



COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE
ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES
ALTERNATIVES

CEA CADARACHE

RAPPORT ENVIRONNEMENTAL



BILANS RELATIFS AUX
REJETS GAZEUX ET LIQUIDES
DES INSTALLATIONS DU CEA INB INBS-PN ET ICPE
SUR LE SITE DE CADARACHE

2022

Rédacteurs

Service Technique et Logistique

BERCQ Stéphanie – CORRE Rozenn

Cellule de Sureté et Matières Nucléaires

PEREZ-BONNE Vanessa – ROBILLARD Céline

Service de Protection contre les Rayonnements ionisants

POUZOL Elodie - ANCLA Christophe

Service Mesures et modélisation des Transferts et des Accidents graves

MARGERIT Yves – CHARRASSE Benoit

Direction des Installations de Propulsion Nucléaire

BEZANÇON Marc

Résumé

Au titre de l'année 2022, ce rapport présente les bilans des rejets pour les Installations Nucléaires de Base civiles (INB civiles), pour l'Installation Nucléaire de Base Secrète Propulsion Nucléaire (INBS- PN) et pour les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Pour les INB civiles, le rapport environnemental est établi en application :

- de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant des règles générales relatives aux INB.

Son contenu est précisé par :

- l'article 5.3.1 de la décision n°2013-DC-0360 modifiée de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB,
- l'article [CEACAD-58] du titre VII de la décision ASN n°2017-DC-0597 du 11 juillet 2017 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de transfert et de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base civiles du centre de Cadarache exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

Pour l'INBS-PN, le rapport annuel est établi en application de l'article 33 de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié autorisant le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives à poursuivre les rejets d'effluents liquides et gazeux et les prélèvements d'eau pour l'exploitation de l'Installation Nucléaire de Base Secrète dénommée « Propulsion nucléaire » (INBS-PN) de son site de Cadarache.

Pour les ICPE, le rapport annuel est établi en application des articles 4.1.4 et 9.2.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Energie Atomique pour poursuivre l'exploitation des installations classées précisées. À compter du 27 octobre 2022, il est établi en application de l'article 2.9.2 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27/10/2022, qui abroge et remplace l'arrêté préfectoral n°113-2006A.

Le rapport environnemental annuel présente les bilans des rejets liquides et atmosphériques ainsi que des transferts liquides pour l'année 2022.

Le bilan des mesures de surveillance réalisées dans l'environnement ainsi que l'estimation des impacts radiologique et chimique complètent ce rapport.

Table des matières

A	BILANS INB CIVILES	15
1.	PRESENTATION GENERALE DES INB CIVILES	17
2.	RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES) - TEXTES DE REFERENCE	17
2.1	PRELEVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU	17
2.2	TRANSFERTS ET/OU REJETS D'EFFLUENTS	18
2.2.1	<i>Transferts liquides</i>	18
2.2.2	<i>Rejets liquides</i>	19
2.2.3	<i>Rejets gazeux</i>	19
2.3	NUISANCES SONORES	19
3.	BILAN DES CONSOMMATIONS D'EAU	20
4.	BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS	21
4.1	REGLES DE COMPTABILISATION	21
4.1.1	<i>Paramètres radioactifs</i>	21
4.1.2	<i>Substances chimiques</i>	21
4.2	OPERATIONS EXCEPTIONNELLES	21
4.2.1	<i>Bilan des opérations exceptionnelles (acides sulfuriques, tartrifuge, biocides) et quantités utilisées en 2022</i>	21
4.3	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	21
4.4	BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES	21
4.4.1	<i>Bilans des transferts des effluents liquides – Paramètres radioactifs</i>	21
4.4.2	<i>Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques</i>	24
4.4.3	<i>Bilans des rejets des effluents liquides dans le canal EDF de Jouques</i>	28
4.5	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX	28
4.5.1	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs</i>	28
4.5.2	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques</i>	48
4.6	BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES	50
5.	BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	50
6.	MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES	50
7.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE	50
7.1	IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE	50
7.2	IMPACT SANITAIRE SUR L'HOMME	50
8.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES	51
9.	EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT	51
10.	EXPLOITATION DU RETOUR D'EXPERIENCE	53
11.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	53
B	BILANS INBS PN	55
12.	PRESENTATION GENERALE DE L'INBS-PN	57
13.	RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES) – TEXTES DE REFERENCE	57
13.1	PRELEVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU	57

