

Fontenay-aux-Roses, le 9 mai 2018

Monsieur le président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire

Avis IRSN/2018-00105

Objet : Étude d'impact des rejets de l'installation Arronax à Saint-Herblain (44)

Réf. *in fine*

L'installation Arronax (Accélérateur pour la Recherche en Radiochimie et Oncologie à Nantes Atlantique) est un accélérateur de particules dédié à la conception, la production et l'utilisation d'isotopes pour la recherche en médecine nucléaire, implanté sur la commune de Saint-Herblain (Loire Atlantique). Dans le cadre de la mise à jour de la demande de rejet de l'installation, l'exploitant a évalué l'impact radiologique pour les populations riveraines des rejets d'effluents atmosphériques radioactifs liés à la production du site, en situations normale et incidentelle.

Par lettre citée en référence [1], vous avez sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le résultat de cette évaluation présenté dans le dossier cité en références [2] à [4]. Vous souhaitez, en particulier, connaître l'avis de l'IRSN sur :

- la pertinence de la méthodologie appliquée et des hypothèses présentées ;
- la pertinence des résultats présentés dans le dossier d'étude en comparaison de ceux auxquels l'IRSN pourrait parvenir à l'aide de ses outils de calculs et sur la base de ses propres hypothèses.

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

1. REMARQUES COMMUNES AUX EVALUATIONS DE L'IMPACT EN SITUATIONS NORMALE ET INCIDENTELLE

L'exploitant évalue l'impact des rejets pour 11 groupes de référence, composés d'adultes et de nourrissons. La liste des groupes de référence et leurs localisations respectives sont rappelées dans le tableau 1 en annexe 2. Elles correspondent à celles retenues lors de la précédente évaluation effectuée en 2006 ([5] et [6]) et examinée par l'IRSN en 2016. L'IRSN note que les

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

localisations choisies pour les groupes de référence permettent de couvrir les différentes zones bâties implantées autour de l'installation. Il relève toutefois que les évolutions de l'occupation des sols intervenues depuis 2006 n'ont pas été prises en compte.

L'IRSN souligne également que les groupes de population sélectionnés par l'exploitant ne correspondent pas systématiquement à ceux localisés les plus près de l'installation et donc potentiellement les plus impactés. A titre d'exemple, dans le secteur angulaire compris entre 280 et 300°, le groupe de référence retenu est situé à 200 m de l'émissaire de rejet alors qu'un établissement recevant du public est situé à une distance d'environ 100 m dans ce même secteur. L'IRSN rappelle que ce point avait déjà été soulevé par l'IRSN dans un précédent avis ([7] et [8]).

L'IRSN note enfin que l'exploitant ne retient dans ses évaluations que le cas de l'exposition d'un adulte et d'un nourrisson et souligne qu'en application des recommandations de la publication n°101 de la commission internationale de protection radiologique (CIPR) [9], il conviendrait d'évaluer l'impact des rejets pour trois classes d'âge.

En conclusion des commentaires précédents, l'IRSN considère que, pour évaluer l'impact radiologique en situations normale et incidentelle, l'exploitant devrait retenir, parmi les groupes de population localisés autour de l'installation, ceux susceptibles de recevoir les expositions aux rejets les plus élevées.

2. ÉVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE EN FONCTIONNEMENT NORMAL

2.1. PERTINENCE DE LA METHODOLOGIE APPLIQUEE ET DES HYPOTHESES PRESENTEES

L'exploitant considère, dans le cadre du fonctionnement normal de l'installation, un rejet de 100 TBq par an. La composition de ce rejet est rappelée dans le tableau 2 en annexe 2.

Conditions météorologiques

L'exploitant fonde son évaluation d'impact sur la base des données météorologiques relevées sur une période de 20 ans à la station Météo France de Nantes - Bouguenais. A partir de ces données, l'exploitant calcule, pour chaque groupe de référence, un coefficient de transfert atmosphérique¹ (CTA) représentatif des conditions moyennes observées sur une durée annuelle.

