

Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien
Cyclotron Cyrcé
23 rue du Loess
BP 28
67037 – STRASBOURG cedex 2

Strasbourg, le 07/07/2022

Vos réf. :
Nos réf. : **ASN EI 4**

Etude d'impact Rejets atmosphériques Cyrcé

Dossier suivi par	Téléphone	Adresse courriel

Modalités de diffusion		
Date de diffusion : 07/07/2022	<input checked="" type="checkbox"/> Diffusion simple :	<input type="checkbox"/> Diffusion contrôlée N° d'exemplaire :
Remplace la version :	EI3	Du : 06/04/2022
Rédigé par :		Le :
Vérifié par :		Le :

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

SOMMAIRE

1.	Introduction	3
1.1.	Contexte	3
1.2.	Objectif	3
2.	Site	3
2.1.	Limites de l'étude/méthodologie	3
2.2.	Description générale.....	4
2.3.	Profil altimétrique	5
2.4.	Environnement humain.....	5
3.	Terme source	8
3.1.	Nucléides et formes physico chimique (nucléides produits)	8
3.2.	Scénarios de fonctionnement réalistes	9
3.3.	Scénarios de fonctionnement prenant en compte les REA non produits	9
3.4.	Transfert à l'environnement	10
3.5.	Filtration	10
3.6.	Système de surveillance radiologique	10
3.7.	Caractéristiques du rejet.....	10
3.8.	Hypothèses.....	11
4.	Scénarios d'exposition	12
5.	Coefficients utilisés	12
6.	Modélisation	13
6.1.	Données d'entrée	13
6.2.	Résultats.....	14
6.2.1.	Fonctionnement normal.....	14
6.2.2.	Fonctionnement maximal	15
6.2.3.	Fonctionnement rejets 10GBq annuels	15
6.2.4.	Fonctionnement rejets 10GBq annuels d'In-111 (non réaliste)	15
6.1.	Conclusion	15
	ANNEXE 1 : Situation	16

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Population-Fractions	7
Tableau 2 :	Bilan production Cyncé	8
Tableau 3 :	Fonctionnement normal (2017 à décembre 2021)	9
Tableau 4 :	Fonctionnement prévisionnel maximal	9
Tableau 5 :	Coefficients utilisés	12
Tableau 6 :	DPUi nuclides non produits.....	12
Tableau 7 :	Hypothèses de calculs réaliste (issues du REX de l'installation)	13
Tableau 8 :	Hypothèse de calculs basées sur l'autorisation de rejet	13
Tableau 9 :	Résultats fonctionnement normal.....	14
Tableau 10 :	Résultats fonctionnement maximal	15
Tableau 11 :	Résultats pour des rejets de 10GBq annuels.....	15

	REF :ASN-EI4	Version : 1	
	Etude d'impact		

1. Introduction

1.1. Contexte

L'IPHC dispose d'un cyclotron destiné à la production de radionucléides utilisés pour l'élaboration de radiopharmaceutiques et pour les applications diagnostiques. Cette étude prend en compte les nucléides produits : ^{18}F , ^{89}Zr , ^{64}Cu , les nucléides concomitants ^{11}C , ^{13}N ainsi que les nucléides autorisés mais non exploités à ce jour.

L'IPHC fournit à la société POSIFIT, présente dans ses locaux (autorisation ASN E002034), du ^{18}F lui permettant de réaliser des synthèses pour son compte (non encore réalisées à ce jour).

Le faisceau de protons est également utilisé dans l'Aire de Recherche adjacente à la casemate du cyclotron, dans le cadre de projets de recherche (Cf. dossier de demande d'autorisation).

L'institut n'est pas classé pour la protection de l'environnement (ICPE) et ne dispose pas d'une autorisation d'établissement pharmaceutique.

Cette étude met à jour l'étude d'impact EI3 du 06/04/2022.

Elle étudie l'activité et les rejets de la société POSIFIT dans l'autorisation initiale de 10GBq délivrée par l'ASN à l'IPHC (émissaire commun).

La répartition des rejets entre les deux entités est gérée au niveau des balises de détection.

Les niveaux de rejets autorisés sont respectivement de 8,5GBq pour l'IPHC et de 1,5GBq pour la société POSIFIT.

1.2. Objectif

L'objectif de cette étude est l'évaluation, à la population environnante ainsi qu'aux travailleurs du site, de l'impact radiologique de l'installation Cyrcé (Cyclotron et laboratoires de synthèse)

2. Site

L'installation se situe au bâtiment 25 de l'IPHC, sur le campus de Strasbourg-Cronembourg. Cf. Plan en annexe 1. Les coordonnées GPS de l'émissaire sont :

2.1. Limites de l'étude/méthodologie

Cette étude vise à déterminer l'impact du fonctionnement de l'installation sur les catégories les plus sensibles de la population (y compris travailleurs sur site) en termes de radioprotection permettant d'établir les expositions maximales (en se plaçant également dans les conditions d'exploitation et de rejets les plus défavorables).

Cette méthode (cas enveloppe) doit permettre de fixer les seuils d'exposition maximales des populations, tout en restant dans un cadre réaliste.

La méthodologie retenue pour la détermination du transfert des radionucléides dans l'atmosphère jusqu'à l'activité déposée sur le sol (et permettant l'évaluation de l'exposition des personnes au panache) comprend l'utilisation de code de calcul basés sur des modèles gaussiens. En effet, la hauteur des bâtiments à proximité de l'émissaire ainsi que l'orographie générale du site (cf Figure 2 : Profil altimétrique) autorisent l'utilisation de ce type de modèle.