13.2	TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS.....	57
13.2.1	Transferts liquides.....	57
13.2.2	Rejets liquides	58
13.2.3	Rejets gazeux	58
13.3	NUISANCES.....	59
14.	BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU.....	59
15.	BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS.....	59
15.1	REGLES DE COMPTABILISATION	59
15.1.1	Paramètres radioactifs.....	59
15.1.2	Substances chimiques	59
15.2	OPERATIONS DE TRAITEMENTS DES TOURS AEROREFRIGERANTES.....	60
15.3	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	61
15.4	BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES	63
15.4.1	Bilans des transferts des effluents industriels liquides suspects – Paramètres radioactifs	63
15.4.2	Bilans des transferts des effluents liquides radioactifs – Paramètres radioactifs	64
15.4.3	Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques.....	65
15.5	BILAN DES EFFLUENTS LIQUIDES GENERES PAR LES AEROREFRIGERANTS DU REACTEUR RES	66
15.6	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX	66
15.6.1	Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs.....	66
15.6.2	Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques.....	68
15.7	BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES.....	68
16.	BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	69
17.	MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES	69
18.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE	69
18.1	IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE	69
18.2	IMPACT SANITAIRE SUR L'HOMME.....	69
19.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES	69
20.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	69
C	BILANS ICPE	71
21.	PRESENTATION GENERALE DES ICPE ET RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES	73
21.1	TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS.....	73
21.1.1	Transferts liquides.....	73
21.1.2	Rejets liquides radiologiques et chimiques.....	73
21.1.3	Rejets gazeux	75
21.2	NUISANCES.....	76
22.	BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU.....	77
22.1	QUANTITE D'EAU PRELEVEE DANS LE MILIEU	77
22.2	QUANTITE D'EAU CONSOMMEE PAR LES ICPE.....	77
23.	BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS.....	78
23.1	REGLES DE COMPTABILISATION	78
23.1.1	Paramètres radioactifs.....	78
23.1.2	Substances chimiques	78
23.2	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	78
23.3	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES.....	80








23.3.1	Bilan des rejets d'effluents liquides – Paramètres radioactifs.....	80
23.3.2	Bilan des rejets d'effluents liquides – Substances chimiques	81
23.4	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX	84
23.4.1	Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs.....	84
23.4.2	Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques.....	85
23.5	BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DE LA NAPPE PHREATIQUE	89
23.5.1	Eaux pluviales – Paramètres radiologiques.....	89
23.5.2	Nappes phréatiques – Paramètres radiologiques	90
23.5.3	Eaux pluviales – Paramètres chimiques	92
23.5.4	Nappe phréatique – Substances chimiques.....	95
24.	BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	97
25.	MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES	97
26.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE	98
26.1	IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE	98
26.2	IMPACT CHIMIQUE ET SANITAIRE SUR L'HOMME	98
27.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES	98
28.	EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT	98
29.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	100
	D BILANS DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	101
	D1 BILANS DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT	103
30.	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	105
30.1	SURVEILLANCE DU MILIEU ATMOSPHERIQUE	105
30.1.1	Retombées atmosphériques sèches	105
30.1.2	Retombées atmosphériques humides	109
30.2	MESURES D'EXPOSITION EXTERNE (IRRADIATION)	110
30.2.1	Mesures en continu : dosimétrie sur les stations de surveillance de l'environnement.....	110
30.2.2	Mesures en différé – Dosimétrie en clôture du site.....	111
30.3	SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE.....	113
30.3.1	Eaux de surface	113
30.3.2	Eaux de ruissellement.....	114
30.3.3	Eaux souterraines (nappes phréatiques).....	117
30.3.4	Analyse pluriannuelle des résultats de surveillance de la nappe miocène de l'INB 56.....	124
30.3.5	Sédiments aquatiques	125
30.3.6	Indicateurs biologiques	125
30.4	PRELEVEMENT DE SOL : POINT DE REFERENCE A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE	127
30.4.1	Indicateurs biologiques	127
30.4.2	Produits de la chaîne alimentaire.....	130
30.5	CONCLUSION.....	133
	D2 BILANS DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT	135
31.	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	137
31.1	PRESENTATION DES SITES DE PRELEVEMENTS.....	137
31.1.1	Point de prélèvement amont.....	137

31.1.2	Point de prélèvement aval.....	138
31.2	LE REJET	138
31.3	LES ANALYSES.....	138
31.4	PRINCIPES DES NQE ET DU SEQ-EAU	139
31.5	RESULTATS	140
31.5.1	Analyses physico-chimiques sur l'eau	140
31.5.2	Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE).....	141
31.5.3	Indice biologique diatomées (IBD)	141
31.5.4	Analyses sur sédiments	142
31.5.5	Analyses sur Bryophytes.....	143
31.5.6	Conclusion générale	144
E	IMPACTS RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE	145
E1	ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS INB CIVILES	147
32.	ETUDE D'IMPACT DES REJETS RADIOLOGIQUES DES INB CIVILES.....	149
32.1	REJETS ATMOSPHERIQUES	149
32.1.1	Emissaires de rejet	149
32.1.2	Points d'impact	149
32.1.3	Evaluation de l'impact.....	149
32.2	REJETS LIQUIDES	150
32.2.1	Point d'impact.....	150
32.2.2	Evaluation de l'impact.....	150
32.3	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE	150
32.3.1	Terme source.....	150
32.3.2	Impact	150
32.3.3	Synthèse des résultats.....	152
32.4	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES.....	152
32.4.1	Terme source.....	152
32.4.2	Impact	152
32.4.3	Synthèse des résultats.....	152
32.5	CONCLUSION.....	152
E2	ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS INBS-PN	155
33.	ETUDE D'IMPACT REJETS RADIOLOGIQUES GAZEUX DE L'INBS-PN.....	157
33.1	REJETS ATMOSPHERIQUES	157
33.1.1	Emissaires de rejet	157
33.1.2	Points d'impact	157
33.1.3	Evaluation de l'impact.....	157
33.2	REJETS LIQUIDES	157
33.2.1	Point d'impact.....	158
33.2.2	Evaluation de l'impact.....	158
33.3	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE	158
33.3.1	Terme source.....	158
33.3.2	Impact	158
33.3.3	Synthèse des résultats.....	159

