

NOTE TECHNIQUE

N.T.SRSE-22/07/19

Ind. B

Clt n° 13

DIR/SRSE-22/230-MH/mm

novembre 22

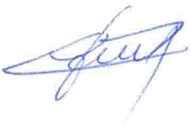
SRSE

Page : 0/18 + 9 annexes

Calculs des impacts radiologiques des rejets de l'ILL

DIFFUSION PAPIER : • Original au secrétariat

DIFFUSION MAIL : • Chef de la Division Réacteur
• Chef de Service du SRSE
• Adjoints au Chef du Service SRSE
• Rédacteur
• Vérificateur(s)

DATE	30/11/22	30.11.2022	30/11/2022
NOM	M. HERVAULT	F.CHANTELOUP	A. PETITRENAUD
VISA			
FONCTION	RÉDACTEUR	VÉRIFICATEUR(S) (voir détails page suivante)	APPROBATEUR

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	3
3. TERME SOURCE DU RHF.....	3
3.1. TRITIUM	3
3.1.1. <i>Retour d'expérience concernant les rejets gazeux tritium depuis 2008.....</i>	<i>3</i>
3.1.2. <i>Retour d'expérience concernant les rejets liquides tritium depuis 2008.....</i>	<i>4</i>
3.2. GAZ RARE.....	5
3.2.1. <i>Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en gaz rare depuis 2008.....</i>	<i>5</i>
3.3. CARBONE 14.....	5
3.3.1. <i>Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en ¹⁴C depuis 2008</i>	<i>6</i>
3.3.2. <i>Retour d'expérience concernant les rejets liquides en ¹⁴C depuis 2008</i>	<i>6</i>
3.4. IODES.....	7
3.4.1. <i>Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en iodes depuis 2008</i>	<i>7</i>
3.4.2. <i>Retour d'expérience concernant les rejets liquides en iodes depuis 2008</i>	<i>8</i>
3.5. AÉROSOLS ET AUTRES ÉMETTEURS β, γ	8
3.5.1. <i>Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en aérosols depuis 2008</i>	<i>8</i>
3.5.2. <i>Retour d'expérience concernant les rejets liquides en autres émetteurs β, γ autre que tritium, carbone 14 et iode depuis 2008.....</i>	<i>9</i>
4. MÉTHODOLOGIE DES CALCULS D'IMPACT RADIOLOGIQUE	9
4.1. OUTILS DE CALCUL	9
4.2. LOCALISATION DES GROUPES DE RÉFÉRENCE	10
4.2.1. <i>Groupes de référence.....</i>	<i>10</i>
4.2.2. <i>Sensibilité à la localisation des Groupes de référence</i>	<i>10</i>
4.3. HABITUDES ALIMENTAIRES.....	10
4.4. TERMES SOURCES RETENUS POUR L'ÉTUDE D'IMPACT	12
4.4.1. <i>Terme source retenus pour l'étude d'impact des rejets gazeux.....</i>	<i>12</i>
4.4.2. <i>Terme source retenus pour l'étude d'impact des rejets liquides.....</i>	<i>13</i>
4.5. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE CALCUL D'IMPACT RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX	16
4.6. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE CALCUL D'IMPACT RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES.....	17
5. IMPACTS RADIOLOGIQUES DES REJETS DE L'ILL	17
5.1. IMPACTS RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX	17
5.2. IMPACTS RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES	17
6. CONCLUSION	18

1. INTRODUCTION

Ce document vise à estimer les impacts radiologiques des rejets liquides des gazeux de l'ILL.

Il prend en compte :

- Les dernières évolutions des codes de calcul d'impact radiologique,
- Le retour d'expérience et les possibles évolutions de limites de rejets, et le terme source correspondant,
- Les trois groupes de références des localités de résidence à proximité de l'IL (Saint Egrève, Fontaine et Grenoble),
- Différentes hypothèses d'habitude alimentaires et d'autoconsommation.
- La prise en compte dans les modélisations de rejets provenant de la cheminées 17m,
- L'effet d'une diminution de la limite de débit de l'Isère lors des rejets.

La section 3 fait la revue du terme source, sur la base du retour d'expérience, en particulier depuis la mise en application de l'arrêté rejets du 3 août 2007 [1], et propose au cas par cas des réductions de limites de rejets annuels.

La section 4 présente la méthodologie et les hypothèses de calculs retenues, ainsi que les études de sensibilité investiguées.

La section 5 résume les résultats des calculs.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Arrêté du 3 août 2007 autorisant l'Institut Max von Laue-Paul Langevin (ILL) à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire de Grenoble (Isère)
- [2] DIR/SRSE-22/048 rev A, 16/02/2022, Rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux
- [3] DIR/SRSE-21/296 rev A, 30/06/2021, Surveillance de la radioactivité dans l'environnement commun des sites de l'ILL et du CEA Grenoble.
- [4] *DRe MH/cv 2022-0834 du 22 septembre 2022, Demande d'accord préalable avant rejets d'effluents*

3. TERME SOURCE DU RHF

3.1. Tritium

3.1.1. Retour d'expérience concernant les rejets gazeux tritium depuis 2008

Les principales sources de rejet gazeux en tritium sont pour le réacteur :

- Les chantiers avec ouverture du circuit primaire et en particulier ceux nécessitant le balayage du bidon réflecteur ;
- Les dégonflages et pompages au vide du gaz de couverture ;
- Les opérations de déchargement de l'élément combustible (séchage de la hotte) ;
- Les dégazages en cellule chaude (bougies D₂O par exemple).

Ces opérations conduisant essentiellement à des rejets d'eau tritiée par évaporation.

- Les opérations sur les sources froides : prélèvements, vidange de la cellule, etc... qui impliquent plutôt un rejet de tritium gaz.

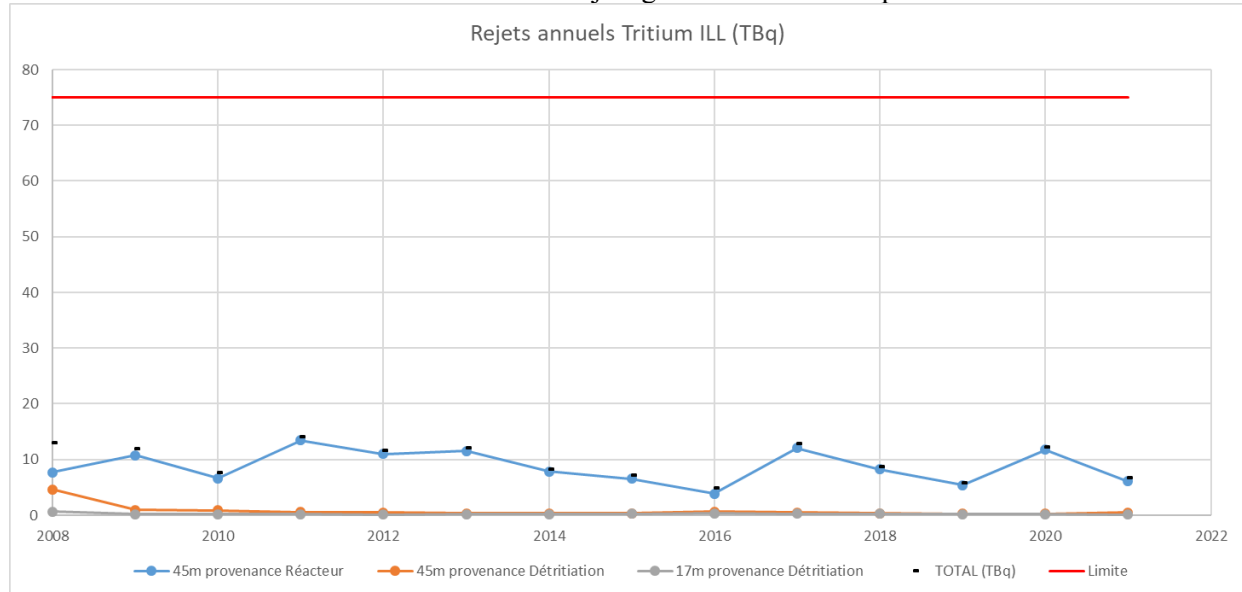
Et pour la détritiation :

- Les rejets du TRD (Tampon de Rejet Différé) ;
- Le dégazage des BaG reliées aux EG (Effluents Gazeux) ;
- Les prélèvements et analyses D₂ et D₂O ;
- Les chantiers actifs de maintenance et/ou rénovation.

Ces opérations conduisant surtout à des rejets de tritium gaz.

Les rejets peuvent donc varier notablement d'une année sur l'autre en fonction des chantiers.

Les courbes suivantes montrent l'évolution des rejets gazeux en tritium depuis 2008 :

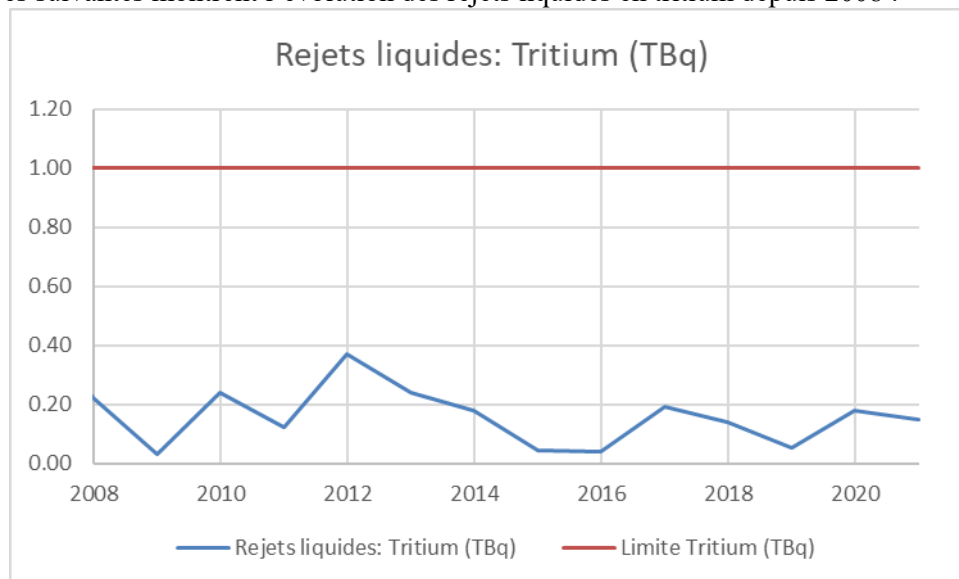


Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 15 % de la limite annuelle et sachant que les opérations finales de mise à l'arrêt du bâtiment détritiation vont nécessairement conduire à des rejets ponctuels, la limite actuelle de 75 TBq reste bien adaptée pour les années à venir.

3.1.2. Retour d'expérience concernant les rejets liquides tritium depuis 2008

La part prépondérante de l'activité rejetée provient de l'activité de la piscine et des canaux : mouvements d'eau, dépotage des résines eau lourde/eau déminéralisée. Or celle-ci, provient, pour l'essentiel, de la contamination par de l'eau lourde lors des transferts de combustible irradié. Il n'existe pas de technique opérationnelle pour retirer ce tritium, sous forme de molécule d'eau dans de l'eau, étant donné sa très faible concentration.

Les courbes suivantes montrent l'évolution des rejets liquides en tritium depuis 2008 :

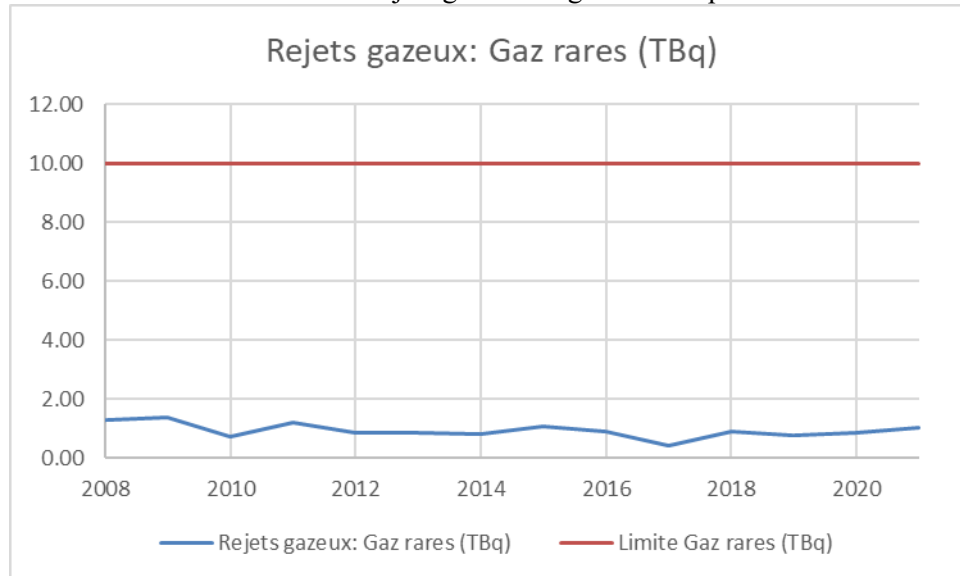


Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 20 % de la limite annuelle et sachant que l'impact de ces rejets liquides est totalement négligeable devant celui des rejets gazeux (cf. §5), la limite actuelle de 1 TBq reste bien adaptée pour les années à venir.