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

Les calculs ont porté sur deux zones :

-Une zone de 200m à 400m de diamètre autour de l'installation (émissaire) a été retenue avec une hauteur de cheminée de 10m. On y considère la présence de l'ensemble des catégories de la population.

- Une zone de 50 à 150m avec un rejet au sol (hauteur cheminée paramétrée: 0 m), présence unique de travailleurs. Le paramétrage de hauteur des rejets à 0m du sol pour la zone la plus proche du site permet de maximiser les éventuels rejets dans cette zone (cas enveloppe)

Les cas suivants ont été étudiés :

- fonctionnement normal,
- fonctionnement maximal.

Le fonctionnement de la société POSIFIT est supposé être le même que celui de l'IPHC pour les phases de synthèse de 18F (mêmes gammes de rejets)

2.2. Description générale

La zone retenue ne comprend pas de zone d'activité agricole (élevage et culture) ni de zone de captage d'eau (Le réservoir d'eau potable situé à Oberhausbergen est un ouvrage entièrement enterré et situé à plus de 2km du site, le captage est effectué dans la nappe - <https://ades.eaufrance.fr/GeoSIE>)

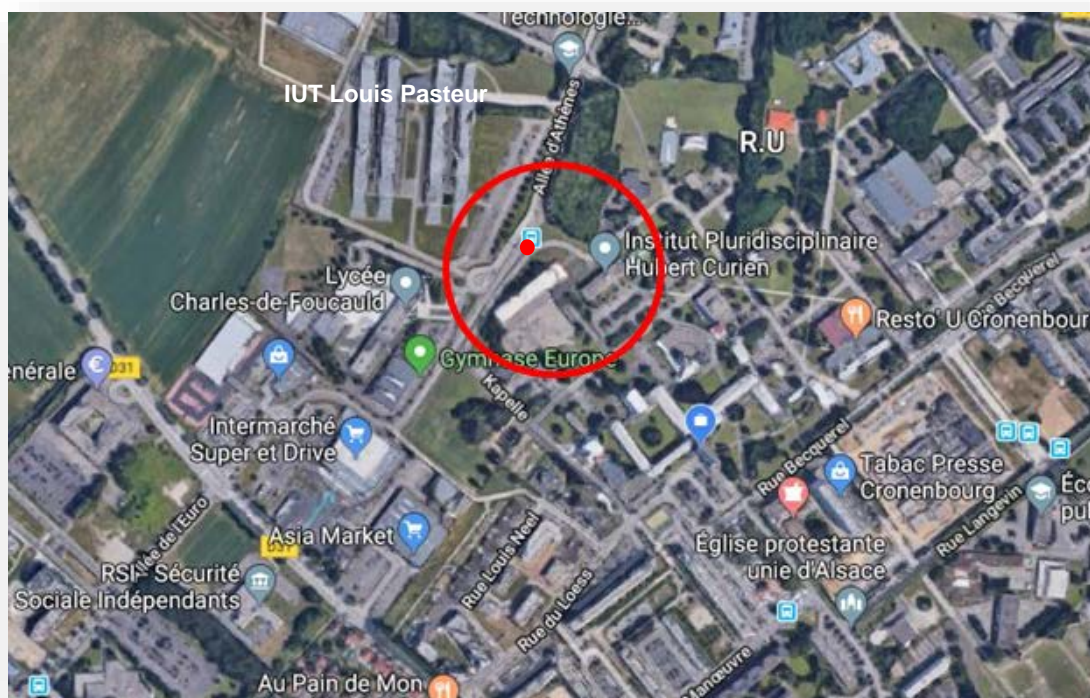


Figure 1 : Description générale

	REF :ASN-EI4	Version : 1	
	Etude d'impact		

2.3. Profil altimétrique

Les faibles variations altimétriques du site permettent la mise en œuvre de modèles gaussiens de dispersion.

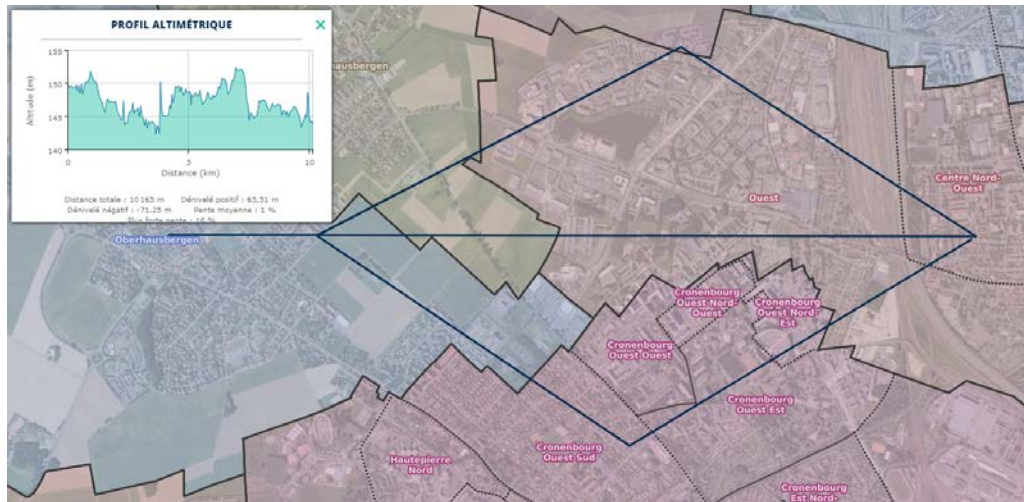


Figure 2 : Profil altimétrique

2.4. Environnement humain

Les scénarios prennent en compte la présence des travailleurs sur le campus (essentiellement CNRS, Unistra, CROUS, POSIFIT, sous-traitants...) ainsi que les étudiants de l'IUT Louis Pasteur et du Lycée Charles de Foucauld.