33.4	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES.....	159
33.4.1	<i>Terme source</i>	159
33.4.2	<i>Impact</i>	159
33.4.3	<i>Synthèse des résultats</i>	160
33.5	CONCLUSION.....	160
E3	IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, DES INB ET DE INBS-PN	161
34.	IMPACT CHIMIQUE GAZEUX.....	163
34.1	REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT SANITAIRE	163
34.1.1	<i>Emissaires de rejet</i>	163
34.1.2	<i>Points d'impact</i>	163
34.1.3	<i>Evaluation de l'impact</i>	163
34.1.4	<i>Caractérisation du risque</i>	163
34.1.5	<i>Valeurs toxicologiques de référence</i>	163
34.2	REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	164
34.3	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS ATMOSPHERIQUES.....	164
34.4	EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS ATMOSPHERIQUES.....	165
35.	IMPACT CHIMIQUE LIQUIDE.....	165
35.1	REJETS LIQUIDES-IMPACT SANITAIRE	165
35.1.1	<i>Points d'impact</i>	165
35.1.2	<i>Evaluation de l'impact sanitaires des rejets liquides à Saint-Paul-Lez-Durance</i>	165
35.2	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS LIQUIDES ET ATMOSPHERIQUES A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE	166
35.3	EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS LIQUIDES	167
35.4	CONCLUSION.....	168
F	BILAN CONCERNANT LES OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS	169
36.	BILAN DES OPERATIONS D'OPTIMISATION.....	171
37.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU LES REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS	171
G	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	173

PREAMBULE

Le rapport environnemental est composé de 7 parties :

-  A BILANS INB CIVILES
-  B BILANS INBS PN
-  C BILANS ICPE
-  D BILANS DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT
-  E IMPACTS RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE
-  F BILAN CONCERNANT LES OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS
-  G ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

Dans ce rapport, les niveaux de radioactivité et les valeurs physico-chimiques mesurés dans les rejets et transferts d'effluents sont comparés à des valeurs limites réglementaires. Les rejets liquides et atmosphériques ou transferts liquides mesurés sont comparés aux autorisations annuelles fixées dans les arrêtés et décisions.

PRESENTATION GENERALE DU CENTRE

Acteur majeur en matière de recherche, de développement et d'innovation, le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives (CEA) intervient dans trois grands domaines : l'énergie, les technologies pour l'information et la santé, la défense et la sécurité.

Cadarache est l'un des neuf Centres de recherche du CEA. C'est l'un des plus importants Centres de recherche et développement technologiques pour l'énergie en Europe.

Les activités du Centre CEA/Cadarache sont réparties autour de plusieurs plates-formes technologiques de recherche et développement (R&D) sur l'énergie nucléaire (fission et fusion), les nouvelles technologies pour l'énergie et les études d'écophysiologie végétale et de microbiologie.

En appui à ces activités de R&D, le CEA/Cadarache dispose d'une plate-forme de services rassemblant à la fois les moyens nécessaires :

- à la gestion des matières nucléaires, des déchets et des rejets des installations nucléaires et les moyens généraux pour assurer la surveillance des installations et de l'environnement ainsi que la sécurité ;
- au bon fonctionnement des installations de recherche (réseaux de traitement des eaux, distribution de l'électricité, chauffage...).

Les recherches du CEA/Cadarache sur l'énergie nucléaire répondent à plusieurs objectifs :

- apporter un soutien aux industriels en améliorant la compétitivité et la durée de vie des réacteurs nucléaires actuellement en fonctionnement (dits de deuxième génération) en France et à l'étranger ;
- participer au développement de la troisième génération de réacteurs comme celle des EPR (European Pressurized water Reactor) ;
- participer aux recherches internationales sur les réacteurs nucléaires du futur (de quatrième génération), leurs combustibles et leurs technologies associés ;
- développer et fabriquer les combustibles de la Propulsion Nucléaire.

Pour répondre à ces objectifs, le Centre CEA/Cadarache dispose de moyens d'études : réacteurs de recherche, laboratoires de fabrication et d'études des combustibles expérimentaux, installations pour le développement des technologies nucléaires associées.

Le CEA exploite ainsi sur le site de Cadarache :

- des installations nucléaires de base (INB) dont il est l'opérateur ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS- PN) dédiée à la propulsion nucléaire dont l'opérateur technique est TechnicAtome (anciennement AREVA-TA) et comprenant 5 Installations Individuelles ; l'exploitant nucléaire étant la Direction des Applications Militaires du CEA ;
- des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ;
- des installations soumises aux dispositions du code de la santé publique.

A

BILANS INB CIVILES

1. PRESENTATION GENERALE DES INB CIVILES

Le CEA Cadarache exploite sur son site 21 INB civiles dont une est en construction, l'INB 172 - RJH (Réacteur Jules Horowitz).

2. RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES) - TEXTES DE REFERENCE

Au titre de l'année 2022, les textes de référence sont :

- Décision n°2017-DC-0596 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017 fixant les limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base civiles du centre de Cadarache exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) sur la commune de Saint-Paul-Lez-Durance (Bouches-du-Rhône),
- Décision n°2017-DC-0597 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de transfert et de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base civiles du centre de Cadarache exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) sur la commune de Saint-Paul-Lez-Durance (Bouches-du-Rhône),
- Arrêté INB du 7 février 2012 modifié fixant des règles générales relatives aux INB,
- Décision n°2013-DC-0360 modifiée de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB (décision homologuée par l'arrêté du 9 août 2013).