3.2. Gaz rare

3.2.1. Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en gaz rare depuis 2008

La courbe suivante montre l'évolution des rejets gazeux en gaz rares depuis 2008 :



On constate que les rejets gazeux en gaz rare sont remarquablement constants depuis 2008. Ils sont essentiellement dus à l'activation de l'argon de l'air, soit occlus dans l'eau de la piscine réacteur, soit sur les faisceaux de neutrons sortis dans le réacteur.

Ces deux sources sont absolument incontournables en fonctionnement puisque directement fonction du flux de neutrons délivré par le RHF. Par ailleurs, il n'y a aucune technique disponible permettant de filtrer ces gaz rares à la cheminée.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 10 % de la limite annuelle, la limite actuelle de 10 TBq reste bien adaptée pour les années à venir.

Le spectre retenu, pour le calcul d'impact, est constitué de 90 % d' ^{41}Ar et de 10 % de ^{133}Xe .

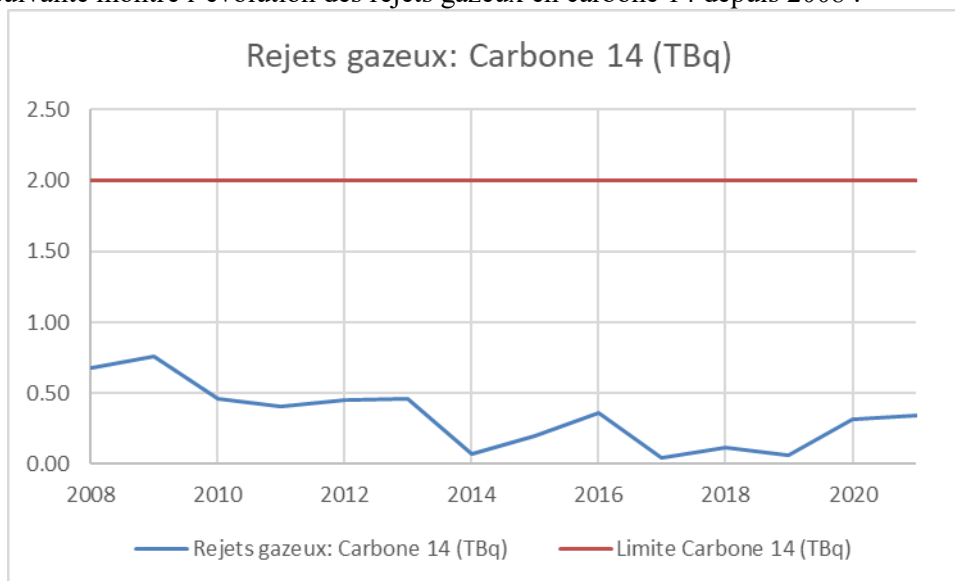
3.3. Carbone 14

Le carbone 14 peut être obtenu de trois façons différentes, toutes en neutrons thermiques :

- Réaction (n,p) sur l'azote 14 ;
- Réaction (n, α) sur l'oxygène 17 ;
- Réaction (n, γ) sur le carbone 13.

3.3.1. Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en ^{14}C depuis 2008

La courbe suivante montre l'évolution des rejets gazeux en carbone 14 depuis 2008 :



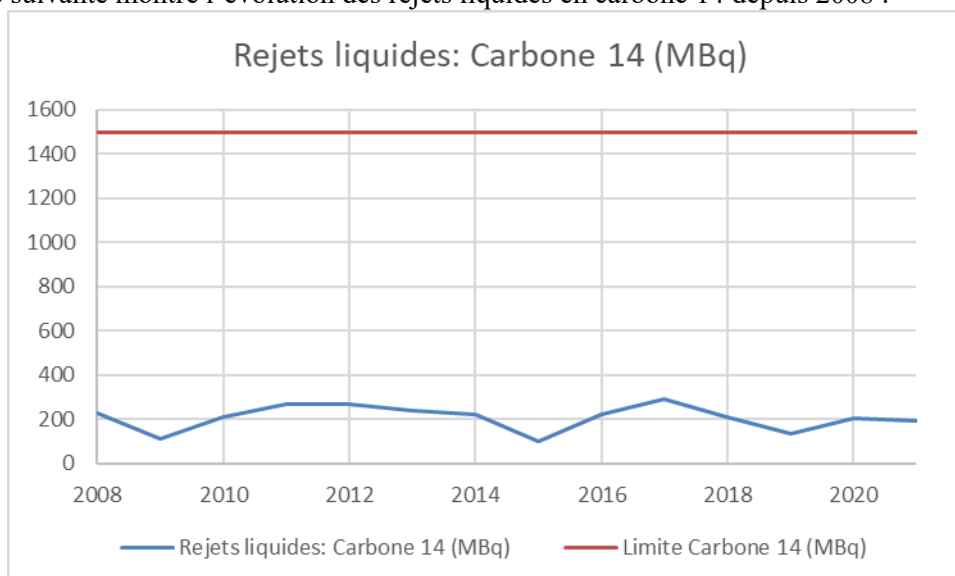
On constate que les rejets gazeux en carbone 14 ont chuté en 2014, puis remontent vers la valeur du début des années 2010. Ceci est dû au remplacement, en 2014, de l'eau lourde du RHF par de l'eau lourde « propre » issue du retraitement effectué à OPG au Canada. La valeur en carbone 14 contenue dans l'eau lourde est en train de revenir vers sa valeur de saturation, réacteur en fonctionnement en tenant compte des divers remplacements du gaz de couverture.

Ces rejets sont effectués lors du remplacement du gaz de couverture après les opérations de maintenance qui nécessitent l'ouverture du circuit primaire. En effet, les spécifications de pureté de l'hélium du gaz de couverture, teneur limitée en oxygène et en azote, nécessitent le remplacement de ce gaz de couverture avant redémarrage du réacteur. Le C14 étant essentiellement sous forme de CO_2 , il n'y a pas de technique de captation de ce carbone étant donné sa très faible concentration dans les rejets effectués par la cheminée de 45 m.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 15 à 35 % de la limite annuelle, la limite actuelle de 2 TBq reste bien adaptée pour les années à venir.

3.3.2. Retour d'expérience concernant les rejets liquides en ^{14}C depuis 2008

La courbe suivante montre l'évolution des rejets liquides en carbone 14 depuis 2008 :



Les rejets liquides en carbone 14 sont fonction des opérations d'exploitation nécessaires pour le fonctionnement et la maintenance du réacteur. Il n'existe pas de technique opérationnelle pour retirer ce carbone 14 étant donné sa très faible concentration.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 15 % de la limite annuelle et sachant que l'impact de ces rejets liquides est totalement négligeable devant celui des rejets gazeux (cf. §5), la limite actuelle de 1,5 GBq reste bien adaptée pour les années à venir.

3.4. Iodes

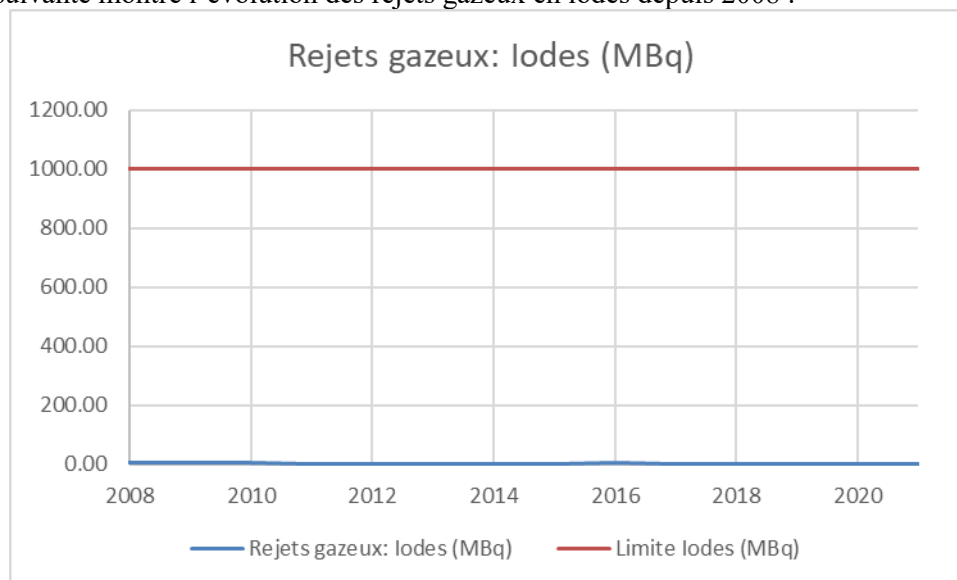
Les iodes sont des produits de fission. Seules deux sources sont possibles :

- Fission sur l'uranium de contamination des plaques ;
- Fission dans les cibles expérimentales.

La part qui provient de l'uranium de contamination des plaques est faible devant la part due aux cibles expérimentales : faible taux de sortie dans l'eau lourde, faible taux de sortie de l'eau du circuit primaire vers le ciel de couverture par rapport au gaz rare et pompage du gaz de couverture après décroissance en fin de cycle. L'iode détecté à la cheminée est clairement rattaché aux expériences qui se déroulent sur H9 principalement.

3.4.1. Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en iodes depuis 2008

La courbe suivante montre l'évolution des rejets gazeux en iodes depuis 2008 :



On constate que les rejets gazeux en iodes sont très faibles. Il faut d'ailleurs bien noter que les valeurs des rejets sont pour l'essentiel basées sur le seuil de décision de la mesure mais ne correspondent pas à des rejets réellement mesurés.

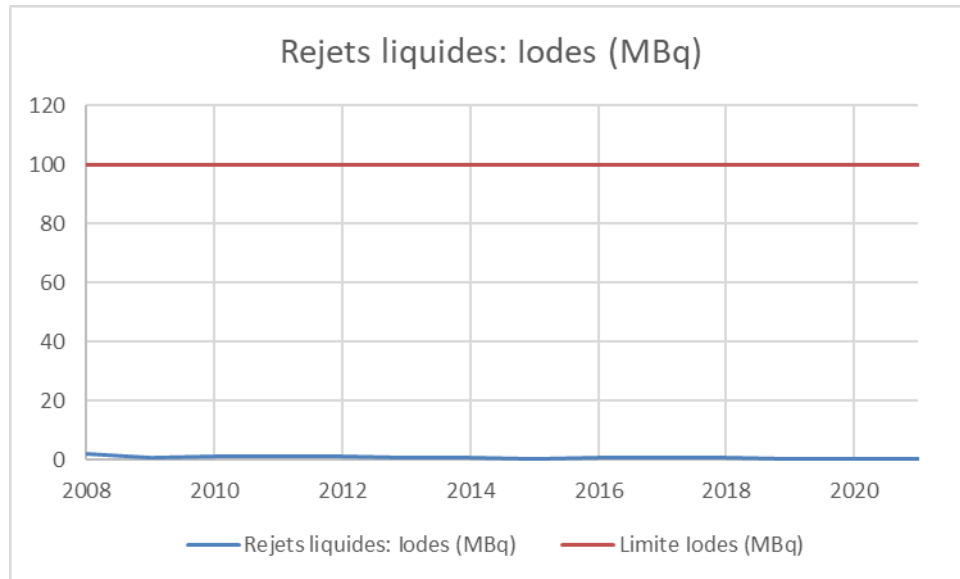
Cela est dû en particulier à la mise en place du TRD réacteur suite à l'exigence de l'arrêté rejet concernant les rejets concertés. L'iode venant principalement des sources utilisées sur H9, celui-ci est stocké dans le TRD et filtré avant rejet à la cheminée.

Sachant que les rejets représentent actuellement entre 1/100 et 1/1000 de la limite annuelle, la limite actuelle de 1 GBq peut être abaissée à 0,1 GBq.

Le spectre est supposé, de façon conservative pour le calcul d'impact, constitué de 100 % d'¹³¹I.

3.4.2. Retour d'expérience concernant les rejets liquides en iodes depuis 2008

La courbe suivante montre l'évolution des rejets liquides en iodes depuis 2008 :



On constate que les rejets liquides en iodes sont très faibles. Comme pour les rejets gazeux, il faut bien noter que les valeurs des rejets sont pour l'essentiel basées sur le seuil de décision de la mesure mais ne correspondent pas à des rejets réellement mesurés.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre du 1/100 de la limite annuelle, la limite actuelle de 0,1 GBq peut être abaissée à 0,01 GBq.