Le fonctionnement du cyclotron correspond aux heures de présence des travailleurs sur site (en moyenne 8h par jour du lundi au vendredi entre 7h à 19h).

Du fait de la présence dans la zone retenue d'une voie publique, l'impact prend en compte toutes les catégories de la population :

- Travailleurs adultes en présence 8h/j 5j/semaine (travailleurs du campus CNRS de Cronenbourg)
- Adulte jeune (15 à 18ans) en présence 8h/j 5j/semaine (étudiants) : IUT Louis Pasteur et du Lycée Charles de Foucauld. (pas d'écoles élémentaires dans les zones considérées)
- Adulte résident
- Enfant 0-1 an résident.

Sur le site geoportail : le campus CNRS est à Strasbourg, zone ouest, n° de l'IRIS :0502 (code commune INSEE : 67447).

Les autres zones impactées pourraient être :

- Cronenbourg ouest ouest (IRIS 1805)
- Cronenbourg ouest nord-ouest (IRIS 1803)

Les zones :

- Mittelhausbergen
- Oberhausbergen

n'ont pas été prises en compte, la densité de population aux abords de la zone IRIS 0502 étant très faible d'une part, et de l'autre part, cette zone ne s'inscrit pas dans le panache déterminé par la rose des vents : La Figure 6 : Rose des vents superposée en annexe permet de confirmer cette hypothèse.

	REF :ASN-EI4	Version : 1	
	Etude d'impact		

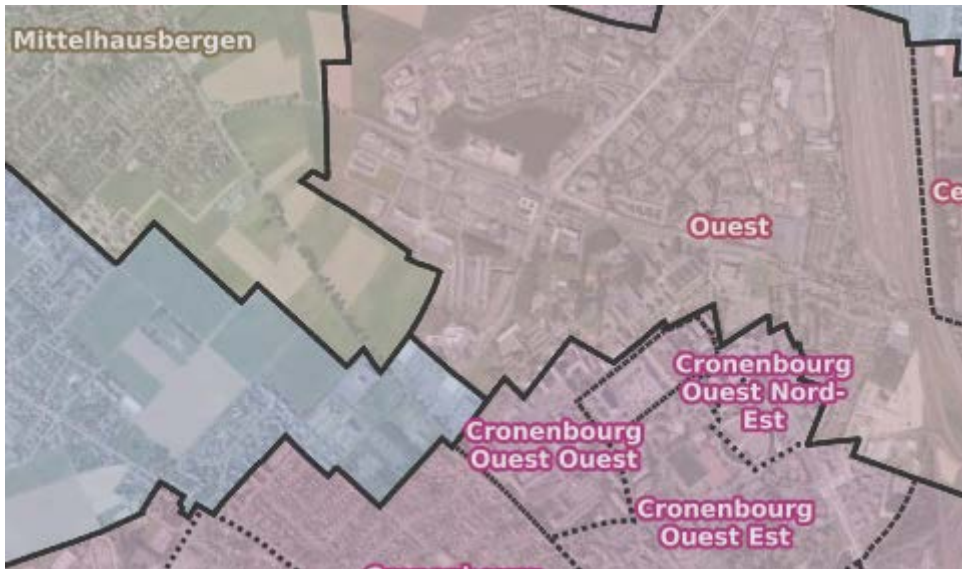


Figure 3 : Densité de population

La population présente dans les trois zones concernées s'établit à :