2.1 PRELEVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU

Le prélèvement d'eau brute dans le milieu naturel est réglementé par l'arrêté préfectoral réglementant les ICPE du CEA CADARACHE (arrêté n°113-2006 A du 25/09/2006 abrogé et remplacé par l'arrêté n°2020-497-PC du 27/10/2022) (Cf. partie C du présent rapport). L'eau brute est utilisée pour la production d'eau potable qui est distribuée à l'ensemble des installations du centre pour tous les besoins à l'exception des besoins en eau de refroidissement de l'INB 172.

La décision ASN n°2017-DC-0597 prévoit une alimentation en eau spécifique complémentaire pour l'INB 172 dont l'origine est le canal de Provence, au travers d'une convention avec la Société du Canal de Provence (SCP).

Conformément à l'article [CEACAD-13 III] de l'annexe à la décision n°2017-DC-0597, le volume d'eau consommé pour les besoins domestiques et industriels des installations nucléaires de base civiles ne doit pas dépasser 170 000 m³/an.

Pour l'utilisation particulière de l'INB 172, l'approvisionnement en eau est assuré par le Canal de Provence avec un volume maximal annuel de 43 millions de m³ et un débit maximal instantané de 3 m³/s.

A – BILANS INB CIVILES

2.2 TRANSFERTS ET/OU REJETS D'EFFLUENTS

2.2.1 Transferts liquides

2.2.1.1 Transferts liquides radiologiques

Les valeurs limites annuelles des transferts liquides fixées dans la décision ASN n°2017-DC-0597 sont mentionnées dans le tableau A.

Tableau A : Valeurs limites annuelles des transferts liquides issus des Installations Nucléaires de Base civiles vers la station de traitement des effluents industriels du Centre

N° INB	Limites annuelles en GBq/an			
	Tritium	Carbone 14	Autres émetteurs β-γ	Emetteurs α
22 PEGASE	3,70E+01	-	5,30E-03	5,70E-04
24 CABRI	1,50E+01	-	4,80E-02	6,40E-04
25 RAPSODIE	2,50E-01	-	1,00E-02	7,50E-04
32 ATPu	-	-	3,50E-02	5,00E-03
37 A et 37 B (Effluents Industriels)	2,00E+00	2,00E-01	2,25E-01	5,70E-03
37-B (distillats)	9,00E+02	3,00E-01	3,80E-02	1,00E-03
39 MASURCA	1,00E-03	-	6,00E-05	3,00E-05
42/95 Eole/Minerve	-	-	4,00E-04	1,30E-04
52 ATUe	-	-	1,00E-03	1,12E-03
54 LPC	-	-	1,50E-02	5,00E-03
55 LECA/STAR	-	-	8,00E-02	8,00E-03
56 Parc d'entreposage des déchets radioactifs	2,34E-04	-	3,33E-04	3,60E-05
92 PHEBUS	6,60E-02	-	1,00E-03	1,40E-03
123 LEFCA	-	-	5,60E-03	3,50E-04
156 CHICADE	2,96E+01	-	2,96E-02	4,00E-03
164 CEDRA	-	-	2,00E-04	6,20E-05
171 AGATE (effluents industriels)	1,50E+00	5,60E-05	1,50E-03	2,00E-04
171 AGATE (distillats)	9,20E+02	1,80E-01	5,00E-02	2,00E-03
172 RJH	1,50E+00	-	1,40E-03	2,00E-04

A – BILANS INB CIVILES

2.2.1.2 Transferts liquides chimiques

Les flux, par paramètre chimique réglementé au titre de l'article [CEACAD-37] de l'annexe à la décision ASN n°2017-DC-0597, des effluents industriels transférés via les cuves suspectes par les INB vers la STation d'EPuration des Effluents Industriels (STEP EI) sont précisés dans les fiches de caractérisation des INB.

Les tableaux 3 et 4 du paragraphe 4.4.2 du présent rapport précisent respectivement les flux et les pourcentages d'atteinte des limites en flux identifiées par paramètre et par INB dans les fiches de caractérisation des INB.

2.2.2 Rejets liquides

Les INB civiles en service en 2022 ne rejettent pas directement d'effluents liquides dans le milieu naturel. Les bilans des rejets liquides sont présentés dans la partie C du rapport environnemental.

A noter, que l'INB 172 RJH, en cours de construction, dispose d'une autorisation de rejet dans le canal EDF de Jouques pour les eaux de refroidissement. Ce rejet est réglementé par l'article [CEACAD-39] de l'annexe à la décision ASN n°2017-DC-0597.

Les rejets (radiologique et chimique) dans le milieu naturel sont réglementés par l'arrêté préfectoral réglementant les ICPE du CEA CADARACHE (arrêté n°113-2006 A du 25/09/2006 abrogé et remplacé par l'arrêté n°2020-497-PC du 27/10/2022) (Cf. partie C du présent rapport).

2.2.3 Rejets gazeux

2.2.3.1 Rejets gazeux radiologiques

Conformément à l'article 2 de la décision ASN n°2017-DC-0596, les limites annuelles à respecter, définies en annexe de cette même décision, figurent dans les tableaux au paragraphe 4.5.1.1.