L'IRSN constate que les conditions météorologiques sélectionnées par l'exploitant pour dériver la valeur de CTA prise en compte pour ses calculs d'impact, ne couvrent que 85% de celles observées sur la période considérée. De plus, l'IRSN note que l'exploitant ne retient qu'un seul type de conditions de diffusion atmosphérique, en l'occurrence la diffusion normale par temps sec (DN), alors que les conditions de diffusion faible (DF) et de diffusion normale avec précipitations (DNp) pourraient s'avérer plus pénalisantes. A titre d'exemple, en conduisant à un lessivage plus important du panache, un rejet par temps de pluie pourrait conduire à un dépôt plus important des radionucléides dans les secteurs sous le vent et, par conséquent, à des expositions plus élevées pour les voies d'exposition associées à ce dépôt.

¹ Coefficient de Transfert Atmosphérique (CTA) : coefficient, caractéristique notamment des conditions de dispersion atmosphérique, permettant d'évaluer l'activité d'un polluant en un point à partir du débit de rejet à l'émissaire.

L'IRSN rappelle que les hypothèses retenues pour l'évaluation des conséquences des rejets doivent être choisies de façon à être représentatives des conditions réelles tout en couvrant de manière raisonnablement prudente les diverses voies de transfert des radionucléides et l'exposition des populations. A cet égard, l'IRSN souligne que les conditions météorologiques retenues par l'exploitant :

- ne sont pas suffisamment représentatives de la diversité des conditions observées sur le site ;
- ne permettent pas d'évaluer de manière raisonnablement prudente l'exposition des populations vis-à-vis des voies d'exposition associées notamment aux dépôts.

Aussi, l'IRSN considère que l'exploitant devrait retenir, pour ses calculs d'impact en fonctionnement normal, les différentes conditions de diffusion atmosphérique envisageables, en veillant en particulier à tenir compte de celles susceptibles d'être les plus défavorables du point de vue de l'exposition des populations. Il considère également que l'exploitant devrait justifier que les conditions météorologiques enregistrées sur la période d'observation mais non prises en compte dans les évaluations ne conduiraient pas à remettre en cause le résultat des évaluations présentées.

Conditions d'exposition

L'IRSN note que les expositions au tritium par ingestion et par passage transcutané sont deux voies d'atteinte non prises en compte par l'exploitant dans ses évaluations d'impact. Pour les rejets considérés, et sur la base de ses propres calculs, l'IRSN juge toutefois que les contributions attendues pour ces deux voies ne sont pas de nature à modifier significativement les résultats de l'évaluation.

Pour la voie d'exposition externe (exposition externe au panache et aux dépôts), l'exploitant considère que la population est exposée pendant une durée correspondant à une fraction du temps de présence - cette fraction étant elle-même variable selon le groupe de référence considéré - alors que pour la voie d'exposition interne par inhalation, l'exploitant considère que les individus restent sur place la totalité du temps. L'IRSN note que ces hypothèses n'apparaissent pas cohérentes entre elles et estime que le même budget temps devrait s'appliquer aux voies d'exposition externe et inhalation.

L'IRSN note, par ailleurs, que pour évaluer l'impact radiologique reçu par un adulte en situation normale, l'exploitant ne tient pas compte de l'atténuation des expositions externes au panache et aux dépôts à l'intérieur d'un bâtiment, ce qui constitue une hypothèse conservative. Il relève toutefois que pour évaluer l'impact reçu par un nourrisson, l'exploitant a choisi d'appliquer un facteur de protection de 0,15². L'IRSN note qu'il existe peu de données scientifiques publiées sur les facteurs de protection associés aux bâtiments et que les valeurs disponibles varient fortement en fonction des matériaux de construction, de l'étage ou de la proximité de la toiture. **En raison de ces incertitudes et en l'absence de justification spécifique fournie par l'exploitant, l'IRSN estime qu'il convient de retenir une hypothèse conservative.**

² Ce facteur signifie que la dose reçue à l'intérieur est considérée égale à 15% de celle qui serait reçue en extérieur

Sur la base des commentaires précédents, l'IRSN considère que l'exploitant devrait évaluer l'impact en fonctionnement normal en retenant :

- des durées d'exposition identiques pour toutes les voies d'exposition retenues ;
- une hypothèse conservatrice et indépendante de la classe d'âge considérée pour tenir compte de l'atténuation éventuelle des expositions à l'intérieur des bâtiments.