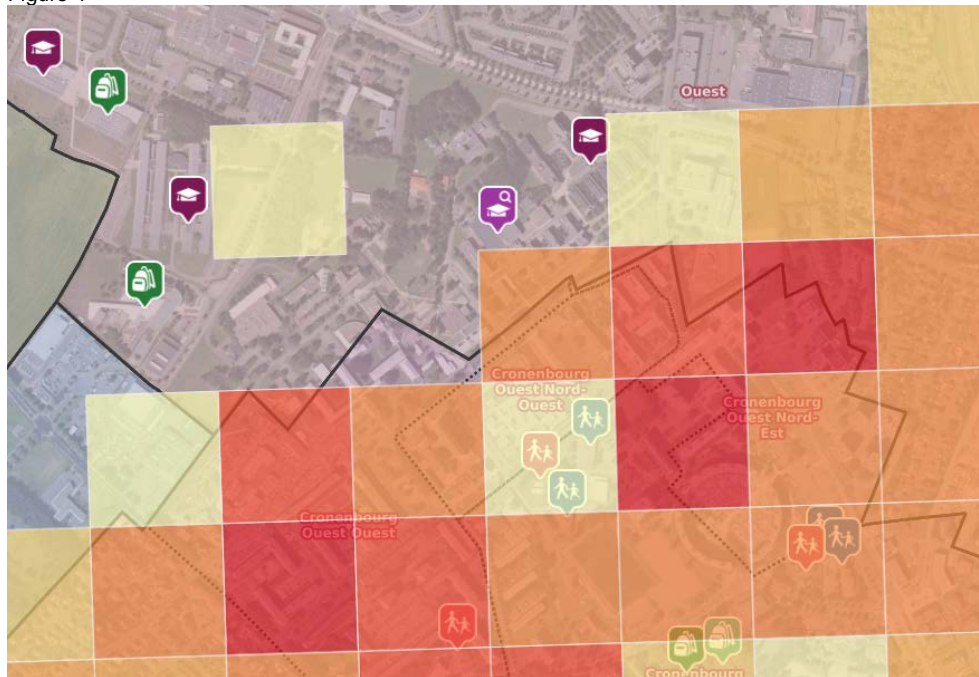
Tableau 1 : Population-Fractions

Fraction	Population	Fraction	Population
Pop 0-2 ans en 2018 (princ)	304	Pop 25-39 ans en 2018 (princ)	1668
Pop 3-5 ans en 2018 (princ)	282	Pop 40-54 ans en 2018 (princ)	965
Pop 6-10 ans en 2018 (princ)	398	Pop 55-64 ans en 2018 (princ)	509
Pop 11-17 ans en 2018 (princ)	452	Pop 65-79 ans en 2018 (princ)	551
Pop 18-24 ans en 2018 (princ)	970	Pop 80 ans ou plus en 2018 (princ)	211
Population en 2018 (princ)	6311		

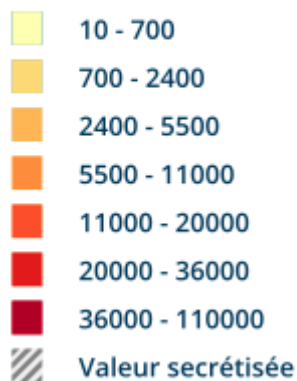
Données source : INSEE, population 2018

Densité de population :

Figure 4



Nombre d'individus par km²



	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

3. Terme source

3.1. Nucléides et formes physico chimique (nucléides produits)

Les rejets de ^{18}F sont issus des phases de production et de synthèse. Ils sont sous forme gazeuse HF assimilés à des aérosols par recombinaison sur leur parcours jusqu'à l'émissaire de rejet¹. Les productions de ^{64}Cu et ^{89}Zr engendrent essentiellement des rejets d' ^{13}N et ^{11}C (activation de l'air), il en est de même lors de l'utilisation du faisceau dans l'aire de recherche.

Du fait de leur nature chimique les nucléides métalliques (Zr, Cu, Ga²...) ne sont pas des composés volatils. Les composés produits à l'IPHC sont CuCl_2 , ZrCl_4 , ZrOx_2 (Oxalate de Zirconium). Le retour d'expérience de l'IPHC dans l'exploitation du cyclotron (depuis 2012) montre que la dissémination des radionucléides métalliques (^{64}Cu , ^{89}Zr) sont inexistantes (l'absence des rejets lors de la synthèse de ces nucléides a été confirmée par le système de détection de la ventilation des cellules blindées).

Bilan de la production Cyrce depuis 2017 :

Tableau 2 : Bilan production Cyrce

Année	Radionucléide	Activité EOB GBq	Rejets durant la production kBq	Total rejets kBq
2017	F-18	1359	35520	355520
	Cu-64	77	320000	
2018	F-18	1130	95900	391600
	Cu-64	125	294000	
	Zr-89	0,52	0	
	Faisceau AR	-	1700	
2019	F-18	1060	14000	14000
	Cu-64	99	0	
	Zr-89	8	0	
	Faisceau AR	-	0	
2020	F-18	905	0	10000
	Cu-64	55	0	
	Zr-89	9	0	
	Faisceau AR	-	10000	
2021 (1000h)	F-18	1256	29300	3499205
	Cu-64	23	2160	
	Zr-89	3	20000	
	Faisceau AR	-	3447745	

Bilan : L'étude portera sur l'ensemble des rejets assimilé au ^{18}F sous forme d'aérosols. Cette hypothèse forme un cadre enveloppe, la DPUI du ^{18}F étant la plus pénalisante en effet, le retour d'expérience sur les installations produisant des radionucléides à vie courte montre que

¹ Ces éléments sont corroborés par l'étude de S.Van Ryckeghem, Radioprotection 2021,56(2), 127-135

² Non produit à ce jour.

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

l'inhalation est la voie d'exposition principale : l'irradiation due au nuage est secondaire, de même que l'irradiation due au dépôt ou par ingestion dans la chaîne alimentaire.

3.2. Scénarios de fonctionnement réalistes

Tableau 3 : Fonctionnement normal (2017 à décembre 2021)

Fonctionnement normal	IPHC	POSIFIT	Observations
Tirs production fluor	60	-	
Synthèses Fluor	60	-	
Tirs productions 64Cu, 89Zr	15	-	
Tir Aire de Recherche	800h	-	

Tableau 4 : Fonctionnement prévisionnel maximal

Fonctionnement « maximal »	IPHC	POSIFIT	Observations
Tirs productions fluor	144 (12 tirs mensuels) + 560	-	144 tirs pour IPHC + et 560 tirs pour Posifit soit 10 tirs hebdomadaires pour POSIFIT
Synthèses Fluor	144 (12 synthèses mensuelles)	560	
Tirs productions 64Cu, 89Zr	36 tirs (12 tirs 89Zr et 24 tirs 64Cu)	-	
Tir Aire de Recherche	960h (80h/mois)	-	

3.3. Scénarios de fonctionnement prenant en compte les REA non produits

Notre autorisation ASN permet la production de Cu-67, Ga-68, Tc99m et In-111, ces radionucléides n'ont pas encore été produits à ce jour. Leurs formes physico-chimiques (métaux) les assimilent au Zr-89 ou au Cu-64 (pas de mise en suspension) et l'hypothèse retenue est l'absence de rejet.