Le spectre est supposé, de façon conservatrice pour le calcul d'impact, constitué de 100 % d' ^{131}I .

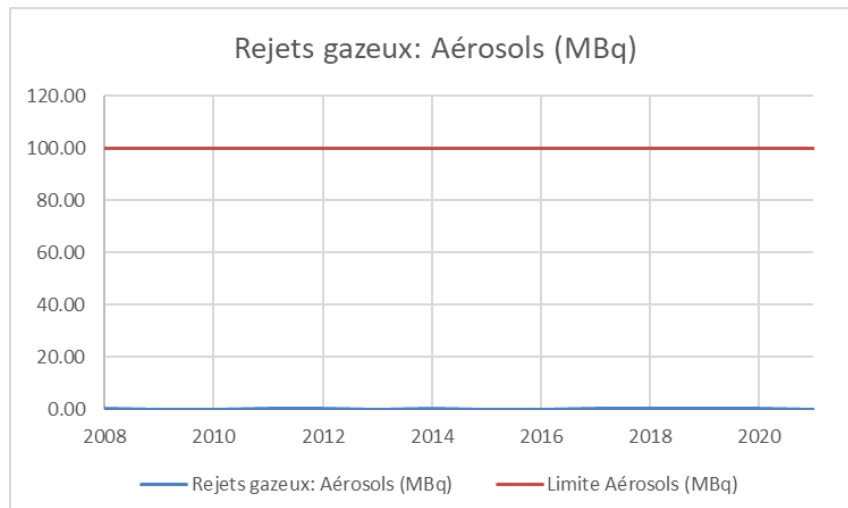
3.5. Aérosols et autres émetteurs β, γ

3.5.1. Retour d'expérience concernant les rejets gazeux en aérosols depuis 2008

Les rejets d'aérosols sont liés aux chantiers sur le circuit primaire et, dans une moindre mesure, sur les piscines. L'essentiel est lié aux chantiers sur les doigts de gant des canaux, qui sont régulièrement remplacés.

Les radioéléments détectés sont bien ceux de longue période, que l'on retrouve dans l'eau légère de la piscine et des canaux. Le radioélément prépondérant est alors le ^{60}Co .

La courbe suivante montre l'évolution des rejets gazeux en aérosols émetteurs bêta-gamma depuis 2008 :



On constate que les rejets gazeux en iodes sont très faibles. Il faut d'ailleurs bien noter que les valeurs des rejets sont pour l'essentiel basées sur le seuil de décision de la mesure mais ne correspondent pas à des rejets réellement mesurés.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 1/100 à 1/1000 de la limite annuelle, la limite actuelle de 0,1 GBq peut être abaissée à 0,01 GBq.

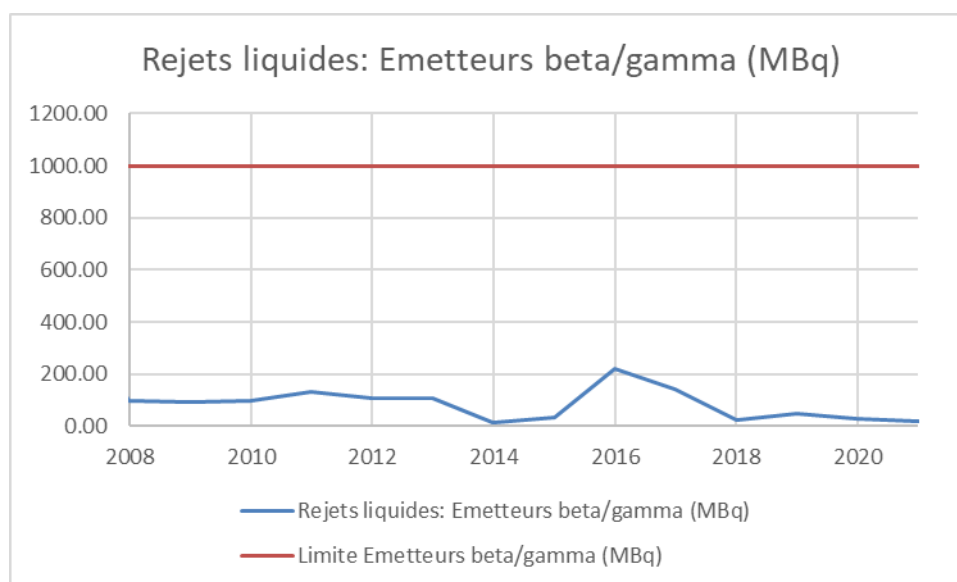
Le spectre est supposé, de façon conservative pour l'étude d'impact, constitué de 100 % de ^{60}Co .

3.5.2. Retour d'expérience concernant les rejets liquides en autres émetteurs β, γ autre que tritium, carbone 14 et iode depuis 2008

L'activité en Cobalt 60 mesurée dans la piscine et les canaux provient directement de l'activation en piscine des différents matériaux présents et également d'opérations effectuées sous eau qui peuvent générer une contamination de la piscine.

D'autres radioéléments que le cobalt 60 sont régulièrement détectés : ^{51}Cr , ^{58}Co , ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^{124}Sb , mais à un niveau d'activité inférieur. Ils sont tous de période relativement courte devant celle du cobalt 60. Ce spectre pouvant évoluer notablement, le spectre retenu sera constitué, de façon majorante, de 100 % de ^{60}Co dont on peut montrer que l'impact est alors enveloppe du spectre réel.

La courbe suivante montre l'évolution des rejets liquides en aérosols émetteurs bêta-gamma 2008 :



Sachant qu'une filtration 10 μm est en place à la sortie de la bache à effluents 827 RA 01, les meilleurs techniques disponibles à un coût acceptable sont bien d'ores et déjà en service.

Sachant que les rejets représentent actuellement de l'ordre de 10 % de la limite annuelle et sachant que l'impact de ces rejets liquides est totalement négligeable devant celui des rejets gazeux (cf. 5), la limite actuelle de 1 GBq reste bien adaptée pour les années à venir.

Le spectre est supposé, de façon conservative pour l'étude d'impact, constitué de 100 % de ^{60}Co .

4. Méthodologie des calculs d'impact radiologique

4.1. Outils de calcul

Les calculs d'impact des rejets radioactifs liquides et gazeux retenus sont réalisés à l'aide du code CERES 6.4.0 et ses modules Gascon (rejets gazeux) et Abricot (rejets liquides) bénéficiant des dernières mises à jour.

Ces codes, développés et maintenus par le CEA/DAM, sont reconnus et validés dans le domaine des calculs d'impact radiologiques en situations normales et accidentelles.

4.2. Groupes de référence

4.2.1. Localisation des groupes de référence

La rose des vents sur le site de l'ILL, moitié vent du nord allant sur la ville de GRENOBLE, moitié vent du sud allant sur la ville de SAINT-EGREVE, pour 85 % de temps venteux et 15 % de vent calme impliquant la ville de FONTAINE, la plus proche du site, ne permet pas de dégager de façon évidente un groupe de référence unique et implique par conséquent d'étudier l'impact sur chacune de ces localités (cf. Annexe 2 pour la localisation des localités et des points de calcul ; les points de référence étant les points numéroté 5 à 7).

Pour ces localités, le point d'observation choisi est placé de façon à se trouver au cœur même de la zone d'habitation, ceci garantissant une évaluation réaliste des doses reçues par l'ensemble des populations les composant.

Ces trois ensembles de populations étant constitués d'un grand nombre d'individus, les paramètres concernant les consommations annuelles par habitant sont issus des données nationales disponibles dans les différentes banques de données : AFSSA, INCA 1, CIBLEX et INCA 2. Les valeurs retenues in fine dans cette étude sont celles proposées par l'INERIS dans son rapport INERIS-DRC-14-141968-11173C du 23 juin 2017.

Les niveaux d'exposition des populations observées, pouvant apparaître dans les conditions normales de fonctionnement de chaque installation étudiée, sont donc statistiquement représentatifs de l'impact engendré sur l'ensemble des populations entourant le site de l'ILL.

Pour les rejets liquides, le groupe de référence est une population virtuelle vivant en aval du point de rejets liquides, soit équivalente à Saint Egrève.

4.2.2. Sensibilité à la localisation des Groupes de référence

En complément des calculs aux points de référence, des localisations de points de calculs plus proches des points de rejets gazeux ont été considérés pour estimer les variations des doses liées à la distance aux points de rejets, en particulier par rapport aux effets attribuables aux habitudes alimentaires.

Les points 1 à 4 de la carte en Annexe 2 ont été considérés en complément des points de référence 5 à 7.

Pour cette étude de sensibilité, les hypothèses d'autoconsommation sont «ILL-Général », le terme source correspond à 10% des rejets tritium via la cheminée de 17m.

Pour une étude d'impact visant une estimation enveloppe mais réaliste, il n'est pas jugé raisonnable de combiner à la fois une autoconsommation « ILL-AutoMax » et une proximité exceptionnelle.

A noté que cette étude de sensibilité ne s'applique qu'aux rejets puisque le calcul de l'impact des rejets liquide est indépendant de la distance au point de rejet.

Les tableaux en Annexe 8 présentent les résultats des points supplémentaires, comparés aux résultats de l'Annexe 5.

4.3. Habitudes alimentaires

Les rations alimentaires sont issues du rapport INERIS-DRC-14-141968-11173C du 23 juin 2017. Elles correspondent à la consommation moyenne pour les classes d'âge suivantes :

- Enfant de 1 à 3 ans ;
- Enfant de 6 à 11 ans ;
- Adulte de plus de 18 ans.

Pour chaque groupe de référence, Fontaine, Grenoble et Saint-Egrève, la part d'autoconsommation est celle de la population générale (valeur de gauche de la fourchette) dite « ILL-Général » et comparée à une hypothèse majorante d'autoconsommation dite « ILL-AutoMax ». La part d'autoconsommation « ILL-AutoMax » retenue est celle de la population agricole (valeur de droite de la fourchette).

Cette valeur est donc très pénalisante, y compris pour les personnes ayant un jardin, avec un potager et des arbres fruitiers. En effet, les données de l'INSEE (1994) pour l'autoconsommation dans le jardin, des seuls légumes, montrent que la part d'autoconsommation est située au milieu de la fourchette du tableau ci-dessous.

Consommation annuelle par personne en kg

Produits alimentaires	Enfants 1-3 ans	Enfants 6-11 ans	Adultes	Autoconsommation "ILL-Général" – "ILL-Automax"
tubercules	19	17	21	0,25 – 0,75
légumes feuilles	8	3,7	8,8	0,25 – 0,65
légumes racines	9,5	2,6	4,4	0,25 – 0,65
légumes fruits	15	23	40	0,25 – 0,65
fruits	19	33	58	0,10 – 0,30
Produits laitiers	150	110	77	0,04 – 0,30
bœuf (et autres)	11	12	17	0,03 – 0,35
porc	8	9,1	15	0,04 – 0,30
poulet (volaille)	4	6,2	12	0,2 – 0,75
œufs	4	3,7	5,5	0,15 – 0,60

Il faut bien noter que dans tous les calculs, les aliments de la part de consommation "locale" pour la population générale sont considérés comme étant produits en totale autarcie sur le lieu d'habitation ; ceci est beaucoup plus pénalisant que l'acceptation classique de la part locale, i.e. produit dans la région proche mais non pas dans son propre jardin.

Consommation annuelle par personne en kg

Produits alimentaires	Enfants 1-3 ans		Enfants 6-11 ans		Adultes	
	Population générale	Percentile* 95 et 99	Population générale	Percentile 95 et 99	Population générale	Percentile 95 et 99
Poisson (eau douce)	0,32	2,7	0,4	2,8	0,58	4,4
Eau	95	-	120	510	200	730

* le percentile 95 correspond à la consommation annuelle de poissons d'eau douce dans les foyers de pêcheurs amateurs. On suppose que tous ces poissons proviennent de l'Isère. Le percentile 99 correspond à la consommation d'eau du robinet.

Faute de données on suppose de façon très pénalisante que la consommation de poissons est exclusivement issue de l'Isère, donc contaminée. Rappelons que la consommation de poisson pêchés dans l'Isère est interdite en raison de la teneur élevée en PCB de celle-ci.

Pour l'eau du robinet on suppose que seule la population du groupe majorant boit de l'eau « puisée » dans l'Isère.

4.4. Termes sources retenus pour l'étude d'impact

Les calculs d'impact des rejets d'effluents radioactifs gazeux et liquides ont été menés en considérant un rejet annuel égal à la limite d'autorisation, éventuellement réduite sur la base du retour d'expérience, pour chacune des cinq catégories de radioéléments suivantes : tritium, gaz rares, carbone 14, iode et autres émetteurs β, γ (aérosols).