2.2. RESULTATS CONTENUS DANS LE DOSSIER DE L'EXPLOITANT ET CONTRE CALCULS DE L'IRSN

La dose efficace maximale estimée par l'exploitant est de l'ordre de $50 \mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$. Cette valeur correspond à celle obtenue pour un adulte appartenant au groupe de référence « Habitation », situé à environ 200 m à l'ouest de l'installation. La voie d'exposition prépondérante est l'exposition externe par irradiation lors du passage du panache.

En réponse à la demande exprimée dans la saisine de l'ASN, l'IRSN a procédé à sa propre évaluation de l'impact des rejets en fonctionnement normal de l'installation Arronax. En cohérence avec les remarques développées précédemment, l'IRSN a fondé son évaluation sur des hypothèses prudentes (conditions météorologiques, exposition des personnes 100 % du temps, absence d'atténuation des expositions à l'intérieur des bâtiments, rejet émis au niveau du sol). Les valeurs de paramètres retenues diffèrent de ce fait de celles adoptées par l'exploitant (c'est notamment le cas pour la hauteur de rejet, les valeurs de CTA, la localisation et composition des groupes de populations, les voies et paramètres d'exposition).

La dose efficace calculée par l'IRSN pour ces hypothèses est de l'ordre de $360 \mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$ pour le groupe de référence le plus impacté (bâtiment Ouest, situé à 100 m dans la direction 270°) et les diverses classes d'âge considérées. La voie d'exposition prépondérante est l'exposition externe par irradiation lors du passage du panache. Les contributions du ^{13}N , du ^{79}Kr et du ^{15}O représentent la quasi-totalité de la dose efficace.

Ces résultats, bien que plus élevés que ceux obtenus par l'exploitant, confirment que les doses attendues pour l'installation en fonctionnement normal sont sensiblement inférieures à la limite de 1 mSv par an, y compris dans le cas d'hypothèses et de scénarios pénalisants.

3. ÉVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE EN SITUATION ACCIDENTELLE

Compte-tenu des activités importantes de radionucléides mises en œuvre dans l'installation et des risques susceptibles d'être générés par leur rejet en cas d'accident, l'ASN a demandé à l'exploitant de présenter une évaluation d'impact couvrant de manière spécifique les situations accidentelles. Dans le cadre de la saisine objet du présent avis, l'IRSN a été chargé d'examiner cette évaluation en regard des exigences fixées par l'article 3.7 de l'arrêté du 7 février 2012 relatif aux INB [10].

3.1. PERTINENCE DE LA METHODE APPLIQUEE ET DES HYPOTHESES PRESENTEES

L'IRSN rappelle que l'article 3.7 de l'arrêté précité, demande d'établir les conséquences radiologiques des accidents sur la base de scénarios d'exposition et de paramètres environnementaux réalistes. Il souligne que pour l'évaluation des conséquences radiologiques (ECR) associées aux rejets accidentels, l'ensemble des scénarios et hypothèses (conditions météorologiques, voies d'exposition, localisation et caractéristiques des groupes de référence, etc.) retenus doivent permettre de vérifier que, même en cas de situations défavorables (hors phénomènes extrêmes), l'exposition des populations les plus sensibles ne nécessiterait pas la mise en œuvre de dispositions particulières. L'ECR en situation accidentelle nécessite ainsi une démarche de sélection de scénarios et de paramètres spécifiques et ne constitue pas une simple déclinaison de la méthode adoptée pour évaluer les impacts en fonctionnement normal.

Scénarios retenus

Dans le dossier soumis à l'expertise de l'IRSN, l'exploitant de l'installation Arronax considère trois scénarios accidentels :

- la fusion d'une cible de ^{82}Sr ;
- l'incendie du local d'entreposage dans lequel se trouvent des colis contenant une activité en astate 211 (^{211}At) correspondant à la capacité maximale autorisée ;
- l'incendie du local d'entreposage dans lequel se trouvent des colis contenant une activité en holmium 166 (^{166}Ho) correspondant à la capacité maximale autorisée.

Pour chacun de ces trois scénarios, l'exploitant considère un rejet instantané dont la composition est rappelée dans le tableau 3 en annexe 2.