Conformément au décret 2018-434, cette étude se base sur les rejets réels de l'installation (extrapolée à l'activité maximale rejetée autorisée)

L'IPHC utilise également les compétences et tous les moyens dont il dispose pour s'assurer de l'absence de contaminations à l'émissaire : réalisation de spectrométries gamma sur des volumes de gaz rejetés, étude de moyens innovants de filtration (zéolites)... A ce jour, aucun radionucléide autre que 18F, 11C et 13N n'a été mis en évidence durant le fonctionnement de l'installation.

En l'absence de production concernant ces nucléides, l'hypothèse consiste à établir des expositions en considérant que les activités rejetées (déterminées pour F-18, C-11 et N-13) sont

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

identiques pour l'¹¹¹In (les calculs montrent que ce nucléide est plus impactant que ⁶⁷Cu, ⁶⁸Ga et ^{99m}Tc). Cette hypothèse est cependant très pénalisante en terme d'impact et est non réaliste.

3.4. Transfert à l'environnement

La contamination atmosphérique résulte de la dispersion d'aérosols radioactifs (¹⁸F, ¹¹C, ¹³N) dans l'atmosphère au niveau de l'émissaire en fonction des conditions météorologiques (vent, température...). La chaîne alimentaire (transfert aux végétaux et animaux) n'est pas considérée, les périodes des nucléides potentiellement rejetés sont au maximum de 2h, c'est-à-dire que l'activité a diminué d'un facteur ≈ 1000 , 20h après le rejet.

3.5. Filtration

L'installation dispose de filtres charbon actif et HEPA. Le principe est une filtration CA+HEPA sur les trois lignes d'extraction (Casemate, Laboratoires et Cellules blindées). La ligne « Cellules blindées » dispose de 2 filtrations charbon actif supplémentaires. La ligne provenant de l'Aire de Recherche rejoint la ligne des laboratoires (CA+HEPA).

Le descriptif du dispositif de filtration est décrit dans le dossier ASN DA1.

Remarque : Concernant la ligne G1 de l'aire de recherche, la mise en place de filtration à base de Zéolithe (Molecular sieve, 13x, dim entre 1,6 et 2,5mm (1kg)), permet de diminuer les rejets ¹³N et ¹¹C issus de l'activation de l'air situé dans la boîte à réaction de la ligne. Les tests sont actuellement en cours.

Les filtres mécaniques (HEPA) sont suivis par mesure de pression différentielle, les filtres CA sont changés selon les périodicités fixées dans les documents d'exploitation du cyclotron.

3.6. Système de surveillance radiologique

L'installation dispose d'une mesure de surveillance radiologique constitué de 3 balises beta/gamma situées au plus près des zones émettrices ainsi qu'une balise à l'émissaire (sonde grande surface beta/gamma) et d'un débitmètre volumétrique. Le système de surveillance est décrit dans le dossier ASN DA1.

3.7. Caractéristiques du rejet

L'installation Cyrcé dispose d'un exutoire unique (IPHC et POSIFIT), situé à 10m du niveau du sol à la position GPS :

L'exutoire est vertical, et situé à 3m au-dessus du toit (et à 0,5m au-dessus du toit du bâtiment adjacent).

Une mesure de la vitesse de l'air permet une mesure en continu du débit à la cheminée. Cette mesure est enregistrée 24h/24h (hors période de maintenance du cyclotron). La section de sortie de la cheminée est de $0,95 \times 0,95 = 0,9 \text{ m}^2$ le débit moyen est de $(15290 \pm 800) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (Moyenne quotidienne du 01/09/2021 au 31/12/2021 incertitude à 2 sigmas) soit une vitesse d'éjection d'environ $4,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

	REF :ASN-EI4	Version : 1	
	Etude d'impact		



Emissaire IPHC : éjection verticale.

3.8. Hypothèses

On considère le cas de la présence de vent de l'ordre de $3,5 \text{ m.s}^{-1}$ (vitesse moyenne unique) correspondant à la moyenne mesurée pendant 20 ans sur un site proche [redacted] juillet 2017- Site situé à moins de 10km du campus de Cronembourg) et une pluviométrie de 1 mm/h (Il s'avère, en réalisant différentes simulations et en ne modifiant que ce paramètre, que la pluviométrie de 1 mm/h fournit les valeurs de doses les plus élevées) L'émissaire est constitué d'une cheminée unique située à une altitude de 10m pour les rejets sur la plage 200 à 400m et à 0m d'altitude pour l'impact entre 0 et 150m (cas enveloppe).

NB : La rose des vents superposée à la carte de densité de population est fournie en annexe.

Pour cette approche, le logiciel DOSIMEX a été utilisé. Il permet de déterminer les doses :

- Par inhalation ; les DPUI sont rappelées dans les tableaux de synthèse
- Par immersion,
- Par irradiation due aux dépôts,

Les résultats sont donnés pour une exposition de 8h.

Le temps de fonctionnement annuel classique est de 1000h. Depuis 2017, la quantité maximale annuelle de rejets a été de 3500 MBq , soit $3,5 \text{ MBq}$ par heure de fonctionnement :

Cette valeur de rejet horaire est utilisée pour déterminer l'impact du fonctionnement de l'installation.

