consiste en :

MEMBRE DE
ETSON

- une analyse des données du site (terrain, bâtiments aux alentours, émissions de l'installation, météorologie),
- la construction d'un modèle de simulation à trois dimensions représentant la topographie, les obstacles, et l'occupation du sol, projeté sur un maillage fin d'un domaine étendu autour de son émissaire,
- la réalisation d'un calcul de dispersion intégrant une météorologie représentative avec un outil qualifié (code PANACHE) pour évaluer l'activité volumique et le débit de dépôt en tous points de son maillage,
- une analyse des voies d'exposition pour évaluer la dose efficace annuelle due à ses rejets.

L'exploitant évalue les doses efficaces annuelles à 7 et 4 μSv respectivement sur la zone la plus exposée (une quinzaine de mètres au sud-sud-est de l'émissaire) et sur le bâtiment le plus exposé (une cinquantaine de mètres au sud-ouest de l'émissaire).

L'IRSN estime que la démarche générale de l'exploitant est satisfaisante et constate que les valeurs de doses efficaces annuelles de la population sont largement inférieures à la limite réglementaire de 1 mSv par an, fixée par le code de la santé publique. Toutefois, un certain nombre de points méthodologiques de l'étude d'impact font l'objet de recommandations ou d'observations, pour être corrigés à l'occasion d'une révision de cette étude :

1. L'exploitant considère dans son analyse un rejet constant annuel de 120 GBq, composé uniquement de fluor-18 sous forme d'aérosols. La composition réelle des rejets pourrait être plus complexe, du fait de l'activation de la cible par le faisceau de protons, et de celle de l'air par les neutrons secondaires. L'exploitant indique d'ailleurs avoir déjà mesuré de l'azote-13 lors d'une campagne de mesure. Le choix de ne retenir que le fluor-18 est jugé pénalisant par l'exploitant car sa période radioactive est plus importante que celle des autres radionucléides pouvant être produits par activation et parce qu'il s'agit du radionucléide présent en quantité la plus importante.

Une analyse préliminaire de l'IRSN menée sur l'impact radiologique d'autres radionucléides potentiellement présents dans les rejets indique que cet impact serait vraisemblablement secondaire devant celui du fluor-18. Cela étant, l'IRSN considère que ce point doit être confirmé par l'exploitant sur la base d'une évaluation d'impact radiologique complète, qui prendrait en compte l'ensemble des radionucléides susceptibles d'être rejetés par l'installation.

Par ailleurs, lors de l'instruction, l'exploitant a précisé que la forme chimique du fluor rejeté n'est pas connue et qu'il considère donc une forme particulière afin de fixer les paramètres de dispersion dans l'atmosphère. L'IRSN fait remarquer qu'une campagne de mesure de fluor 18 rejeté par un cyclotron similaire à Beuvry (62) n'a fait état que de fluor gazeux dans l'environnement. L'IRSN fait également remarquer que la vitesse de dépôt sec retenue par l'exploitant pour une forme particulière de fluor pourrait être inférieure à celle à retenir pour du fluor gazeux.

En conséquence, l'IRSN recommande que l'exploitant présente, à l'occasion d'une révision de son évaluation, la justification des hypothèses retenues concernant le spectre de ses rejets, en démontrant le caractère majorant de l'assimilation des rejets à la seule forme particulière du fluor-18. (recommandation n°1)

2. L'exploitant a réalisé une maquette numérique du terrain et des bâtiments autour de son établissement afin de rendre compte de leurs effets sur l'écoulement de l'air et donc sur la dispersion des rejets. Les bâtiments situés dans un rayon de 400 mètres autour de l'émissaire sont modélisés de façon explicite en

3 dimensions car ils représentent la plus forte source d'influence sur l'écoulement de l'air autour de l'établissement.

L'IRSN estime que la maquette numérique présentée par l'exploitant représente correctement l'environnement du site à la date de la réalisation de son étude.

3. Les données météorologiques de l'exploitant proviennent de Meteoblue, société de service de surveillance météorologique et environnementale. Ces données sont issues d'un modèle prévisionnel sur un carroyage de pas 30 km et pour une période de 30 années. L'exploitant s'est assuré de leur cohérence avec les données météorologiques de la station Météo-France de Parçay-Meslay à 2200 m au nord-est de l'émissaire. L'IRSN a pu constater que le terrain autour de l'établissement est essentiellement plat sur plus de 2 km autour de l'émissaire.