Echelle de temps des calculs

Pour chacun des groupes considérés, l'exploitant calcule la dose efficace reçue depuis le début des rejets, pour des périodes de temps de 1 heure (durée choisie pour évaluer les impacts à court terme), 1 an (durée choisie pour évaluer les impacts à moyen terme) et 5 ans (durée choisie pour évaluer les impacts à long terme).

L'IRSN note que les conséquences à long terme des accidents sont généralement calculées sur des échelles de temps plus importantes - de l'ordre de 50 ans - que celle retenue par l'exploitant. Cependant, considérant, d'une part que seuls deux radionucléides (^{75}Se , ^{85}Kr) présents dans la composition du rejet du scénario de fusion d'une cible possèdent des demi-vies supérieures à 100 jours (120 jours et 10,8 ans respectivement) et, d'autre part, que la contribution de ces deux radionucléides à la dose efficace reçue par la population est très minoritaire, l'IRSN convient que la prise en compte par l'exploitant de périodes d'exposition limitées à quelques années est sans incidence notable sur les résultats de l'évaluation. Ce point est attesté par les valeurs similaires des doses efficaces (toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus) calculées 1 an et 5 ans après le rejet.

Conditions météorologiques

Pour évaluer l'impact des rejets en situation accidentelle, l'exploitant considère les mêmes conditions météorologiques et groupes de référence que ceux qu'il retient pour évaluer les rejets de l'installation en fonctionnement normal. L'IRSN souligne que ce choix revient à retenir des conditions météorologiques

représentatives de conditions moyennes annuelles pour estimer les conséquences d'un accident ce qui n'est pas conforme aux préconisations rappelées en introduction de la section 3.1. Compte tenu des durées de rejet à prendre en compte en situation accidentelle, l'IRSN considère qu'il conviendrait de retenir des conditions de référence (définies par une condition de diffusion, une vitesse de vent et une intensité de précipitations) représentatives des conditions météorologiques observées sur des durées plus courtes en choisissant parmi ces conditions celles conduisant aux impacts les plus élevés. A cet égard, les situations météorologiques retenues devraient être choisies de manière à estimer de manière enveloppe les conséquences des rejets pour les diverses voies d'exposition, à court, moyen et long termes. Par exemple, il conviendrait de prendre en compte des conditions de diffusion faible pour estimer de manière enveloppe l'exposition par inhalation au sein du panache et des conditions de diffusion normale avec précipitations pour l'exposition associée aux dépôts. L'IRSN considère également que l'exploitant devrait estimer les conséquences des rejets incidentels pour chacun des groupes de référence en considérant qu'il est situé sous l'axe du vent durant l'intégralité du passage du panache.

En conclusion des commentaires précédents, l'IRSN considère que l'exploitant devrait évaluer les conséquences radiologiques en situation accidentelle pour des groupes de référence situés dans l'axe du vent durant l'intégralité du passage du panache et sur la base de conditions météorologiques de référence (conditions de diffusion, vitesse de vent et intensité de précipitations) conduisant à estimer de manière enveloppe les conséquences des rejets pour chacune des voies de transfert de la contamination, à court, moyen et long termes.

Conditions d'exposition

Pour les calculs de la dose efficace à court terme, l'exploitant ne tient pas compte de l'exposition externe due aux dépôts sur les sols mais ne justifie pas les raisons qui le poussent à écarter cette voie. Dans la mesure où un individu exposé aux radionucléides présents dans le panache est aussi exposé à ceux déposés au sol, y compris à court terme, **l'IRSN considère que l'exposition externe induite par les dépôts sur les sols devrait être prise en compte pour l'ensemble des calculs effectués pour l'évaluation de l'impact de rejets accidentels.** Ce point est conforté par les résultats des contre-calculs effectués par l'IRSN, qui montrent que pour le scénario de fusion d'une cible, l'exposition externe aux dépôts apporte une contribution non négligeable à court terme même si elle ne modifie pas l'ordre de grandeur de l'impact calculé pour les autres voies d'exposition.