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

4. Scénarios d'exposition

La population cible est placée à 50, 150m (adultes travailleurs), 200 et 400m (adultes, jeunes et enfants de 0 à 1an) de l'émissaire, dans le panache pendant une durée d'exposition de 8h.

5. Coefficients utilisés

Les débits respiratoires retenus et les DPUI pour le ¹⁸F sont :

Tableau 5 : Coefficients utilisés

Catégorie	Débit respiratoire en m ³ .h ⁻¹	DPUI Sv.Bq ⁻¹
Adulte travailleurs	1,25	6,0.10 ⁻¹¹
Adulte	0,93	5,9.10 ⁻¹¹
Jeune 12 à 17ans	0,64	7,3.10 ⁻¹¹
Enfant 0-1an	0,12	4,2.10 ⁻¹⁰

Note : les clairances pulmonaires des coefficients sélectionnés sont ceux les plus pénalisants pour chaque âge

Tableau 6 : DPUI nuclides non produits

Catégorie	¹¹¹ In DPUI Sv.Bq ⁻¹	⁶⁸ Ga DPUI Sv.Bq ⁻¹	^{99m} Tc DPUI Sv.Bq ⁻¹
Adulte	2,9.10 ⁻¹⁰	1,0.10 ⁻¹⁰	2,2.10 ⁻¹¹
Jeune 12 à 17ans	3,7.10 ⁻¹⁰	1,3.10 ⁻¹⁰	2,8.10 ⁻¹¹
Enfant 0-1an	2,4.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁹	2,0.10 ⁻¹⁰

Références :

-Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection, ICRP Publication 66, Ann. ICRP 24 (1-3), 1994

- AM du 1^{er} septembre 2003.

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

Bilan des hypothèses de calculs :

Tableau 7 : Hypothèses de calculs réalistes (issues du REX de l'installation)

	Fonctionnement normal	Fonctionnement maximal
Nombre d'heures synthèses diverses	200	800
Nombre d'heures Aire de Recherche	800	800
Rejet moyen équivalent F18 par heure	3,5MBq	3,5MBq
Nombre de journées (avec un fonctionnement de 8h)	125	200

Tableau 8 : Hypothèse de calculs basées sur l'autorisation de rejet

Nombre d'heures synthèses diverses	200
Nombre d'heures Aire de Recherche	800
Rejet moyen équivalent F18 par heure	10MBq
Nombre de journées (avec un fonctionnement de 8h)	125

Note : Le calcul basé sur l'autorisation de rejet est déterminé à partir du temps de fonctionnement normal permettant de maximiser l'activité volumique rejetée, l'activité totale annuelle restant inchangée quel que soit le nombre d'heures de fonctionnement.

Le choix pour le calcul d'exposition est de considérer une journée de 8h (journée de tir et de synthèse), pendant laquelle se produit un rejet de 3,5MBq/h, soit 28MBq. Les cibles « Travailleurs » représentent les personnels du campus de Cronembourg, « Adulte » et « bébé » représentent la population aux alentours du campus et « Jeunes adultes » les étudiants (IUT et Lycée Charles de Foucault). Les temps d'exposition sont identiques pour l'ensemble des cibles étant donné que les rejets sont considérés se produire pendant la journée (jours de semaine).

Un deuxième calcul a été réalisé en considérant l'activité totale rejetée égale à l'autorisation de rejet de l'ensemble de l'installation (IPHC et POSIFIT) soit 10GBq (rejet de 10MBq par heure, 1000h par an).

6. Modélisation

6.1. Données d'entrée

Exemple de données d'entrée pour le calcul d'impact entre 50 et 150m de la zone de rejet.

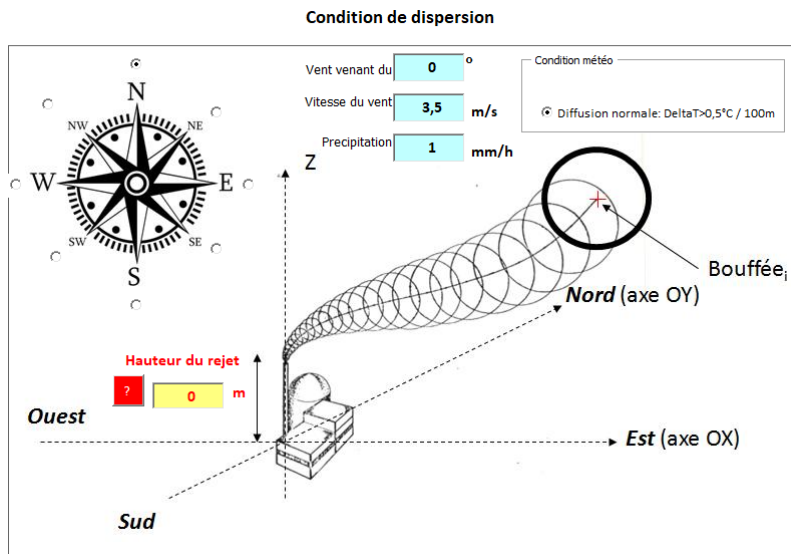


Figure 5 : Exemple de données d'entrée

edp sciences

Nature physique Aerosol Gaz Gaz rare

Élément

Isotope

Forme

Activité rejetée Unité Bq kBq MBq

D.P.U.J. Sv/ Bq

F.C.D. nuage (Sv/h) / (Bq/m³)