L'ILL ne rejetant pas d'émetteurs alpha, le rejet considéré pour cette étude d'impact est égal au seuil de décision imposé dans l'arrêté [1], soit 10^{-4} Bq.m⁻³ en aérosols alpha et 0,1 Bq.l⁻¹ en liquide, ces rejets étant supposés égaux à cette limite pendant toute l'année. Le calcul d'impact est conduit jusqu'à évaluation des doses efficaces annuelles susceptibles d'être reçues par les populations environnantes, ces doses traduisant le niveau des effets sanitaires des rejets.

4.4.1. Terme source retenus pour l'étude d'impact des rejets gazeux

Les exutoires retenus sont les cheminées 45m et 17m.

L'impact des rejets diffus, tels que dégazage des colis de déchets, n'est pas pris en compte car ils ne représentent qu'une fraction très faible des rejets annuels.

A titre d'exemple, en 2021 ; l'activité des rejets gazeux diffus était la suivante [2] :

Bâtiment	TBq			Commentaires (Nb de jours à PN)
	TRITIUM	C14	GAZ RARES	
ILL 21B	9,8E-05	-	-	-
ILL 27	1,5E-04	5,6E-06	-	-
ILL 7	-	1,3E-06	3,9E-02	137,93 JEPP
ILL 22	-	1,5E-06	4,5E-02	137,93 JEPP
TOTAL	2,5E-04	8,3E-06	8,4E-02	
% Autorisation annuelle par les cheminées	0,0003%	0,0004%	0,84%	

En conséquence, le terme source retenu correspond au limite annuelles maximales prescrites dans [1], modifiées selon les réductions proposées dans le §3.

Paramètre	Limite actuelle TBq/an [1]	Limite modifiée TBq/an
Tritium	75	75
Gaz rares	10	10
Carbone 14	2	2
Iodes	1.10-3	1.10-4
Autres alpha/béta	1.10-4	1.10-5

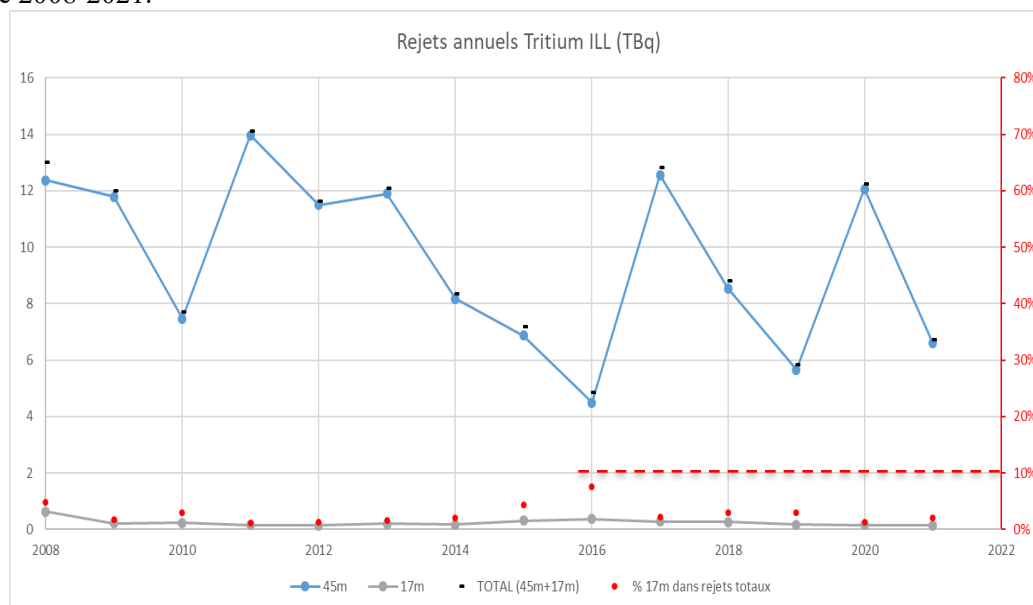
4.4.1.1 Terme source par points de rejets

Du point de vue de l'impact des rejets gazeux, la hauteur de rejets est un paramètre important car plus le rejet est effectué en hauteur, plus il est dispersé et amène à des concentrations volumiques et surfaciques plus faibles, et donc des doses intégrées plus faibles.

Il est proposé ici de modéliser une partie des rejets du terme source via la cheminée 17m ; et une comparaison à une modélisation ne considérant que la cheminée de 45m.

La cheminée 17m ne rejetant que du tritium, c'est la fraction de ce radionucléide qu'il convient d'établir.

Le graphique ci-dessous présente les rejets de tritium de l'ILL via les cheminées 45m et 17m sur la période 2008-2021.



En valeur, le rejet maximal en tritium depuis la cheminée de 17m est inférieur à 1TBq. Cependant, en fraction relative par rapports aux rejets annuel, la contribution maximale observée est proche de 8%.

Les termes sources de tritium retenus pour les calculs sont donc 75TBq (limite inchangée de [1]), dont 90% sont émis via la cheminée 45m (Chem Bât réac ILL) et 10% via la cheminée 17m (Chem Bât détri ILL).

Une contribution d'émetteur alpha est incluses sous forme de ^{238}Pu selon §4.4.

Les termes sources respectifs pour l'hypothèse « 10% du terme source tritium via la cheminée 17m » sont donc :

	Rejet 1 (Chem Bât réac ILL)	Rejet 2 (Chem Bât détri ILL)
Hauteur de rejet (m)	45	17
Rejet (Bq/an)		
Ar41	9.00E+12	
C14 CO2	2.00E+12	
Co60 (S)	1.00E+07	
HTO	6.75E+13	7.50E+12
I131aéro (F)	1.00E+08	
Pu238 (S)	1.50E+05	
Xe133	1.00E+12	

4.4.1.2 Sensibilité à la hauteur de rejet

Afin d'estimer l'effet de la modélisation consistant à ne retenir comme nique point de rejet la cheminée de 45m, en plus de l'hypothèse ci-dessus (10% du terme source tritium via la cheminée 17m), un calcul retenant 100% du terme source tritium via la cheminée 45m a également été effectué.

4.4.2. Terme source retenus pour l'étude d'impact des rejets liquides

L'exutoire de l'ILL pour ses rejets radioactifs est la station Egout Eaux Spéciales ILL4.

L'impact des composés radioactifs dans les autres rejets liquides, tels que la radioactivité naturelle mesurée dans les eaux pluviales, n'est pas pris en compte car il ne représente qu'une fraction très faible des rejets.

A titre d'exemple, en 2020 ; les concentrations mesurées dans les eaux pluviales étaient les suivantes [3] :

CONTROLE RADIOLOGIQUE DES EGOUTS
Eaux pluviales ILL 28 EP

ANNEE 2020	Date de prélèvement	BETA SOLUBLE	BETA INSOLUBLE	BETA GLOBAL	ALPHA GLOBAL	TRITIUM
Unités	Jour du mois	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l	Bq/l
Janvier	6	<3.40E-02	<3.40E-02	<6.80E-02	3.13E-02	<2.5E+00
Février	6	<3.30E-02	<3.30E-02	<6.60E-02	3.42E-02	<2.5E+00
Mars	4	6.90E-02	<3.30E-02	1.02E-01	4.18E-02	<2.4E+00
Avril	2	<3.40E-02	<3.40E-02	<6.80E-02	2.48E-02	<2.6E+00
Mai	7	6.90E-02	<3.20E-02	1.01E-01	2.39E-02	<2.6E+00
Juin	3	8.00E-02	<3.20E-02	1.12E-01	4.32E-02	<2.7E+00
Juillet	8	6.60E-02	<3.30E-02	9.90E-02	3.30E-02	<2.6E+00
Août	5	4.80E-02	<3.30E-02	8.10E-02	<1.32E-02	<2.6E+00
Septembre	3	<3.30E-02	<3.30E-02	<6.60E-02	3.40E-02	3.3E+00
Octobre	13	5.20E-02	<3.40E-02	9.00E-02	5.58E-02	<2.6E+00
Novembre	2	7.30E-02	<3.30E-02	1.06E-01	3.96E-02	<2.9E+00
Décembre	11	6.70E-02	<3.30E-02	1.00E-01	3.12E-02	<2.9E+00
Moyenne		5.48E-02	<3.31E-02	8.83E-02	3.38E-02	2.7E+00
Ecart-type		1.79E-02	6.69E-04	1.75E-02	1.08E-02	2.4E-01

En conséquence, le terme source retenu correspond au limite annuelles maximales prescrites dans [1], modifiées selon les réductions proposées dans le §3.

Paramètre	Limite actuelle TBq/an [1]	Limite modifiée TBq/an
Tritium	1	1
Carbone 14	1,5.10-3	1,5.10-3
Iodes	1.10-4	1.10-5
Autres alpha/béta	1.10-3	1.10-3

Une contribution d'émetteur alpha est incluses sous forme de ^{238}Pu selon §4.4.

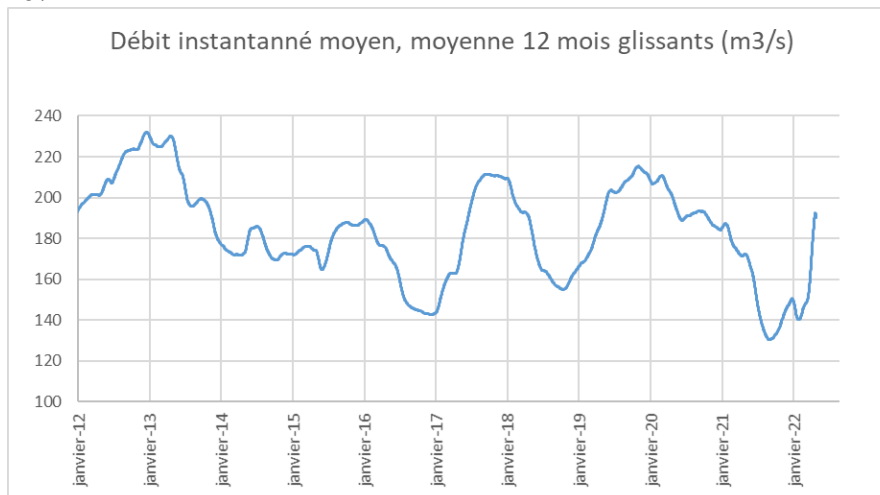
Soit le terme source modélisé indépendamment du débit du milieu récepteur ou des habitudes alimentaires :

Isotopes (Bq/an)	Classe Pulmonaire	Rejet direct
HTO		1.00E+12
C14 aérls	S	1.50E+09
I131aéro	F	1.00E+07
Co60	S	1.00E+09
Pu238	S	5.00E+05

4.4.2.1 Sensibilité au débit du milieu récepteur

Du point de vue de l'impact des rejets liquides, le débit du milieu récepteur est un paramètre important car, pour un même débit de rejet, plus le débit du milieu récepteur est élevé, plus le rejet est dilué, ce qui amène à des concentrations volumiques plus faibles, et donc des doses intégrées plus faibles.

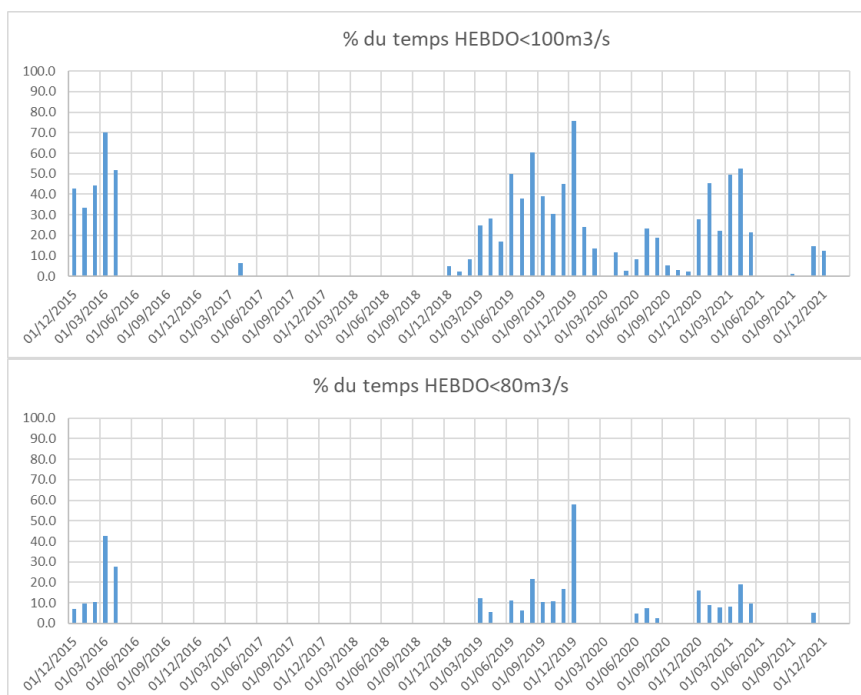
L'arrêté [1] impose un débit minimal de l'Isère pour autoriser le rejet de $100\text{m}^3/\text{s}$, comparé à une valeur historique de $187\text{m}^3/\text{s}$.