Pour évaluer l'impact des rejets en situation accidentelle, l'exploitant a choisi de retenir les mêmes durées d'exposition et d'appliquer les mêmes facteurs de protection à l'intérieur des bâtiments que pour évaluer l'impact des rejets en fonctionnement normal (cf. section 2). Compte-tenu de la nature des rejets (rejets de courte durée voire instantanés), l'IRSN considère que l'hypothèse selon laquelle un individu se trouve présent à l'extérieur durant l'intégralité du passage du panache ne peut pas être exclue et que l'évaluation de l'impact devrait par conséquent s'effectuer en retenant une durée d'exposition sur l'intégralité du temps de présence considéré et sans prendre en compte de facteur de protection associé aux bâtiments.

Par ailleurs, les débits respiratoires retenus par l'exploitant correspondent à des débits respiratoires moyens sur une journée. Or, en cas d'accident, l'hypothèse selon laquelle un individu exposé pratique une activité physique

(ex : activité de chantier, jardinage) ne peut pas être exclue. L'IRSN considère ainsi que des débits respiratoires représentatifs de ce type d'activité devraient être retenus pour les situations accidentelles.

En conclusion des points précédents, l'IRSN estime que les évaluations présentées par l'exploitant ne sont pas satisfaisantes et considère que l'exploitant devrait évaluer les conséquences radiologiques en situation accidentelle sur la base de paramètres d'exposition (taux de présence des populations, facteurs de protection des bâtiments, débits respiratoires) permettant de couvrir de manière plus complète les diverses situations d'exposition susceptibles d'être rencontrées en cas d'accident.

3.2. RESULTATS CONTENUS DANS LE DOSSIER DE L'EXPLOITANT ET CONTRE CALCULS DE L'IRSN

Les doses efficaces calculées par l'exploitant sont au maximum de l'ordre de quelques microsieverts à long terme (5 ans) pour le scénario de fusion d'une cible. Pour les deux scénarios d'incendie retenus, elles sont inférieures à 1 μ Sv pour toutes les durées d'exposition étudiées.

L'IRSN relève que les résultats produits par l'exploitant présentent des incohérences. Ainsi, ils montrent une augmentation significative de la dose efficace reçue avec la durée d'exposition prise en compte après le rejet accidentel (résultats après 5 ans significativement supérieurs à ceux après 1 an) alors que les isotopes concernés ont une demi-vie de l'ordre de quelques dizaines de jours au plus. A titre d'exemple, pour le scénario d'incendie impliquant un relâchement de ^{166}Ho (dont la demi-vie est d'environ 27 heures), les doses efficaces calculées par l'exploitant augmentent de plus d'un facteur 2 lorsque la durée prise en compte après rejet passe de 1 an (moyen terme) à 5 ans (long terme). L'isotope fils de ce radionucléide (^{166}Er) étant stable, cette augmentation ne peut être due à la filiation radioactive. Au cours de l'instruction, l'exploitant a indiqué que ce résultat incohérent provient d'une erreur d'implémentation des équations dans le modèle de calcul utilisé.

Cette erreur ajoutée aux nombreux commentaires déjà formulés, conduisent l'IRSN à considérer que l'évaluation d'impact des rejets en situation accidentelle produite par l'exploitant est notablement insatisfaisante et ne permet pas d'apprécier de façon fiable l'ordre de grandeur des doses susceptibles d'être reçues par les populations présentes autour de l'installation. L'IRSN recommande de ce fait que l'exploitant procède à sa révision.

Dans l'attente de cette révision et à titre indicatif, il a procédé à sa propre évaluation sur la base de la composition des rejets considérés par l'exploitant pour les trois incidents. Cette évaluation repose sur la prise en compte de cinq situations météorologiques de référence et de l'ensemble des voies d'exposition mais, à ce stade, n'a été réalisée que pour les deux groupes de référence les plus impactés. Les doses calculées à court terme en phase d'urgence sont de l'ordre de quelques millisieverts et sont donc notablement supérieures à celles obtenues par l'exploitant. Elles restent néanmoins inférieures à la valeur de 10 mSv choisie, pour la phase d'urgence, comme premier niveau d'intervention pour la mise à l'abri de la population exposée (cf. arrêté du 20 novembre 2009 [11]).