F.C.D. dépôt (Sv/h) / (Bq/m²)

Période (h)

DAMA 1µm Granulométrie 1 µm 5 µm

Vdépôt m/s

Valider

6.2. Résultats

6.2.1. Fonctionnement normal

Les valeurs sont données en **µSv annuels**

Distance cible (m)	Travailleurs	Adultes	Jeunes adultes	Bébés
50	2,03	-	-	-
150	0,36	-	-	-
200	0,18	0,17	0,17	0,17
400	0,08	0,08	0,08	0,08

Tableau 9 : Résultats fonctionnement normal

	REF :ASN-EI4	Version : 1
	Etude d'impact	

6.2.2. Fonctionnement maximal

Les valeurs sont données en μSv annuels

Distance cible (m)	Travailleurs	Adultes	Jeunes adultes	Bébés
50	3,25	-	-	-
150	0,58	-	-	-
200	0,28	0,27	0,26	0,26
400	0,13	0,12	0,12	0,12

Tableau 10 : Résultats fonctionnement maximal

6.2.3. Fonctionnement rejets 10GBq annuels

Les valeurs sont données en μSv annuels

Distance cible (m)	Travailleurs	Adultes	Jeunes adultes	Bébés
50	7,25	-	-	-
150	1,29	-	-	-
200	0,64	0,61	0,61	0,61
400	0,29	0,29	0,29	0,29

Tableau 11 : Résultats pour des rejets de 10GBq annuels

A titre indicatif, si l'activité rejetée est considérée comme étant du ^{89}Zr (hypothèse rejetée, Cf 3.1), nucléide le plus pénalisant en terme d'exposition selon notre logiciel de simulation, la dose annuelle affectée au travailleur (50m, rejet à 0m d'altitude) serait de moins de $30\mu\text{Sv}$.

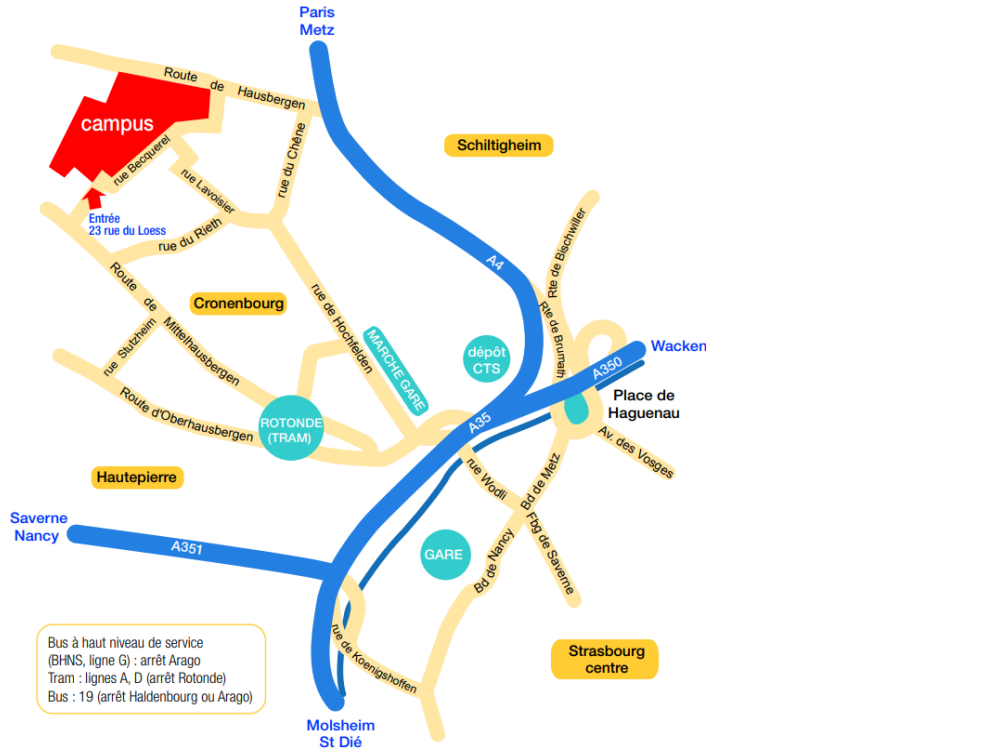
6.2.4. Fonctionnement rejets 10GBq annuels d'In-111 (non réaliste)

Distance cible (m)	Travailleurs	Adultes	Jeunes adultes	Bébés
50	14,24	-	-	-
150	2,13	-	-	-
200	1,03	0,92	0,96	0,86
400	0,44	0,40	0,42	0,38

6.1. Conclusion

Les calculs réalisés avec une dissémination continue de 28MBq de ^{18}F (conditions réelles) et 80MBq (dissémination de 10GBq annuels) par jour de fonctionnement indiquent que la catégorie de population la plus susceptible d'être impactée sont les travailleurs du campus. La valeur maximale de $7.5\mu\text{Sv}$ annuel est cependant extrêmement faibles par rapport à la limite publique de 1 mSv par an.