Afin d'évaluer l'effet de ce paramètre, il est proposé ici de modéliser les rejets dans un milieu récepteur à plusieurs valeurs de débit moyen.

Le retour d'expérience a mis en évidence que le débit instantané de l'Isère est fréquemment inférieur à la limite des $100\text{m}^3/\text{s}$.

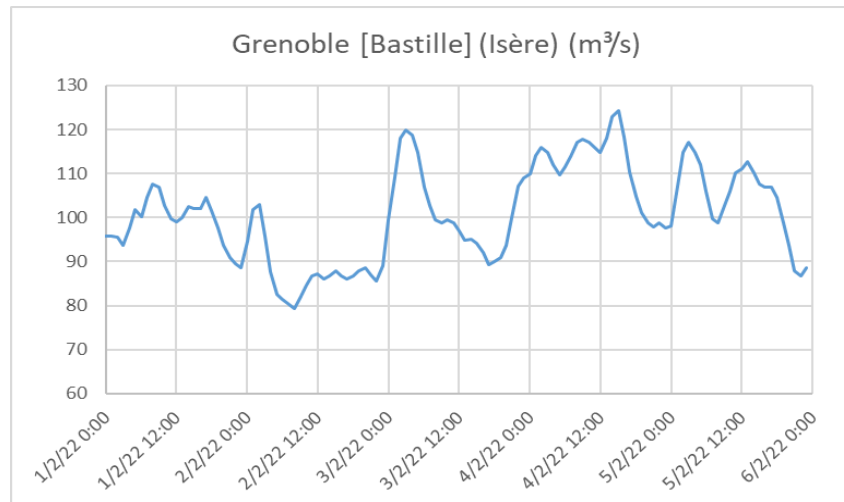
Les graphiques suivants présentent, sur la période 2016-2021, par semaine, la fraction du temps où le débit de l'Isère a été mesuré en dessous de $100\text{m}^3/\text{s}$ et $80\text{m}^3/\text{s}$ respectivement.



Sur cette période, le débit était inférieur à $100\text{m}^3/\text{s}$ 14.6% du temps, et inférieur à $80\text{m}^3/\text{s}$ 4.5% du temps.

D'autre part, un rejet peut durer jusqu'à 10h. Sur cette durée, même lorsque la valeur moyenne reste proche de $100\text{m}^3/\text{s}$, les variations naturelles peuvent le faire rapidement diminuer en dessous de cette valeur, ce qui en pratique force à interrompre le rejet. La préparation à la reprise du rejet pouvant également prendre plusieurs heures, il n'est pas garanti qu'une fois en mesure de reprendre le rejet, le débit soit à nouveau à un niveau suffisant.

A titre d'exemple, le graphique suivant présente les variations du débit de l'Isère sur la première semaine de février 2022.



Enfin, le retour d'expérience récent a mis en évidence que les conditions de débits peuvent perdurer à des valeurs très basse, de l'ordre de $60\text{m}^3/\text{s}$. Ces conditions ont amené l'ILL à faire une demande d'accord préalable avant rejet [4].

Les valeurs de débits moyen du milieu récepteur des rejets liquides retenues sont donc $187\text{m}^3/\text{s}$, $100\text{m}^3/\text{s}$, $80\text{m}^3/\text{s}$ et $60\text{m}^3/\text{s}$.

4.5. Hypothèses générales de calcul d'impact radiologiques des rejets gazeux

Afin de donner une vue complète de l'impact radiologique maximum des rejets des installations, les hypothèses suivantes ont été prises pour chaque installation :

- Les rejets sont supposés être constants et à la limite de l'autorisation annuelle de rejet demandée pour chaque installation, ceci tout au long des 70 années de rejets envisagées ;
- L'émissaire de rejet est la cheminée de 45 m. et la cheminée de la détritiation de 17 m, avec une étude de sensibilité décrite dans le §4.4.1.2 ;
- Les expositions sont calculées pour l'incorporation de radionucléides et l'exposition externe aux rayonnements pendant une année ;
- Pour chaque groupe de population, les calculs sont effectués pour l'adulte, l'enfant (10 ans) et le très jeune enfant (1 à 2 an) pour tenir compte de la diversité des habitudes alimentaires et de la radiosensibilité de chacun, avec les deux hypothèses d'autoconsommation décrites dans le §4.3 ;
- L'impact radiologique pouvant augmenter avec le temps, en raison de l'accumulation de certains radionucléides dans les sols, les calculs sont effectués suite à la 1ère année, la 50ème et la 70ème année de fonctionnement de l'installation ;
- Pour le cas de l'exposition interne par incorporation, le calcul de la dose est intégré jusqu'à disparition physique et/ou biologique des radionucléides ou sur une durée de 50 ans pour l'adulte et 70 ans pour l'enfant et le bébé ;
- Les caractéristiques physiques des radionucléides, les facteurs de conversion en dose efficace (facteurs de dose, facteurs de transfert sol-plante, facteurs de translocation, facteurs de transfert aux produits d'origine animale), les facteurs relatifs à l'incorporation, utilisés par le code GASCON et qui permettent de quantifier l'exposition à partir des activités de l'air, de la surface du sol et des aliments sont issus des documents cités en référence dans ce code

- Dans toutes les études, le tritium est supposé rejeté en totalité sous forme d'eau tritiée (hypothèse pénalisante) et la forme chimique du tritium, hydrogène ou eau, est prise en compte en raison des différences importantes existant tant dans le comportement physique, pédologique que biologique.

Les hypothèses de calcul communes utilisées par le module GASCON du code CERES sont présentées en Annexe 3. Les fichiers détaillés d'entrée et de sorties sont présentés en pièce jointe en Annexe 9.

4.6. Hypothèses générales de calcul d'impact radiologiques des rejets liquides

Comme dans le cas des rejets gazeux, afin de donner une vue complète de l'impact radiologique maximal des rejets liquides, les hypothèses suivantes sont prises :

- Les rejets sont supposés être constants et à la limite de l'autorisation annuelle de rejet demandée pour chaque installation, tout au long de 70 années de fonctionnement.
- Les calculs sont effectués pour l'adulte, l'enfant (10 ans), et le très jeune enfant (1 à 2 ans) , avec les deux hypothèses d'autoconsommation décrites dans le §4.3.
- Pour tenir compte de l'accumulation de certains radionucléides dans les sols, les calculs sont effectués la 70ème année.
- Les données, relatives aux calculs de l'exposition à partir de l'activité incorporée ou des dépôts, proviennent des mêmes sources que celles utilisées pour les rejets gazeux.
- On suppose que l'activité volumique de l'eau de l'Isère est immédiatement homogène : la dilution est faite dans un débit moyen selon l'étude de sensibilité décrite dans le §4.4.2.1. Cette activité volumique reste constante dans tout le calcul : on néglige donc tous les appauvrissements possibles, en particulier ceux par transfert et dilution dans la nappe phréatique.

Les hypothèses de calcul communes utilisées par le module ABRICOT du code CERES sont présentées en Annexe 4. Les fichiers détaillés d'entrée et de sorties sont présentés en pièce jointe en Annexe 9.

5. IMPACTS RADIOLOGIQUES DES REJETS DE L'ILL

5.1. Impacts radiologiques des rejets gazeux

Les Annexe 5 et Annexe 6 présentent les résultats respectivement :

- Avec l'hypothèses de 10% du terme source tritium via la cheminée 17m, pour des autoconsommation générales et maximales,
- Avec l'hypothèses de 100% du terme source tritium via la cheminée 45m, pour des autoconsommation générales et maximales.

L'Annexe 8 présente les résultats de l'étude de sensibilité à la localisation des groupes de référence.

L'effet de la hauteur de rejets à 100% depuis la cheminée 45m ou à 90% et 10% depuis la cheminée 17m est du même ordre de grandeur.

Comme déjà observé, l'effet prépondérant est lié aux habitudes d'autoconsommation. Une autoconsommation maximale double voire triple la dose annuelle totale par rapport à une autoconsommation déjà considérée comme conservative.

La variabilité entre les groupes de référence (Grenoble, Saint Egrève, Fontaine) et les points plus rapprochés des points de rejets est de l'ordre de celle relevant des habitudes alimentaires. Il est donc peu utile de poursuivre une étude de sensibilité visant à définir des coordonnées plus fines d'un groupe de référence plus particulier au sein de chacune de ses localités.

5.2. Impacts radiologiques des rejets liquides

L'Annexe 7 présente les résultats respectivement :

- Avec l'hypothèses de 187m³/s, pour des autoconsommation générales et maximales
- Avec l'hypothèses de 100m³/s, pour des autoconsommation générales et maximales,

- Avec l'hypothèse de $80\text{m}^3/\text{s}$, pour des autoconsommations générales et maximales,
- Avec l'hypothèse de $60\text{m}^3/\text{s}$, pour des autoconsommations générales et maximales.

L'abaissement des limites de rejets contribue peu à la réduction de la dose annuelle. On notera d'ailleurs une légère augmentation de la dose calculée, ce qui suggère que les données physiques du module Abricot ont été mis à jour de manière à rendre plus conservatrices les doses estimées.

L'effet du débit du milieu récepteur sur la dose efficace est un effet proportionnel. Ceci est compréhensible car les concentrations des radionucléides obtenus dans le milieu après dilution sont directement proportionnels aux ratios des débits de rejet et débits du milieu récepteur.

Comme déjà observé, l'effet prépondérant est lié aux habitudes d'autoconsommation. Une autoconsommation maximale augmente la dose annuelle d'un facteur 7 par rapport à une autoconsommation déjà considérée comme conservative.

6. CONCLUSION

Les impacts radiologiques des rejets liquides et gazeux de l'ILL ont été calculés :

- à l'aide du code CERES 6.4.0,
- avec des termes sources prenant en compte le retour d'expérience depuis la mise en application de [1],
- avec des hypothèses pénalisantes du point de vue :
 - o des autoconsommations alimentaires,
 - o des hauteurs de rejets des effluents gazeux,
 - o des débits du milieu récepteur pour les effluents liquides.

Les résultats représentatifs, sont :

Pour les rejets gazeux :

FONTAINE	Autoconsommation Maximale		
Dose annuelle totale (mSv/an)	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	3.00E-03	1.70E-03	1.70E-03
Après 50 ans de rejet	3.40E-03	2.00E-03	1.90E-03
Après 70 ans de rejet	3.40E-03	2.00E-03	2.00E-03

Pour les rejets liquides :

Débit de l'Isère = $80\text{m}^3/\text{s}$	Autoconsommation Maximale		
Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	1.10E-03	5.50E-04	6.20E-04
Dose annuelle après 50 ans	1.10E-03	5.50E-04	6.30E-04
Dose annuelle après 70 ans	1.10E-03	5.50E-04	6.30E-04

Débit de l'Isère = $60\text{m}^3/\text{s}$	Autoconsommation Maximale		
Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	1.40E-03	7.30E-04	8.30E-04
Dose annuelle après 50 ans	1.40E-03	7.40E-04	8.40E-04
Dose annuelle après 70 ans	1.40E-03	7.40E-04	8.40E-04

L'effet des hypothèses d'autoconsommation est enveloppé par rapport à celui de la hauteur de rejet, le débit du milieu récepteur ou la position exacte du groupe de référence.