L'IRSN estime que les données météorologiques de l'exploitant sont satisfaisantes.

4. Afin de modéliser l'état de l'atmosphère dans la couche limite atmosphérique, l'exploitant a choisi de retenir une condition de stabilité neutre, état moyen le plus couramment rencontré en basse couche de l'atmosphère. L'exploitant justifie cette hypothèse en argumentant qu'en milieu urbain, les obstacles provoquent un mélange de l'air dans leur proximité immédiate qui prédomine par rapport à la turbulence atmosphérique. L'IRSN remarque que la densité du bâti autour de l'établissement de Tours n'est peut-être pas suffisante pour affirmer que la turbulence locale est plus gouvernée par les bâtiments que par la turbulence générale de l'atmosphère. De plus, les données météorologiques utilisées par l'IRSN suggèrent une fréquence d'apparition des conditions stables au moins égale à celle des conditions neutres.

L'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter une analyse plus robuste de la turbulence locale pour justifier de la pertinence des conditions de stabilité de l'atmosphère qu'il retient. (Observation n°1)

5. L'exploitant évalue l'exposition en calculant la dose efficace annuelle selon des scénarios d'une personne (enfant de 1 à 2 ans ou de 10 ans ou adulte) présente en permanence sur la zone la plus exposée en dehors des limites de site ou sur la zone habitée la plus exposée. L'activité retenue pour l'évaluation de l'exposition au panache (interne et externe) est l'activité moyenne annuelle maximale au droit de la zone toutes altitudes confondues. L'IRSN constate que l'exploitant a retenu d'évaluer une borne supérieure de l'exposition en cherchant les lieux pour lesquels celle-ci est la plus élevée avec des scénarios pénalisants, plutôt que d'appliquer rigoureusement l'article R1333-23 du code de la santé publique qui requiert d'évaluer l'exposition de la personne représentative avec des scénarios aussi réalistes que possible. L'utilisation de personnes représentatives permet de se rapprocher au plus près de l'exposition des populations afin notamment de les en informer ; une approche consistant à évaluer uniquement la borne supérieure de l'exposition n'est pas suffisante.

L'IRSN estime que la méthode de l'exploitant permet de garantir que l'exposition de la personne représentative à ses rejets de fluor 18 à l'atmosphère sera inférieure à la valeur maximum qu'il évalue. Cependant, elle devrait être complétée avec une analyse réaliste de l'exposition de la population basée sur l'utilisation de personnes représentatives, tel que demandé dans l'article R1333-23 du code de la santé publique. (Observation n°2)

6. L'exploitant évalue les doses efficaces annuelles par exposition externe au panache et au dépôt à l'aide de coefficients de dose issus de la publication Federal Guidance 12. L'IRSN signale que ces coefficients ont été mis à jour en 2019 par la publication Federal Guidance 15 afin de prendre en compte notamment la radiosensibilité liée à l'âge de la personne exposée. Les nouveaux coefficients de dose efficace par exposition externe pour le fluor-18 encadrent l'ancien coefficient de dose à 20% près pour l'irradiation par

immersion dans de l'air contaminé et sont inférieurs de 15 à 35% pour l'irradiation à partir d'un dépôt surfacique.

Bien que l'utilisation de ces coefficients ne soit pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'exploitant, l'IRSN estime que l'exploitant devrait utiliser les coefficients de dose par exposition externe, par immersion dans de l'air contaminé et par présence sur un sol contaminé, les plus récents et les plus conformes à l'état de l'art. (Observation n°3)

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 à l'IRSN de comparer les résultats de ses propres calculs avec ceux de l'exploitant. Pour faire ses calculs de dispersion atmosphérique, l'IRSN a utilisé deux codes de calculs de types différents : l'un (code PANACHE) utilise une méthode numérique de mécanique des fluides, l'autre (code CONDOR) utilise un modèle gaussien dont les limites pour modéliser la dispersion en champ proche avec un bâti conséquent sont connues. Bien que le code PANACHE soit a priori mieux adapté à la dispersion atmosphérique autour de cet établissement, l'IRSN a fait son évaluation avec les deux codes afin de vérifier le caractère majorant de la modélisation avec le code CONDOR. Les doses évaluées à partir des activités volumiques moyennes annuelles du fluor-18 sont calculées de manière identique avec les deux codes.