ANNEXE 1 : Situation



Plan du campus de Cronenbourg



Etude d'impact

Rose des Vents

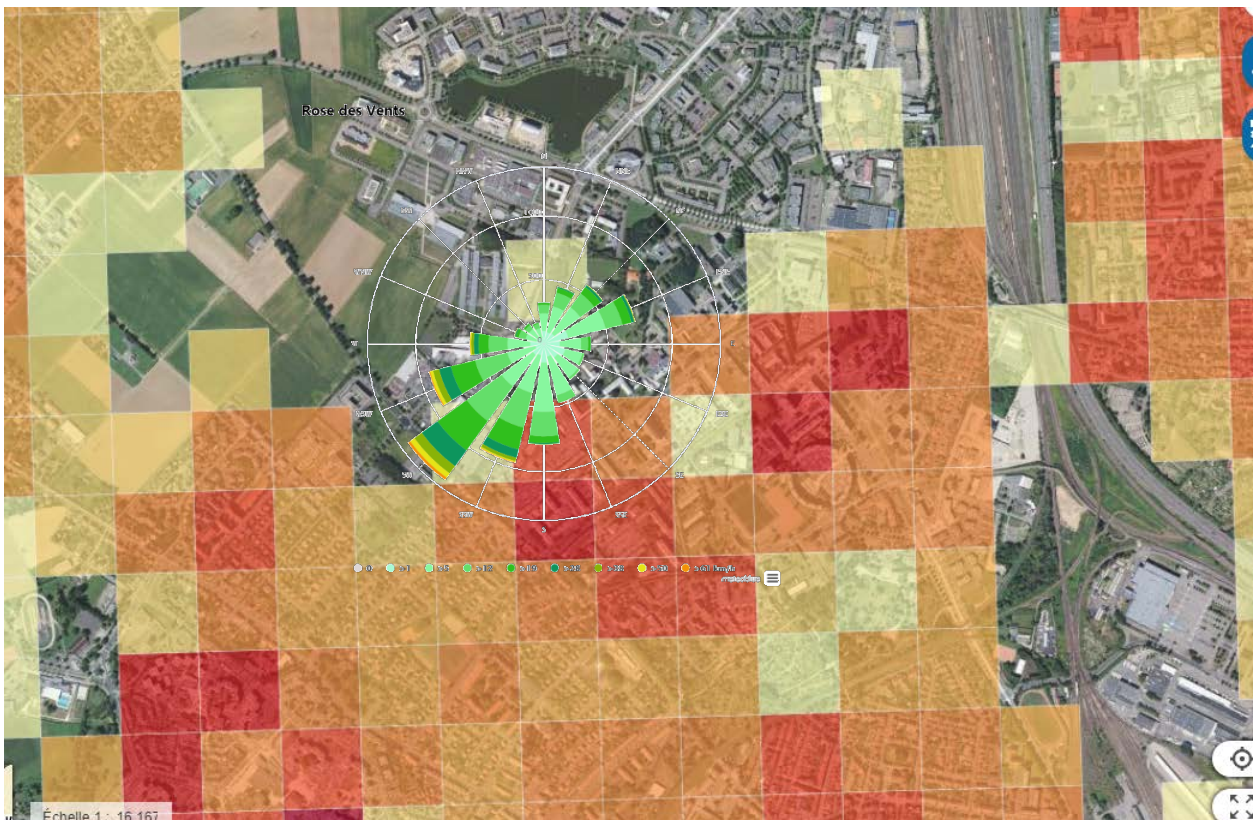
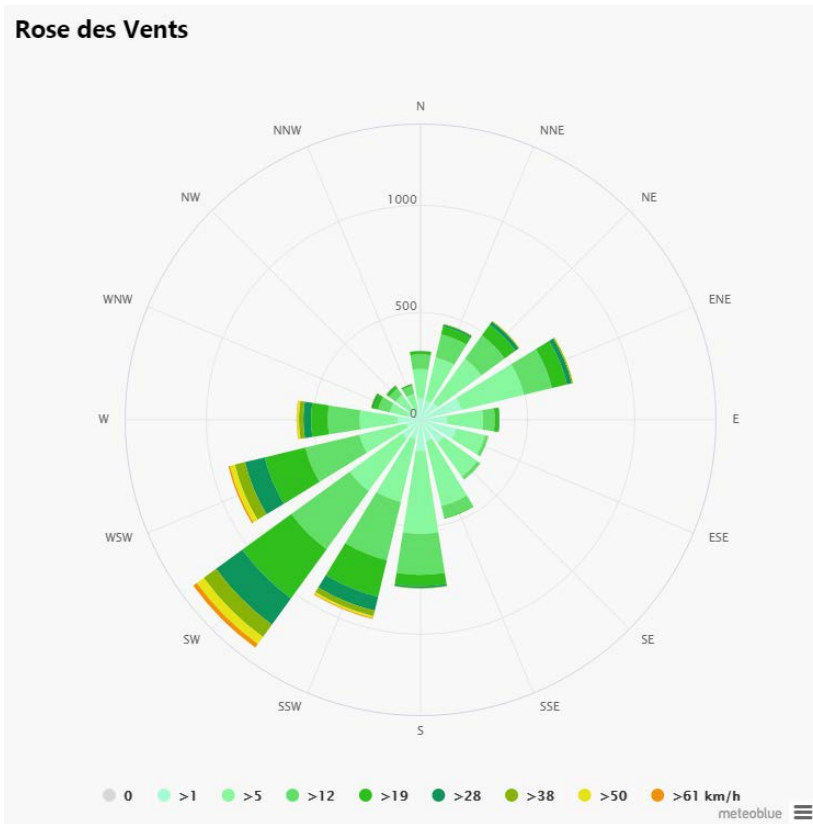


Figure 6 : Rose des vents superposée
-- Fin document -----