Les fichiers de calculs et de résultats sont rassemblés en Annexe 9

Annexe 1 Hypothèses d'autoconsommation

Autoconsommation Générale	
Enfant de 1 à 2 ans	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	95
Salade	2
Carottes	2.4
P. de terre	4.7
Tomates	3.7
Pommes	1.9
Viande (Bovin)	0.3
Chair (Poisson)	0.3
Viande (Porc)	0.3
Oeuf (Poule)	0.6
Viande (Poule)	0.8
Lait (Vache laitière)	5.8

Autoconsommation Maximale	
Enfant de 1 à 2 ans	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	380
Salade	5.2
Carottes	6.2
P. de terre	14
Tomates	9.5
Pommes	5.8
Viande (Bovin)	4
Chair (Poisson)	2.7
Viande (Porc)	2.4
Oeuf (Poule)	2.4
Viande (Poule)	3
Lait (Vache laitière)	44

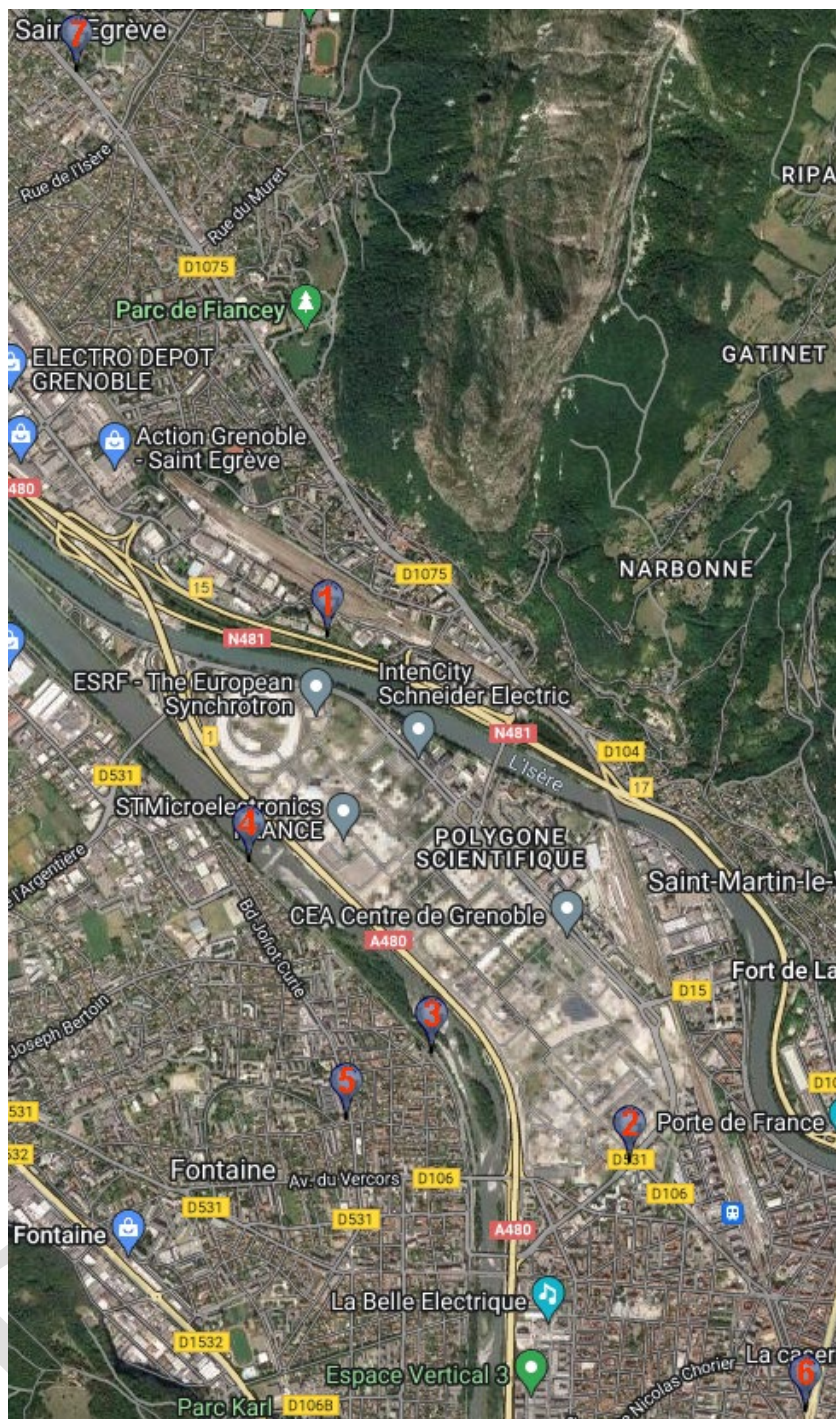
Autoconsommation Générale	
Enfant de 10 ans	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	120
Salade	0.9
Carottes	0.6
P. de terre	4.2
Tomates	5.8
Pommes	3.3
Viande (Bovin)	0.4
Chair (Poisson)	0.4
Viande (Porc)	0.4
Oeuf (Poule)	0.6
Viande (Poule)	1.2
Lait (Vache laitière)	4.5

Autoconsommation Maximale	
Enfant de 10 ans	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	510
Salade	2.4
Carottes	1.7
P. de terre	13
Tomates	15
Pommes	9.9
Viande (Bovin)	4.1
Chair (Poisson)	2.8
Viande (Porc)	2.7
Oeuf (Poule)	2.2
Viande (Poule)	4.7
Lait (Vache laitière)	34

Autoconsommation Générale	
Adulte	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	200
Salade	2.2
Carottes	1.1
P. de terre	5.3
Tomates	10
Pommes	5.8
Viande (Bovin)	0.5
Chair (Poisson)	0.6
Viande (Porc)	0.6
Oeuf (Poule)	0.8
Viande (Poule)	2.3
Lait (Vache laitière)	3.1

Autoconsommation Maximale	
Adulte	Consommation (kg/an)
Eau de boisson	730
Salade	5.7
Carottes	2.8
P. de terre	16
Tomates	26
Pommes	18
Viande (Bovin)	6
Chair (Poisson)	4.4
Viande (Porc)	4.4
Oeuf (Poule)	3.3
Viande (Poule)	8.8
Lait (Vache laitière)	23

Annexe 2 Cartes des points de calculs



Points de calculs utilisés pour l'étude de sensibilité (Annexe 8)

- 1 : R1-Saint Egrève
- 2 : R2- Grenoble
- 3 : R3-Fontaine
- 4 :R4-Fontaine

Point de calculs de référence :

- 5 : Fontaine
- 6 : Grenoble
- 7 : Saint Egrève

Coordonnées Lambert II étendu			
Point	Nom	x	y
1	R1-Saint-Egrève	863693	2029086
2	R2-Grenoble	864972	2027063
3	R3-Fontaine	864171	2027462
4	R4-Fontaine	863420	2028180
5	Fontaine	863847	2027186
6	Grenoble	865709	2026114
7	Saint Egrève	862608	2031264

Annexe 3 Données d'entrée communes aux calculs d'impact des rejets gazeux

Coordonnées des points d'impact

Repère de coordonnées relatives

Origine du repère : Chem Bât réac ILL (863662, 2028394)

Nom	X (m)	Y (m)	Distance par rapport au point origine (m)	Azimut (°)
FONTAINE	185	-1208	1222	171
GRENOBLE	2047	-2280	3064	138
Saint-Egrève	-1054	2870	3057	340

Utilisation de la biosphère aux groupes de référence

GRENOBLE	GRENOBLE	GRENOBLE	GRENOBLE
Taux de présence	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits jardin	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de fruits	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits animaux	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de céréales	100 %	0 %	0 %

SAINT EGREVE	Saint-Egrève	Saint-Egrève	Saint-Egrève
Taux de présence	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits jardin	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de fruits	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits animaux	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de céréales	100 %	0 %	0 %

FONTAINE	FONTAINE	FONTAINE	FONTAINE
Taux de présence	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits jardin	100 %	0 %	0 %

Taux de consommation de fruits	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de produits animaux	100 %	0 %	0 %
Taux de consommation de céréales	100 %	0 %	0 %

Instants de calcul

1 an
50 ans
70 ans

Débits respiratoires (m3.h-1)

Classe d'âge	Débit Respiratoire
Enfant de 1 à 2 ans	0.22
Enfant de 10 ans	0.64
Adulte	0.96

Filiations prises en compte dans les calculs

Père	Fils	Rapport d'embranchement
I131aéro	Xe131m	0.0108619
Pu238	U234	1
U234	Th230	1

Caractéristiques des isotopes

Période radioactive, vitesse de dépôt, coefficients de dose externe

Isotopes	Période radioactive (secondes)	Vitesse de dépôt sec au sol (m/s)	Irradiation panache ((Sv/s)/(Bq/m3))	Irradiation dépôt ((Sv/s)/(Bq/m2))
Ar41	6.58E+03		6.50E-14	
C14 CO2	1.80E+11	1.00E-04	2.24E-19	1.61E-20
Co60	1.66E+08	5.00E-03	1.26E-13	2.35E-15
HTO	3.89E+08	3.00E-03	0.00E+00	0.00E+00
I131aéro	6.93E+05	5.00E-03	1.82E-14	3.76E-16
OBT	3.89E+08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	2.77E+09	5.00E-03	4.88E-18	8.38E-19

Th230	2.38E+12	5.00E-03	1.74E-17	7.50E-19
U234	7.75E+12	5.00E-03	7.63E-18	7.48E-19
Xe131m	1.03E+06		3.89E-16	
Xe133	4.53E+05		1.56E-15	

Coefficient de dose efficace

Isotopes	Solubilité	Granulométrie (µm)	Inhalation - Efficace (Sv/Bq)			Ingestion - Efficace (Sv/Bq)		
			Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 à 2 ans	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 à 2 ans
C14 CO2			6.20E-12	8.90E-12	1.90E-11	5.80E-10	8.00E-10	1.60E-09
Co60	S	1	3.10E-08	4.00E-08	8.60E-08	3.40E-09	1.10E-08	2.70E-08
HTO			1.80E-11	2.30E-11	4.80E-11	1.80E-11	2.30E-11	4.80E-11
I131aéro	F	1	7.40E-09	1.90E-08	7.20E-08	2.20E-08	5.20E-08	1.80E-07
OBT			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	1.20E-10
Pu238	S	1	1.60E-05	1.90E-05	4.00E-05	2.30E-07	2.40E-07	4.00E-07
Th230	S	1	1.40E-05	1.60E-05	3.50E-05	2.10E-07	2.40E-07	4.10E-07
U234	M	1	3.50E-06	4.80E-06	1.10E-05	4.90E-08	7.40E-08	1.30E-07

Facteur de transfert sol/plante (Bq/kg de végétal frais)/(Bq/kg de sol sec)

Isotopes	Salade	Carottes	P. de terre	Tomates	Pommes
C14 CO2	1.25E-01	1.25E-01	1.25E-01	1.25E-01	0.00E+00
Co60	1.20E-02	1.04E-02	4.41E-03	8.40E-03	4.80E-03
HTO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I131aéro	3.28E-04	7.52E-04	2.10E-02	6.00E-03	6.30E-03
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	2.24E-05	6.24E-05	3.15E-05	3.72E-06	8.00E-06
Th230	6.88E-05	1.76E-04	5.25E-05	1.20E-05	0.00E+00
U234	3.44E-03	4.00E-03	5.88E-03	1.38E-03	0.00E+00

Isotopes	Foin	Herbe	Maïs four.
C14 CO2	1.25E-01	1.25E-01	1.25E-01
Co60	1.34E-01	1.70E-03	1.55E-02
HTO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I131aéro	2.92E-03	3.70E-04	1.12E-04
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.26E-04	3.00E-05	1.61E-05
Th230	3.32E-02	9.90E-03	5.58E-04
U234	7.74E-03	7.20E-03	2.42E-03

Facteur de translocation (sans dimension)

Isotopes	Salade	Carottes	P. de terre	Tomates	Pommes
C14 CO2	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Co60	1.00E+00	8.00E-02	8.00E-02	1.00E-01	1.00E-01
HTO	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I131aéro	1.00E+00	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.00E+00	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02	3.00E-06
Th230	1.00E+00	1.00E-03	1.00E-03	2.00E-02	2.00E-02
U234	1.00E+00	1.00E-03	1.00E-03	2.00E-02	2.00E-02

Isotopes	Foin	Herbe	Maïs four.
C14 CO2	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Co60	1.00E+00	1.00E+00	2.80E-02
HTO	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I131aéro	1.00E+00	1.00E+00	1.00E-01
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.00E+00	1.00E+00	1.00E-02
Th230	1.00E+00	1.00E+00	2.00E-02
U234	1.00E+00	1.00E+00	2.00E-02

Facteur de transfert aux produits animaux (j/kg)

Isotopes	Viande (Bovin)	Viande (Porc)	Oeuf (Poule)	Viande (Poule)	Lait (Vache laitière)
C14 CO2	1.20E-01	5.80E-01	2.30E+01	2.30E+01	5.00E-02
Co60	4.30E-04	2.00E-03	3.30E-02	9.70E-01	1.10E-04
HTO	2.90E-02	1.40E-01	5.80E+00	5.80E+00	1.50E-02
I131aéro	6.70E-03	4.10E-02	2.40E+00	8.70E-03	5.40E-03
OBT	2.90E-02	1.40E-01	5.80E+00	5.80E+00	1.50E-02
Pu238	1.10E-06	8.00E-05	1.20E-03	3.00E-03	1.00E-05
Th230	2.30E-04	1.00E-02	1.80E-01	4.00E-03	5.00E-06
U234	3.90E-04	4.40E-02	1.10E+00	7.50E-01	1.80E-03

Caractéristiques de la biosphère**Ration alimentaire des animaux****Consommations annuelles des animaux (kg/an)*****GRENOBLE***

	Bovin	Porc	Poule	Vache laitière
Herbe	6280.00	0.00	0.00	6280.00
Maïs four.	8400.00	1100.00	43.90	8400.00
Foin	239.00	0.00	0.00	239.00

SAINT EGREVE

	Bovin	Porc	Poule	Vache laitière
Herbe	6280.00	0.00	0.00	6280.00
Maïs four.	8400.00	1100.00	43.90	8400.00
Foin	239.00	0.00	0.00	239.00