2.2.3.2 Rejets gazeux chimiques

Les valeurs limites de rejet d'un point de vue chimique pour les trois émissaires règlementés par l'article [CEACAD-5] de l'annexe de la décision ASN n°2017-DC-0596 sont rappelées ci-dessous.

Tableau B : INB 25 (RAPSODIE/LDAC) valeurs limites de rejet relatives à l'émissaire E75

Paramètre	Concentration maximale (mg/Nm ³)
Chlorure d'hydrogène (HCl)	5

Tableau C : INB 55 (LECA) valeurs limites de rejet relatives à l'émissaire E22

Paramètre	Concentration maximale (mg/Nm ³)
Chlorure d'hydrogène (HCl)	5
Fluorure d'hydrogène (HF)	0,5

Tableau D : INB 55 (STAR) valeurs limites de rejet relatives à l'émissaire E64

Paramètre	Concentration maximale (mg/Nm ³)
Mercure (Hg)	0,005
Plomb (Pb)	0,1
Antimoine + Zinc (Sb + Zn)	0,1
Fluorure d'hydrogène (HF)	0,5

Conformément à l'article [CEACAD-28] de l'annexe à la décision ASN n°2017-DC-0597, les concentrations des éléments chimiques précités pour les INB 25 et 55 sont mesurés semestriellement (prélèvement sur une durée minimale de 24h).

2.3 NUISANCES SONORES

Une mesure du niveau de bruit et de l'émergence doit être effectuée au moins tous les 3 ans en limite de site en application de l'arrêté préfectoral réglementant les ICPE du CEA CADARACHE (chapitre 6.3 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006, remplacé par le chapitre 7.2 de l'arrêté n°2020-497 PC du 27/10/2022) imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Energie Atomique pour poursuivre l'exploitation des installations classées précisées, de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les ICPE ainsi que de l'article 4.3.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant des règles générales relatives aux INB.

Une campagne de mesures a été réalisée durant l'année 2022.

A – BILANS INB CIVILES

Les valeurs limites ainsi que les résultats des mesures en clôture, communs à l'ensemble des installations du site sont précisés dans la partie C chapitre 21.2.

3. BILAN DES CONSOMMATIONS D'EAU

La quantité d'eau consommée par les INB pour l'année 2022 s'élève à 10 996 m³. Pour mémoire, la consommation totale en eau potable sur la période 2018-2022 est présentée dans le tableau 1 ci-après :

Tableau 1 : Consommation totale en eau potable des INB sur la période 2018 - 2022

Période 2018-2022 – consommation des INB	2022	2021	2020	2019	2018
Total volume consommé en eau potable (en m ³)	10 996	10 836	12 377	10 792	13 748

Cette quantité d'eau potable consommée en 2022 correspond à 6,5 % de la valeur limite annuelle.

La répartition mensuelle par INB des consommations d'eau ainsi que le pourcentage par rapport à la prévision annoncée par courrier DG/CEACAD/CSN DO 2022 -66 du 31/01/2022, sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Répartition mensuelle des consommations d'eau en m³ par INB pour l'année 2022

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL consommé 2022 (m ³)	Prévision annuelle 2022 (m ³)	Ecart en % avec la prévision annuelle
INB 22	12	10	18	12	14	18	11	10	30	14	25	10	184	300	-39%
INB 24	5	3	6	4	5	34	22	531	325	37	220	4	1196	1000	20%
INB 25	51	62	42	54	74	100	57	61	68	43	58	22	692	1000	-31%
INB 32	100	76	85	74	63	79	78	62	98	112	75	63	965	1600	-40%
INB 37 A	15	8	17	11	12	13	12	8	16	10	15	4	141	250	-44%
INB 37 B	8	6	8	10	10	9	9	5	15	13	20	10	123	200	-39%
INB 39	6	6	13	9	8	27	27	9	13	12	17	6	153	160	-4%
INB 42 & 95	29	11	25	18	19	20	17	13	25	19	25	9	230	350	-34%
INB 52	4	2	4	12	3	44	4	4	10	3	4	2	96	100	-4%
INB 53	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2	3	2	25	70	-64%
INB 54	51	130	138	221	101	37	20	14	28	44	81	19	884	800	11%
INB 55	63	59	73	61	47	70	144	53	57	50	58	45	780	1200	-35%
INB 56	24	18	29	23	38	29	28	19	32	31	32	19	322	500	-36%
INB 92	11	7	10	11	9	26	24	19	15	11	58	10	211	150	41%
INB 123	46	25	61	36	17	39	15	11	28	16	27	12	333	300	11%
INB 156	35	18	34	26	25	33	30	15	34	26	29	16	321	400	-20%
INB 164	13	11	16	12	11	13	9	7	12	9	14	4	131	160	-18%
INB 169	7	6	13	7	8	11	11	6	12	10	13	3	107	150	-29%
INB 171	24	14	40	13	11	15	11	12	47	41	13	8	249	200	25%
INB 172	192	353	270	306	286	387	369	292	349	280	355	414	3853	5100	-24%
Légende couleur « écart en % par rapport à la prévision annuelle »															
<div>Consommation dans le domaine de variabilité (+/- 40 %) par rapport à la prévision attendue</div> <div>Consommation en dehors du domaine de variabilité (+/- 40 %) par rapport à la prévision attendue</div>															

D'autre part, il est à noter qu'en 2022, la conduite de rejet des eaux de refroidissement de l'INB 172, qui n'est actuellement pas raccordée au réacteur, a été alimentée par environ 5 500 m³ d'eau brute issue du canal de Provence dans le cadre de son maintien en condition opérationnelle.