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, il a choisi des valeurs paramétriques différentes en ce qui concerne la forme physico chimique du fluor-18 rejeté, la vitesse de dépôt sec, les conditions météorologiques, l'altitude des personnes exposées et les coefficients de dose. En l'absence de données suffisantes et afin de pouvoir se comparer avec les résultats présentés par l'exploitant, l'IRSN a évalué les doses pour le seul fluor-18 et n'a pas recherché de personnes représentatives mais uniquement la zone d'exposition maximale et le bâtiment le plus exposé.

Les doses efficaces annuelles maximales évaluées au sol par l'IRSN avec le code PANACHE dans l'environnement proche de l'établissement de CURIUM PET France à Tours sont de l'ordre 20 et 4 μSv respectivement sur la zone la plus exposée (une cinquantaine de mètres au nord-nord-est de l'émissaire) et sur le bâtiment le plus exposé (une quarantaine de mètres au nord-est de l'émissaire). Elles sont très inférieures à 1 mSv par an, limite réglementaire pour l'exposition du public aux rayonnements ionisants d'origine artificielle. 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. Les mêmes doses évaluées avec le code CONDOR sont 5 fois plus élevées, confirmant le caractère majorant de l'approche gaussienne utilisée dans ce contexte.

En comparant son évaluation issue du code PANACHE à celle de l'exploitant pour un rejet égal à altitude égale, 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 et du débit de dépôt moyen, ainsi que sur leur distance approximative de l'émissaire (moins d'une cinquantaine de mètres) ;
- les localisations de la zone la plus exposée et du bâtiment le plus exposé sont significativement différentes. Ces différences sont en grande partie liées à l'utilisation de paramètres différents dans les conditions météorologiques
- les résultats de l'IRSN sur l'impact sanitaire des personnes les plus exposées autour de l'installation sont du même ordre de grandeur que ceux de l'exploitant.

Sur la base de l'analyse des hypothèses et du modèle retenus par l'exploitant et de ses propres calculs, l'IRSN confirme que l'exposition des riverains aux rejets de fluor-18 de l'établissement de CURIUM PET France à Tours est faible et atteint au maximum une vingtaine de microsieverts.

3. CONCLUSION

L'IRSN considère que l'évaluation menée par l'exploitant permet d'apprécier convenablement l'ordre de grandeur des doses susceptibles d'être reçues par les populations présentes autour de l'établissement en fonctionnement normal. Sur la base des informations transmises par l'exploitant et de ses propres évaluations, l'IRSN confirme que les expositions des personnes autour de l'établissement sont faibles, 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. Lors de la prochaine mise à jour de l'étude d'impact, l'exploitant prendra soin de tenir compte des recommandations et observations figurant en annexe du présent avis.

L'IRSN souligne par ailleurs que cette analyse de l'évaluation de l'impact aux populations des rejets radioactifs de l'établissement de CURIUM PET France à Tours est sans préjudice de tout effort d'optimisation et notamment de réduction des rejets dans l'environnement qui n'a pas été présentée à l'analyse.

IRSN

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° 2022-00026 DU 31 JANVIER 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant présente, à l'occasion d'une révision de son évaluation, la justification des hypothèses retenues concernant le spectre de ses rejets, en démontrant le caractère majorant de l'assimilation des rejets à la seule forme particulière du fluor-18.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2022-00026 DU 31 JANVIER 2022

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter une analyse plus robuste de la turbulence locale pour justifier de la pertinence des conditions de stabilité de l'atmosphère qu'il retient.

Observation n° 2

L'IRSN estime que la méthode de l'exploitant devrait être complétée avec une analyse réaliste de l'exposition de la population basée sur l'utilisation de personnes représentatives, tel que demandé dans l'article R1333-23 du code de la santé publique.

Observation n° 3

L'IRSN estime que l'exploitant devrait utiliser les coefficients de dose par exposition externe, par immersion dans de l'air contaminé et par présence sur un sol contaminé, les plus récents et les plus conformes à l'état de l'art.