FONTAINE

	Bovin	Porc	Poule	Vache laitière
Herbe	6280.00	0.00	0.00	6280.00
Maïs four.	8400.00	1100.00	43.90	8400.00
Foin	239.00	0.00	0.00	239.00

Caractéristiques des cultures consommées par les groupes de référence**GRENOBLE**

	Rendement (kg/m2)	Durée récolte (j)	Date récolte (j)	Début de consommation (j)	Fin de consommation (j)	Rapport de surface (-)	Indice foliaire (-)	Fraction de matière sèche (-)	Surface des cultures (m2)	Systèmes agricoles
Foin	1	42	-	-	-	1	3	0.79	100	Champ
Herbe	0.7	42	-	-	-	1	3	0.1	100	Pâturage
Salade	3	42	-	-	-	1	2	0.08	100	Jardin
Carottes	3	-	30	30	180	0	2	0.16	100	Jardin
P. de terre	2.5	-	30	30	180	0	2	0.21	100	Champ
Tomates	3	30	-	-	-	0.1	2	0.06	100	Jardin
Pommes	2	-	30	30	60	0.05	0.1	0.16	100	Vergers
Maïs four.	0.8	30	-	-	-	0.01	7	0.86	100	Champ

SAINT EGREVE

	Rendement (kg/m2)	Durée récolte (j)	Date récolte (j)	Début de consommation (j)	Fin de consommation (j)	Rapport de surface (-)	Indice foliaire (-)	Fraction de matière sèche (-)	Surface des cultures (m2)	Systèmes agricoles
Foin	1	42	-	-	-	1	3	0.79	100	Champ
Herbe	0.7	42	-	-	-	1	3	0.1	100	Pâturage
Salade	3	42	-	-	-	1	2	0.08	100	Jardin
Carottes	3	-	30	30	180	0	2	0.16	100	Jardin

	Rendement (kg/m ²)	Durée récolte (j)	Date récolte (j)	Début de consommation (j)	Fin de consommation (j)	Rapport de surface (-)	Indice foliaire (-)	Fraction de matière sèche (-)	Surface des cultures (m ²)	Systèmes agricoles
P. de terre	2.5	-	30	30	180	0	2	0.21	100	Champ
Tomates	3	30	-	-	-	0.1	2	0.06	100	Jardin
Pommes	2	-	30	30	60	0.05	0.1	0.16	100	Vergers
Maïs four.	0.8	30	-	-	-	0.01	7	0.86	100	Champ

FONTAINE

	Rendement (kg/m ²)	Durée récolte (j)	Date récolte (j)	Début de consommation (j)	Fin de consommation (j)	Rapport de surface (-)	Indice foliaire (-)	Fraction de matière sèche (-)	Surface des cultures (m ²)	Systèmes agricoles
Foin	1	42	-	-	-	1	3	0.79	100	Champ
Herbe	0.7	42	-	-	-	1	3	0.1	100	Pâturage
Salade	3	42	-	-	-	1	2	0.08	100	Jardin
Carottes	3	-	30	30	180	0	2	0.16	100	Jardin
P. de terre	2.5	-	30	30	180	0	2	0.21	100	Champ
Tomates	3	30	-	-	-	0.1	2	0.06	100	Jardin
Pommes	2	-	30	30	60	0.05	0.1	0.16	100	Vergers
Maïs four.	0.8	30	-	-	-	0.01	7	0.86	100	Champ

Données sol

Groupe référence	Profondeur jardin (cm)	Masse volumique jardin (kg/m ³)	Pluie efficace jardin (mm/an)	Fraction Argile	Fraction Limon	Fraction Sable	Fraction Matière Organique	Irrigation jardin (mm/an)
GRENOBLE	20	1400	600	0.2	0.4	0.37	0.03	0
SAINT EGREVE	20	1400	600	0.2	0.4	0.37	0.03	0
FONTAINE	20	1400	600	0.2	0.4	0.37	0.03	0

Conditions météo

Conditions de diffusion : Diffusion Faible (Répartition en pour mille)										
Secteur (°) \ Vitesse représentative (m/s)	0.3	0.7	1	2	3	5	7	12	17	25
0	0.8	1.2	2.9	3.5	4.0	7.3	7.5	1.2	0.1	0.0
20	0.2	0.3	0.6	0.7	0.7	1.3	1.2	0.3	0.0	0.0
40	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0
60	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0
80	0.2	0.3	0.5	0.5	0.7	1.4	1.3	0.3	0.0	0.0
100	0.5	0.8	1.9	2.2	2.7	5.7	5.6	1.0	0.1	0.0
120	1.5	2.2	5.5	6.6	7.2	13.5	12.0	1.8	0.1	0.0
140	3.4	4.6	10.9	11.7	13.1	25.2	23.7	3.2	0.3	0.0
160	1.7	2.3	5.3	5.6	6.0	11.6	12.8	2.5	0.3	0.0
180	0.3	0.6	1.2	1.2	1.2	2.1	2.1	0.4	0.0	0.0
200	0.1	0.2	0.5	0.5	0.4	0.7	0.7	0.1	0.0	0.0
220	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.0	0.0
240	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.0	0.0
260	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.9	0.8	0.2	0.0	0.0
280	0.2	0.3	0.9	0.8	0.9	1.6	1.7	0.3	0.0	0.0
300	0.6	1.2	3.1	4.0	4.7	8.9	10.6	1.6	0.1	0.0
320	2.2	4.0	8.6	10.2	12.0	23.2	26.9	3.8	0.1	0.0
340	1.9	3.1	7.5	9.0	10.1	19.4	21.9	3.2	0.1	0.0
Total (%)	1.4	2.2	5.1	5.8	6.5	12.5	13.1	2.0	0.1	0.0

Conditions de diffusion : Diffusion Normale sec (Répartition en pour mille)										
Secteur (°) \ Vitesse représentative (m/s)	0.3	0.7	1	2	3	5	7	12	17	25
0	0.8	1.0	2.4	2.8	3.2	6.6	6.1	0.8	0.0	0.0
20	0.2	0.3	0.6	0.6	0.7	1.4	1.1	0.1	0.0	0.0
40	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0
60	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0
80	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.9	0.8	0.1	0.0	0.0
100	0.4	0.7	1.4	1.5	2.0	3.7	3.5	0.4	0.0	0.0
120	1.2	1.7	4.3	4.4	4.9	8.8	6.9	0.5	0.0	0.0
140	3.2	4.2	9.7	10.1	10.6	19.2	15.7	1.1	0.0	0.1
160	1.5	2.4	5.5	5.5	5.6	10.9	10.0	0.8	0.1	0.1
180	0.4	0.6	1.4	1.3	1.3	2.2	2.0	0.2	0.0	0.0
200	0.2	0.2	0.5	0.4	0.4	0.7	0.6	0.1	0.0	0.0
220	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0
240	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0
260	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.9	1.0	0.1	0.0	0.0
280	0.3	0.5	1.1	1.0	1.0	1.9	2.0	0.2	0.0	0.0
300	0.9	1.6	3.8	4.5	5.1	10.7	15.2	1.9	0.0	0.0
320	2.4	3.8	8.9	10.1	11.3	25.0	32.5	4.3	0.1	0.0
340	2.4	3.6	8.3	8.8	10.1	20.6	22.3	2.6	0.0	0.0
Total (%)	1.5	2.2	5.0	5.3	5.8	11.5	12.1	1.3	0.0	0.0

Conditions de diffusion : Diffusion Normale Pluie (Répartition en pour mille)										
Secteur (°) \ Vitesse représentative (m/s)	0.3	0.7	1	2	3	5	7	12	17	25
0	0.2	0.3	0.7	0.9	0.9	1.7	1.9	0.4	0.0	0.0

Conditions de diffusion : Diffusion Normale Pluie (Répartition en pour mille)										
20	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0
100	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.7	0.2	0.0	0.0
120	0.2	0.2	0.7	0.7	0.7	1.5	1.3	0.3	0.0	0.0
140	0.4	0.5	1.2	1.3	1.5	2.8	3.1	0.7	0.1	0.0
160	0.2	0.4	0.9	0.9	1.0	1.9	2.1	0.5	0.0	0.0
180	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
260	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
280	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0
300	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.2	0.0	0.0
320	0.3	0.5	1.0	1.2	1.2	2.4	2.7	0.5	0.0	0.0
340	0.2	0.4	0.9	1.1	1.3	2.4	3.0	0.5	0.0	0.0
Total (%)	0.2	0.3	0.7	0.7	0.8	1.5	1.7	0.4	0.0	0.0

Hauteur de pluie annuelle	mm/an	1200
Nombre de jours de pluie	j/an	192
Température de l'air	°C	19
Humidité relative de l'air	%	70

Versions

Gascon version CERES : 6.4.0

Version Données DC : 6.19.0

Données Site : ILL-GÉNÉRAL : 6.9.1 / : ILL-AUTOMAX : 6.11.1

Annexe 4 Données d'entrée communes aux calculs d'impact des rejets liquides

Consommation alimentaire

Origine des consommations

Systèmes agricoles	Champ	Jardin	Pâture	Verger
Pluie Efficace	600 "ILL-Général" / 300 "ILL-AutoMax"			
Sites de production d'eau	Isère	Isère	Isère	Isère
Débit (m3/an)	Cf §4.4.2.1	Cf §4.4.2.1	Cf §4.4.2.1	Cf §4.4.2.1
Taux de MES (g/m3)	100	100	100	100
Argile	20.0 %	20.0 %	20.0 %	20.0 %
Limon	40.0 %	40.0 %	40.0 %	40.0 %
Sable	37.0 %	37.0 %	37.0 %	37.0 %
Matière organique	3.0 %	3.0 %	3.0 %	3.0 %
Profondeur (cm)	30	20	5	120

Répartition des lieux de vie

Taux de présence	Champ Isère	Jardin Isère	Pâture Isère	Verger Isère
Enfant de 1 à 2 ans	0.0 %	100.0 %	0.0 %	0.0 %
Enfant de 10 ans	0.0 %	100.0 %	0.0 %	0.0 %
Adulte	0.0 %	100.0 %	0.0 %	0.0 %

Teneur en poussière (mg/m3)	Champ Isère	Jardin Isère	Pâture Isère	Verger Isère
Enfant de 1 à 2 ans	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	0.00E+00
Enfant de 10 ans	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	0.00E+00
Adulte	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	0.00E+00

Débits respiratoires (m3.h-1)

Classe d'âge	Débit Respiratoire
Enfant de 1 à 2 ans	0.22
Enfant de 10 ans	0.64
Adulte	0.96

Consommations des animaux (kg/j) et durée associée (j/an)

Jardin

Consommation	Eau	Maïs four.
Porc	50.00	3.00
Poule	0.50	0.21

Durée	Eau	Maïs four.
Porc	365	365
Poule	60	210

Champ

Aucun végétal consommé

Verger

Aucun végétal consommé

Pâturage

Consommation	Eau	Foin	Herbe	Maïs four.
Bovin	50.00	1.14	17.20	23.00
Vache laitière	50.00	1.14	17.20	23.00

Durée	Eau	Foin	Herbe	Maïs four.
Bovin	365	210	365	365
Vache laitière	365	210	365	365

Caractéristiques de la biosphère

Cultures irriguées

Jardin

	Rendement (kg/m2)	Temps d'occupation des sols (j)	Dose d'irrigation (mm)	Rapport de captation	Durée d'irrigation (j)	Temps entre irrigation et récolte (j)	Prop. des cultures irriguées (-)	Rapport de surface orga/feuille	Production (kg/an)	Taux de matière sèche (-)
Salade	3.00	30	40	0.20	20	0	1.00	1.00	5.00E01	0.08
Carottes	3.00	100	40	0.20	60	0	1.00	0.00	1.00E01	0.16
P. de terre	2.50	180	120	0.20	30	0	1.00	0.00	1.00E02	0.21
Tomates	3.00	90	40	0.20	60	0	1.00	0.10	1.50E02	0.06
Maïs four.	0.80	365	150	0.70	90	10	1.00	0.01	1.20E06	0.86

Champ

Pas de consommation de végétaux !