A – BILANS INB CIVILES

Les écarts entre les consommations réelles 2022 et les prévisions (tableau 2), en dehors du domaine de variabilité annoncé (+/- 40 %), sont expliqués dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de consommations en eau potable pour l'année 2022

INB	Ecart en % avec la prévision	Eléments d'explication pour les écarts aux prévisions en dehors du domaine de variabilité annoncé
INB 37 A	- 44%	Consommation globale du même ordre de grandeur que 2020 et 2021 et inférieure à la prévision 2022, justifiée par le décalage de l'enclenchement des travaux de génie civil du projet PAGODE ainsi qu'une production de colis de déchets plus faible que prévue sur 2022.
INB 53	- 64%	Consommation globale du même ordre de grandeur que 2020 et 2021 et inférieure à la prévision 2022, justifiée par une baisse conjuguée des activités et des effectifs sur site sur 2022.
INB 92	+ 41%	Consommation globale plus importante que 2020 et 2021 mais équivalente à la consommation mensuelle 2018-2019, avec des valeurs plus élevées ponctuellement. Cette consommation totale est supérieure à la prévision 2022 liée notamment à ces valeurs ponctuelles plus élevées, justifiées par une fuite sur organe réseau (disconnecteur) en période estivale ainsi que par des travaux de rénovation de façades avec usage d'eau et augmentation des effectifs en T4 2022 dans le périmètre de l'INB.

4. BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS

4.1 REGLES DE COMPTABILISATION

4.1.1 Paramètres radioactifs

Les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides et des rejets d'effluents gazeux, concernant les INB et les ICPE, sont précisées dans le document référencé D2S/SPR-RPI 08.050-PCD003 à l'indice en vigueur établi par le Service de Protection contre les Rayonnements ionisants (SPR).

Ces règles sont issues des exigences de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN).

4.1.2 Substances chimiques

Les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides concernant les INB et les ICPE, sont précisées dans le document « Etablissement des bilans chimiques des effluents industriels transférés par les INB et ICPE du CEA/CADARACHE à la STEP EI référencé 115 EAU-PFX NTE 09001031 à l'indice en vigueur établi par le Service Technique et Logistique (STL).

4.2 OPERATIONS EXCEPTIONNELLES

4.2.1 Bilan des opérations exceptionnelles (acides sulfuriques, tartrifuge, biocides) et quantités utilisées en 2022

Il n'y a plus de Tour Aéroréfrigérante (TAR) dans les INB du Centre de Cadarache et le système de refroidissement du réacteur RJH n'est pas encore en service. Ainsi, aucun traitement exceptionnel n'a été réalisé en 2022.

4.3 BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT

Pour les mêmes raisons que pour le bilan des opérations exceptionnelles, il n'y a pas de bilan de suivi des légionnelles en 2022 car il n'y a pas de TAR en activité dans les INB civiles depuis 2012.

4.4 BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES

4.4.1 Bilans des transferts des effluents liquides – Paramètres radioactifs

Les effluents liquides générés par les installations sont regroupés au niveau de chacune d'elles dans des cuves dites « suspectes ». Après contrôles radiologiques, les effluents liquides respectant les valeurs limites de transfert sont évacués dans le réseau des effluents industriels rejoignant ainsi la STEP EI du Centre.

A – BILANS INB CIVILES

Par ailleurs, certaines installations produisent des effluents actifs. Ces effluents sont regroupés dans les cuves actives spécifiques à chaque installation. Après contrôles radiologiques, les effluents sont transférés par camion-citerne vers l'installation AGATE (INB 171) ou vers une installation extérieure en cas de non-respect des spécifications d'accueil d'AGATE.

Le bilan des transferts d'effluents industriels liquides vers la STEP EI est présenté dans le Tableau 4.

Le bilan est présenté pour chaque installation nucléaire de base. Les valeurs d'activité prennent en compte les radioéléments définis dans les spectres radiologiques respectifs de chaque installation en application des méthodes d'analyses et règles de comptabilisation. Les valeurs correspondent au cumul annuel des transferts réalisés par chaque installation.

Tableau 4 : Activité des effluents liquides transférés pour l'année 2022 vers la STEP EI