4. CONCLUSION

Concernant le fonctionnement normal, l'examen réalisé par l'IRSN conduit à identifier plusieurs points d'ordre méthodologique qu'il conviendrait que l'exploitant prenne en compte dans l'évaluation de l'impact radiologique de ses rejets. Au vu des résultats des contre-calculs - fondés sur des scénarios et des hypothèses pénalisantes - qu'il a réalisés l'IRSN considère néanmoins que les doses estimées par l'exploitant n'appellent pas d'observation.

Concernant les situations accidentelles, l'IRSN estime par contre que les remarques qui résultent de son examen sont de nature à remettre en question à la fois l'ordre de grandeur des doses efficaces calculées par l'exploitant et le caractère pénalisant des résultats de calcul.

Aussi, bien que l'IRSN, notamment à l'issue de ses propres calculs, n'ait pas identifié d'enjeu de nature à remettre en question les conditions de protection des populations autour de l'installation, il recommande que l'exploitant révise la démarche et les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire qu'il a présenté en appui de la mise à jour de sa demande de rejet en intégrant les demandes figurant en annexe 1 du présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,

Didier GAY

Adjoint au directeur du Pôle Santé Environnement- Direction Environnement

RÉFÉRENCES

- [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2017-042345 du 18/10/2017, Saisine relative à l'étude d'impact radiologique présentée par le GIP ARRONAX pour son établissement situé à Saint-Herblain (44)
- [2] Rapport Arronax, Nouveau terme source - rejet gazeux radioactifs, sans référence, 2017
- [3] Rapport Ginger Nudac RNMRNO01129-II indice 2, Etude d'impact environnementale de rejets radioactifs atmosphériques, Etude d'impact en situation de rejets continus et accidentels, 2017
- [4] Eléments de réponse aux demandes de complément d'informations par l'IRSN dans le cadre du dossier d'instruction ASN, Document Arronax, sans référence, 2018
- [5] Rapport DAPNIA/SENAC/G/06-216/NT indice B, Projet Arronax, Etude d'impact des rejets atmosphériques en fonctionnement normal, 2006
- [6] Rapport DAPNIA/SENAC/G/06-215/NT indice C, Projet Arronax, Etude d'impact des rejets atmosphériques en situations accidentelles, 2006
- [7] Fiche Technique FT/AV/PRP-HOM/SER/2016-0009, Etude d'impact de l'installation de production de radionucléides au moyen d'un cyclotron par le GIP Arronax (Nantes), 2016
- [8] Lettre ASN CODEP-DTS-2016-027576, du 11 juillet 2016 Autorisation d'exercice d'une activité nucléaire, motifs de la demande : renouvellement de l'autorisation/modification de l'autorisation
- [9] Publication n° 101a de la CIPR, Assessing dose of the representative person for the purpose of the radiation protection of the public, 2006
- [10] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux Installations nucléaires de base, 2012
- [11] Arrêté du 20 novembre 2009 portant sur l'homologation de la décision n° 2009-DC-0153 de l'Autorité de Sureté Nucléaire du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique
- [12] Rapport du Comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada, Etude de la toxicité et de la dosimétrie du tritium, 1992
- [13] Publication n° 66 de la CIPR, Human respiratory tract model for radiological protection, 1994
- [14] Rapport Federal Guidance n° 12, External exposure to radionuclides in air, water and soil, 1993
- [15] Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, 2003
- [16] Safety Reports Series (SRS) n° 19, Generics models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment, AIEA, 2001