Verger

	Rendement (kg/m2)	Temps d'occupation des sols (j)	Dose d'irrigation (mm)	Rapport de captation	Durée d'irrigation (j)	Temps entre irrigation et récolte (j)	Prop. des cultures irriguées (-)	Rapport de surface orga/feuille	Production (kg/an)	Taux de matière sèche (-)
Pommes	2.00	365	300	0.01	60	0	1.00	0.05	1.00E02	0.16

Pâturage

	Rendement (kg/m2)	Temps d'occupation des sols (j)	Dose d'irrigation (mm)	Rapport de captation	Durée d'irrigation (j)	Temps entre irrigation et récolte (j)	Prop. des cultures irriguées (-)	Rapport de surface orga/feuille	Production (kg/an)	Taux de matière sèche (-)
Herbe	0.70	60	50	0.30	20	0	1.00	1.00	1.00E04	0.1
Maïs four.	0.80	365	150	0.70	90	10	1.00	0.01	1.20E06	0.86
Foin	1.00	300	50	0.30	20	60	1.00	1.00	1.00E04	0.79

Caractéristiques des isotopes

Période radioactive, biologique

Isotopes	Période radioactive (secondes)	Période biologique (jours)
C14 aérls	1.80E+11	30
Co60	1.66E+08	30
HTO	3.89E+08	10
I131aéro	6.93E+05	30
OBT	3.89E+08	10
Pu238	2.77E+09	30

Coefficient de dose externe

Isotopes	Irradiation dépôt ((Sv/h)/(Bq/g))
C14 aérls	4.15E-13
Co60	5.00E-07
HTO	0.00E+00
I131aéro	6.68E-08
OBT	0.00E+00
Pu238	4.67E-12

Coefficient de dose interne

Isotopes	Solubilité	Inhalation - Efficace (Sv/Bq)			Ingestion - Efficace (Sv/Bq)		
		Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 à 2 ans	Adulte	Enfant de 10 ans	Enfant de 1 à 2 ans
C14 aérls	S	5.80E-09	7.40E-09	1.70E-08	5.80E-10	8.00E-10	1.60E-09
Co60	S	3.10E-08	4.00E-08	8.60E-08	3.40E-09	1.10E-08	2.70E-08
HTO		1.80E-11	2.30E-11	4.80E-11	1.80E-11	2.30E-11	4.80E-11
I131aéro	F	7.40E-09	1.90E-08	7.20E-08	2.20E-08	5.20E-08	1.80E-07
OBT		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-11	5.70E-11	1.20E-10
Pu238	S	1.60E-05	1.90E-05	4.00E-05	2.30E-07	2.40E-07	4.00E-07

Facteur de transfert sol/plante (Bq/kg de végétal frais)/(Bq/kg de sol sec)

Isotopes	Salade	Carottes	P. de terre	Tomates	Pommes
C14 aérls	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	0.00E+00
Co60	1.20E-02	1.04E-02	4.41E-03	8.40E-03	4.80E-03
HTO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I131aéro	3.28E-04	7.52E-04	2.10E-02	6.00E-03	6.30E-03
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	2.24E-05	6.24E-05	3.15E-05	3.72E-06	8.00E-06

Isotopes	Foin	Herbe	Maïs four.
C14 aérls	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
Co60	1.34E-01	1.70E-03	1.55E-02
HTO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I131aéro	2.92E-03	3.70E-04	1.12E-04
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.26E-04	3.00E-05	1.61E-05

Facteur de translocation (sans dimension)

Isotopes	Salade	Carottes	P. de terre	Tomates	Pommes
C14 aérls	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Co60	1.00E+00	8.00E-02	8.00E-02	1.00E-01	1.00E-01
HTO	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I131aéro	1.00E+00	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.00E+00	1.00E-02	1.00E-02	1.00E-02	3.00E-06

Isotopes	Foin	Herbe	Maïs four.
C14 aérls	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Co60	1.00E+00	1.00E+00	2.80E-02
HTO	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
I131aéro	1.00E+00	1.00E+00	1.00E-01
OBT	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pu238	1.00E+00	1.00E+00	1.00E-02

Facteur de transfert aux produits animaux (j/kg, sauf poisson en L/kg)

Isotopes	Viande (Bovin)	Chair (Poisson)	Viande (Porc)	Oeuf (Poule)	Viande (Poule)	Lait (Vache laitière)
C14 aérls	1.20E-01	4.00E+05	5.80E-01	2.30E+01	2.30E+01	5.00E-02
Co60	4.30E-04	7.60E+01	2.00E-03	3.30E-02	9.70E-01	1.10E-04
HTO	2.90E-02	1.00E+00	1.40E-01	5.80E+00	5.80E+00	1.50E-02
I131aéro	6.70E-03	3.00E+01	4.10E-02	2.40E+00	8.70E-03	5.40E-03
OBT	2.90E-02	1.00E+00	1.40E-01	5.80E+00	5.80E+00	1.50E-02
Pu238	1.10E-06	2.10E+04	8.00E-05	1.20E-03	3.00E-03	1.00E-05

Conditions climatiques pour HTO et/ou Cl36

Température	°C	19
Humidité relative de l'air	%	70
Humidité absolue de l'air	g/m3	11.44

Hydrologie

Pas de données hydrologiques : il n'y a d'épuration ni par nappe, ni par étang ni par adsorption

Coefficients d'épuration

Pas de données hydrologiques : il n'y a d'épuration ni par nappe, ni par étang ni par adsorption

Milieu récepteur

Lieu	Débit (m3/an)	Taux MES (g/m3)
Isère	Cf §4.4.2.1	100.0

Versions

Abricot version CERES : 6.4.0

Version Données DC : 6.19.0

Données Site : ILL-GÉNÉRAL : 6.9.1 / ILL-AUTOMAX : 6.11.1

Annexe 5 Impact des rejets gazeux (hypothèse 10% du terme source tritium via 17m)

Dose annuelle totale (mSv/an)

GRENOBLE

	Autoconsommation Générale			Autoconsommation Maximale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.80E-04	9.50E-04	3.20E-03	1.80E-03	1.70E-03
Après 50 ans de rejet	1.30E-03	9.70E-04	1.00E-03	3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03
Après 70 ans de rejet	1.30E-03	9.80E-04	1.10E-03	3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03

SAINT EGREVE

	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	5.80E-04	4.50E-04	4.90E-04	1.60E-03	9.20E-04	9.00E-04
Après 50 ans de rejet	6.90E-04	5.20E-04	5.60E-04	1.80E-03	1.00E-03	1.00E-03
Après 70 ans de rejet	7.00E-04	5.30E-04	5.70E-04	1.80E-03	1.00E-03	1.00E-03

FONTAINE

	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.70E-04	9.30E-04	3.00E-03	1.70E-03	1.70E-03
Après 50 ans de rejet	1.40E-03	1.00E-03	1.10E-03	3.40E-03	2.00E-03	1.90E-03
Après 70 ans de rejet	1.40E-03	1.10E-03	1.10E-03	3.40E-03	2.00E-03	2.00E-03

Fichiers résultats correspondants en Annexe 9 : MHV_10%_Gene_Ref et MHV_10%_Max_Ref

Annexe 6 Impact des rejets gazeux (hypothèse 100% du terme source tritium via 45m)

Dose annuelle totale (mSv/an)

GRENOBLE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.30E-04	8.80E-04
Après 50 ans de rejet	1.20E-03	9.20E-04	9.80E-04
Après 70 ans de rejet	1.20E-03	9.30E-04	9.90E-04

Autoconsommation Maximale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
3.10E-03	1.70E-03	1.70E-03
3.30E-03	1.90E-03	1.80E-03
3.30E-03	1.90E-03	1.80E-03

SAINT EGREVE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	5.50E-04	4.20E-04	4.50E-04
Après 50 ans de rejet	6.60E-04	4.90E-04	5.20E-04
Après 70 ans de rejet	6.70E-04	5.00E-04	5.30E-04

Autoconsommation Maximale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
1.60E-03	8.90E-04	8.50E-04
1.80E-03	9.80E-04	9.60E-04
1.80E-03	9.90E-04	9.70E-04

FONTAINE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.20E-04	8.80E-04
Après 50 ans de rejet	1.30E-03	1.00E-03	1.10E-03
Après 70 ans de rejet	1.40E-03	1.00E-03	1.10E-03

Autoconsommation Maximale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
2.90E-03	1.70E-03	1.60E-03
3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03
3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03

Fichiers résultats correspondants en Annexe 9 : MHV_45_Gene_Ref et MHV_45_Max_Ref

Annexe 7 Impact des rejets liquides

Doses efficaces annuelles (mSv/an)

187m³/s

	Autoconsommation Générale			Autoconsommation Maximale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	5.50E-05	3.40E-05	3.60E-05	4.50E-04	2.30E-04	2.70E-04
Dose annuelle après 50 ans	5.70E-05	3.70E-05	3.80E-05	4.50E-04	2.40E-04	2.70E-04
Dose annuelle après 70 ans	5.70E-05	3.70E-05	3.80E-05	4.50E-04	2.40E-04	2.70E-04

100m³/s

	Autoconsommation Générale			Autoconsommation Maximale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	1.00E-04	6.40E-05	6.70E-05	8.40E-04	4.40E-04	5.00E-04
Dose annuelle après 50 ans	1.10E-04	6.90E-05	7.20E-05	8.50E-04	4.40E-04	5.00E-04
Dose annuelle après 70 ans	1.10E-04	6.90E-05	7.20E-05	8.50E-04	4.40E-04	5.00E-04

80m³/s

	Autoconsommation Générale			Autoconsommation Maximale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	1.30E-04	8.00E-05	8.40E-05	1.10E-03	5.50E-04	6.20E-04
Dose annuelle après 50 ans	1.30E-04	8.60E-05	9.00E-05	1.10E-03	5.50E-04	6.30E-04
Dose annuelle après 70 ans	1.30E-04	8.60E-05	9.00E-05	1.10E-03	5.50E-04	6.30E-04

60m³/s

	Autoconsommation Générale			Autoconsommation Maximale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Dose annuelle après 1 an	1.70E-04	1.10E-04	1.10E-04	1.40E-03	7.30E-04	8.30E-04
Dose annuelle après 50 ans	1.80E-04	1.10E-04	1.20E-04	1.40E-03	7.40E-04	8.40E-04
Dose annuelle après 70 ans	1.80E-04	1.10E-04	1.20E-04	1.40E-03	7.40E-04	8.40E-04

Fichiers résultats correspondants en Annexe 9 : MHV_Isere_Gene_Ref et MHV_Isere_Max_Ref_B
 MHV_Isere_Gene_100 et MHV_Isere_Max_100_B
 MHV_Isere_Gene_80 et MHV_Isere_Max_80_B
 MHV_Isere_Gene_60_B et MHV_Isere_Max_60_B

Annexe 8 Etude de sensibilité à l'emplacement des points de calculs

GRENOBLE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.80E-04	9.50E-04
Après 50 ans de rejet	1.30E-03	9.70E-04	1.00E-03
Après 70 ans de rejet	1.30E-03	9.80E-04	1.10E-03

R2-Grenoble

Autoconsommation Maximale				Autoconsommation Générale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte		Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
3.20E-03	1.80E-03	1.70E-03	Après 1 an de rejet	2.10E-03	1.70E-03	1.80E-03
3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03	Après 50 ans de rejet	2.40E-03	1.80E-03	2.00E-03
3.40E-03	1.90E-03	1.90E-03	Après 70 ans de rejet	2.40E-03	1.80E-03	2.00E-03

SAINT EGREVE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	5.80E-04	4.50E-04	4.90E-04
Après 50 ans de rejet	6.90E-04	5.20E-04	5.60E-04
Après 70 ans de rejet	7.00E-04	5.30E-04	5.70E-04

R1-StEgreve

Autoconsommation Maximale				Autoconsommation Générale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte		Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
1.60E-03	9.20E-04	9.00E-04	Après 1 an de rejet	7.30E-04	5.90E-04	6.30E-04
1.80E-03	1.00E-03	1.00E-03	Après 50 ans de rejet	8.90E-04	6.80E-04	7.40E-04
1.80E-03	1.00E-03	1.00E-03	Après 70 ans de rejet	9.00E-04	6.90E-04	7.50E-04

FONTAINE

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	1.10E-03	8.70E-04	9.30E-04
Après 50 ans de rejet	1.40E-03	1.00E-03	1.10E-03
Après 70 ans de rejet	1.40E-03	1.10E-03	1.10E-03

R3-Fontaine

Autoconsommation Maximale				Autoconsommation Générale		
Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte		Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
3.00E-03	1.70E-03	1.70E-03	Après 1 an de rejet	3.00E-03	2.40E-03	2.60E-03
3.40E-03	2.00E-03	1.90E-03	Après 50 ans de rejet	3.60E-03	2.70E-03	2.90E-03
3.40E-03	2.00E-03	2.00E-03	Après 70 ans de rejet	3.60E-03	2.80E-03	3.00E-03

R4-Fontaine

	Autoconsommation Générale		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Après 1 an de rejet	2.40E-04	1.90E-04	2.10E-04
Après 50 ans de rejet	2.70E-04	2.10E-04	2.30E-04
Après 70 ans de rejet	2.70E-04	2.10E-04	2.30E-04

Fichiers résultats correspondants en Annexe 9 : MHV_10%_Gene_Proche et MHV_10%_Max_Ref

Annexe 9 Fichiers de calculs

Les fichiers de calculs, entrée et sortie, sont disponibles dans la pièce jointe ci-dessous :