Transferts liquides suspects INB Civiles	Activité transférée (GBq)								Volume m ³
	Tritium	% de l'autorisation Tritium*	Carbone 14	% de l'autorisation Carbone 14*	Emetteurs bêta gamma	% de l'autorisation bêta gamma*	Emetteurs alpha	% de l'autorisation alpha*	
INB 22	1,20E-01	0,33	-	-	2,54E-04	4,79	4,04E-06	0,71	43,0
INB 24	5,79E-03	0,04	-	-	3,92E-04	0,82	1,02E-06	0,16	156,0
INB 25	4,19E-04	0,17	-	-	4,87E-05	0,49	6,00E-07	0,08	32,7
INB 32	-	-	-	-	1,49E-04	0,43	5,22E-06	0,10	318,0
INB 37 A et 37 B Effluents Industriels	4,52E-03	0,23	3,52E-03	1,76	1,76E-03	0,78	1,46E-04	2,56	1019,0
INB 37 distillats	Pas de transfert								
INB 39	Pas de transfert								
INB 42-95	Pas de transfert								
INB 52	-	-	-	-	1,29E-05	1,29	1,44E-04	12,89	14,0
INB 53	Pas de transfert								
INB 54	-	-	-	-	1,23E-04	0,82	5,85E-06	0,12	265,0
INB 55	-	-	-	-	3,01E-05	0,04	1,67E-06	0,02	4,0
INB 56	Pas de transfert								
INB 92	Pas de transfert								
INB 123	-	-	-	-	3,12E-05	0,56	4,78E-05	13,67	58,0
INB 156	1,32E-02	0,04	-	-	3,39E-04	1,15	1,71E-06	0,04	71,0
INB 164	Pas de transfert								
INB 169	Pas de transfert								
INB 171	6,32E-05	0,00	3,86E-05	68,93	2,60E-05	1,74	5,86E-08	0,03	11,1
INB 171 Distillats	Pas de transfert								
Cumul annuel 2022	1,44E-01		3,56E-03		3,17E-03		3,58E-04		1980,7

* Les pourcentages sont donnés par installation.

Sont uniquement comptabilisés, au niveau du Service de Protection contre les Rayonnements ionisants, les transferts d'effluents industriels à caractère radiologique. Le volume transféré indiqué au niveau du tableau 4 peut ainsi être inférieur à celui présenté au tableau 6 annoncé par le Service Technique, en charge des transferts des effluents industriels et des analyses chimiques associées, qui comptabilise la totalité des volumes transférés à la STEP EI (Effluents liquides radiologiques ou non).

A – BILANS INB CIVILES

Tableau 5 : Activité des effluents liquides transférés depuis les INB civiles vers la STEP EI
sur les 5 dernières années

Années précédentes (Valeurs en GBq)	Tritium	Carbone 14	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha	Volume m ³
Cumul annuel 2022	1,44E-01	3,56E-03	3,17E-03	3,58E-04	1980,7
Cumul annuel 2021	4,03E-02	3,48E-03	2,88E-03	1,18E-04	1988,1
Cumul annuel 2020	4,93E+00	3,40E-02	5,99E-03	7,81E-05	2044
Cumul annuel 2019	8,58E-03	3,79E-03	4,03E-03	1,70E-04	2046
Cumul annuel 2018	1,78E-01	1,66E-02	6,42E-03	8,68E-05	3531

A – BILANS INB CIVILES

4.4.2 Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques

Les INB 39, 42-95, 53, 56, 92, 164, 169 et 172 n'ont pas fait l'objet, en 2022, de transfert d'effluents Industriels vers la STEP EI.

Pour les autres INB, le bilan des flux, par paramètre, des effluents industriels transférés via les cuves suspectes par les INB vers la STEP EI sur l'année 2022, est présenté dans le tableau 6.

Tableau 6 : Flux d'effluents Industriels transférés en 2022 à la STEP EI depuis les INB en kg/an

INB	22	24	25	32	37 A	37B	52	54	55	123	156	171	TOTAL
Volume transféré en m3	4,30E+01	1,56E+02	3,27E+01	3,18E+02	5,10E+01	9,68E+02	1,40E+01	2,65E+02	4,00E+00	5,80E+01	7,10E+01	1,11E+01	1,99E+03
DCO	7,31E-01		4,73E+00	5,18E+00	5,42E+00	5,06E+00	3,08E-01	1,24E+01	4,20E-01	2,32E+00	2,82E+00	3,62E-01	3,98E+01
MEST	1,12E+00		3,56E+00	4,97E+00	1,47E+01	0,00E+00	9,80E-02	9,99E+00	7,56E-01	1,69E+00	1,51E+00	3,55E-02	3,85E+01
DBO5	8,60E-02		7,20E-01	4,36E-01		1,12E+00	1,40E-02	2,23E+00	9,20E-02	1,12E-01	3,51E-01	5,48E-02	5,21E+00
Arsenic						0,00E+00					0,00E+00		0,00E+00
Cadmium											0,00E+00		0,00E+00
Chrome			4,36E-04		9,45E-03					5,97E-04	8,54E-04		1,13E-02
Chrome hexa			1,75E-04			0,00E+00					0,00E+00		1,75E-04
Cuivre			8,95E-03	1,12E-01			3,50E-04	3,38E-02	4,07E-03		2,23E-03		1,62E-01
Mercure			2,50E-06			0,00E+00			0,00E+00		0,00E+00		2,50E-06
Nickel		7,40E-04	9,12E-04	5,75E-03	4,52E-03				4,44E-04		1,01E-03		1,34E-02
Plomb		0,00E+00	2,03E-03		1,65E-02				2,90E-03		3,15E-03		2,46E-02
Zinc	7,78E-03	9,60E-02	2,70E-02	2,21E-01	9,29E-02	1,38E-01	6,97E-03	1,08E-01	1,40E-02	1,13E-01	0,00E+00		8,25E-01
Phosphore	7,65E-02	2,17E-02	6,93E-02	9,91E-02	2,46E-01	1,61E-02	7,00E-04	5,99E-01	2,68E-03	3,14E-02	2,95E-01	7,51E-03	1,47E+00
NGL	9,29E-02	1,20E-01	9,33E-01	3,36E+00		8,50E-01	6,09E-02	6,82E+00	3,69E-02	8,74E-01	4,96E+00	3,94E-02	1,81E+01
Chlorures	7,74E-01	0,00E+00	1,47E+00	1,69E+01	2,83E+00		5,32E-01	1,36E+01	2,32E-01	3,20E+00	6,96E+00	1,67E-01	4,66E+01
Cyanures											0,00E+00		0,00E+00
Fluorures			1,70E-03			7,05E-03	8,12E-03		1,28E-03	1,55E-03	0,00E+00		1,97E-02
Hydrocarbures	2,11E-02		2,22E-02	5,75E-02	3,32E-02	1,25E-01	0,00E+00	1,28E-01	4,36E-03	2,95E-02	0,00E+00		4,21E-01
Aluminium		6,57E-03	2,38E-02	6,90E-02	1,45E-01	3,06E-02	3,85E-03	2,59E-02	2,27E-02	1,93E-02	0,00E+00		3,47E-01
Fer	4,00E-03	2,08E-02	7,27E-02	2,86E-01	4,65E-01		4,06E-03	1,27E-01	3,70E-02	9,66E-02	8,59E-02		1,20E+00
Bore			3,57E-03		1,82E-02	5,00E-03				2,33E-03	0,00E+00		2,91E-02
Sulfates			9,79E+00	3,93E+01	6,82E+00	0,00E+00		2,68E+01		4,18E+00	0,00E+00		8,70E+01
Etain		0,00E+00			2,30E-04	0,00E+00					0,00E+00		2,30E-04
Manganese		1,51E-03				3,51E-03					0,00E+00		5,02E-03
AOX			7,44E-04								0,00E+00		7,44E-04