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2018-00105 du 9 mai 2018

Recommandations

- R1. Pour le fonctionnement normal et les situations accidentelles, l'IRSN recommande que l'exploitant retienne, parmi les groupes de populations localisés autour de l'installation, ceux susceptibles de recevoir les expositions aux rejets les plus élevées.
- R2. L'IRSN recommande que l'exploitant retienne, pour ses calculs d'impact en fonctionnement normal, les différentes conditions de diffusion atmosphérique envisageables, en veillant en particulier à tenir compte de celles susceptibles d'être les plus défavorables du point de vue de l'exposition des populations. Il recommande également que l'exploitant justifie que les conditions atmosphériques enregistrées sur la période d'observation mais non prises en compte dans les évaluations ne conduiraient pas à remettre en cause le résultat des évaluations présentées.
- R3. L'IRSN recommande que l'exploitant revoie son évaluation d'impact en fonctionnement normal en retenant :
- des durées d'exposition identiques pour toutes les voies d'exposition retenues des voies d'exposition ;
 - une hypothèse conservatrice et indépendante de la classe d'âge considérée pour tenir compte de l'atténuation éventuelle des expositions à l'intérieur des bâtiments.
- R4. L'IRSN recommande que l'exploitant évalue les conséquences radiologiques en situation accidentelle pour des groupes de référence situés dans l'axe du vent durant l'intégralité du passage du panache et sur la base de conditions météorologiques (conditions de diffusion, vitesse de vent et intensité de précipitations) conduisant à estimer de manière enveloppe les conséquences des rejets pour chacune des voies de transfert de la contamination, pour les court, moyen et long termes.
- R5. L'IRSN recommande que l'exploitant retienne l'exposition externe induite par les dépôts sur les sols pour l'ensemble des calculs effectués pour l'évaluation de l'impact de rejets accidentels.
- R6. L'IRSN recommande que l'exploitant évalue les conséquences radiologiques en situation accidentelle sur la base de paramètres d'exposition (taux de présence des populations, facteurs de protection des bâtiments, débits respiratoires) permettant de couvrir de manière plus complète les diverses situations d'exposition susceptibles d'être rencontrées en cas d'accident.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2018-00105 du 9 mai 2018

Tableau 1 : Localisation des groupes de référence retenus par l'exploitant par rapport à l'émissaire de rejet pour le fonctionnement normal et les situations accidentelles

Nom	Distance (m)	Azimut (°)
CHU	124	60-80°
Gardien	126	140-160°
Habitation	208	280-300°
CIARC	446	60-80°
Ecole	818	80-100°
Crèche	841	60-80°
ASPTT	966	60-80°
Chauvinière	100	160-180°
Rousselière	362	220-240°
Sands	815	220-240°
ARTA	144	220-240°

Tableau 2 : Composition des rejets retenue par l'exploitant - fonctionnement normal (Bq.an⁻¹)

Radionucléide	Activité rejetée (Bq.an ⁻¹)	Demi-vie
⁷ Be	7,2.10 ¹	53,22 j
¹¹ C	8,3.10 ⁻³	20,36 min
¹³ N	7,2.10 ¹²	9,97 min
¹⁶ N	7,6.10 ¹²	7,16 s
¹⁵ O	2,2.10 ¹²	122,24 s
³⁵ S	2,6.10 ⁴	87,37 j
³⁷ Ar	1,3.10 ⁵	35,04 j
⁴¹ Ar	2,7.10 ⁹	109,61 min
⁷⁹ Kr	2,8.10 ¹³	35,04 h
^{83m} Kr	5,5.10 ¹³	1,83 h
³ H (HTO)	1,6.10 ⁸	12,32 a
³⁹ Ar	9,6.10 ⁴	269 j
Activité totale	1.10¹⁴	

Tableau 3 : Composition radiologique des rejets gazeux considérée pour les situations accidentelles (Bq)

	Scénario Fusion d'une cible	Scénario Incendie ²¹¹ At	Scénario Incendie ¹⁶⁶ Ho
⁷⁶ As	7,5.10 ⁸	-	-
⁷⁷ As	2,1.10 ⁸	-	-
⁷⁷ Br	7,5.10 ⁸	-	-
⁸² Br	2,5.10 ¹⁰	-	-
⁷⁹ Kr	7,0.10 ¹¹	-	-
⁸³ Rb	4,2.10 ¹¹	-	-
⁸⁴ Rb	5,1.10 ¹¹	-	-
⁸⁶ Rb	6,5.10 ¹⁰	-	-
⁸² Sr	3,7.10 ¹¹	-	-
⁸³ Sr	3,7.10 ¹¹	-	-
⁸⁵ Sr	3,7.10 ¹¹	-	-
⁷⁵ Se	2,0.10 ⁷	-	-
⁸⁵ Kr	1,3.10 ⁸	-	-
²¹¹ At	-	1,9.10 ¹¹	-
¹⁶⁶ Ho	-	-	1,4.10 ¹²
Activité totale	3,4.10¹²	1,9.10¹¹	1,4.10¹²