A – BILANS INB CIVILES

Le tableau 7 précise le pourcentage d'atteinte de la limite en flux identifiée dans les fiches de caractérisation des INB.

Tableau 7 : Synthèse des flux transférés en 2022 en pourcentage des valeurs limites identifiées dans les fiches de caractérisation

INB	22	24	25	32	37 A	37B	52	54	55	123	156	171
Volume (%)	21,5%	15,6%	13,9%	21,2%	17,0%	45,4%	70,0%	22,1%	2,0%	13,5%	29,0%	55,5%
DCO	7,3%		16,9%	3,5%	12,1%	4,7%	0,1%	8,6%	1,8%	1,8%	20,2%	15,1%
MEST	18,6%		22,2%	11,0%	61,4%	0,0%	0,1%	27,8%	2,9%	4,4%	378,3%	2,5%
DBO5	/		6,0%	1,4%		8,7%	0,0%	6,2%	1,2%	0,3%	11,7%	5,5%
Arsenic						0,0%					/	
Cadmium											0,0%	
Chrome			2,2%		39,4%					0,7%	1,9%	
Chrome hexa			/			0,0%					/	
Cuivre			9,9%	18,7%			/	18,8%	37,0%		2,5%	
Mercure			/						0,0%		/	
Nickel		0,5%	4,6%	7,7%	7,5%				6,0%		3,4%	
Plomb		0,0%	2,9%		8,2%				30,8%		2,1%	
Zinc	3,9%	19,2%	5,7%	24,6%	31,0%	21,6%	0,3%	18,0%	4,7%	8,7%		
Phosphore	38,3%	14,4%	2,9%	1,7%	13,7%	1,5%	0,0%	14,3%	0,4%	0,7%	36,9%	12,5%
NGL	9,3%	2,4%	13,3%	4,5%		2,0%	0,1%	11,4%	0,8%	5,8%	24,1%	3,9%
Chlorures	7,7%	0,0%	6,1%	11,3%	9,4%		0,7%	6,5%	1,5%	3,7%	31,0%	4,2%
Cyanures											0,0%	
Fluorures			0,7%			0,7%	1,1%		0,6%	0,2%	0,0%	
Hydrocarbures	10,5%		3,1%	6,4%	11,1%	2,9%	0,0%	10,6%	2,4%	4,2%		
Aluminium	0,0%	1,3%	4,0%	4,6%	19,4%	1,4%	0,3%	3,6%	4,5%	1,8%		
Fer	0,7%	6,9%	12,3%	12,7%	15,5%		0,1%	10,6%	7,4%	4,4%	10,4%	
Bore			3,0%		24,2%					0,8%		
Sulfates			13,8%	16,4%	11,4%	0,0%		44,7%		8,8%		
Etain		0,0%			3,8%	0,0%						
Manganese		1,4%				0,8%						
AOX			3,7%									

Cellule grisée : le paramètre n'est pas à analyser sur l'installation.

Barre oblique : le paramètre n'a pas fait l'objet d'analyse au titre de l'année 2022 ou le paramètre n'a pas de valeur limite de transfert en application des fiches de caractérisation.

A noter que le flux annuel de l'INB 156 pour le paramètre MES est de 1,51 kg en 2022 et ainsi dépasse la valeur mentionnée dans la fiche de caractérisation qui est de 0,4 kg/an.

L'évolution des flux sur les 5 dernières années est présentée dans les figures 1, 2, 3 et 4.

Figure 1 : Flux d'effluents Industriels (en kg/an) transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années

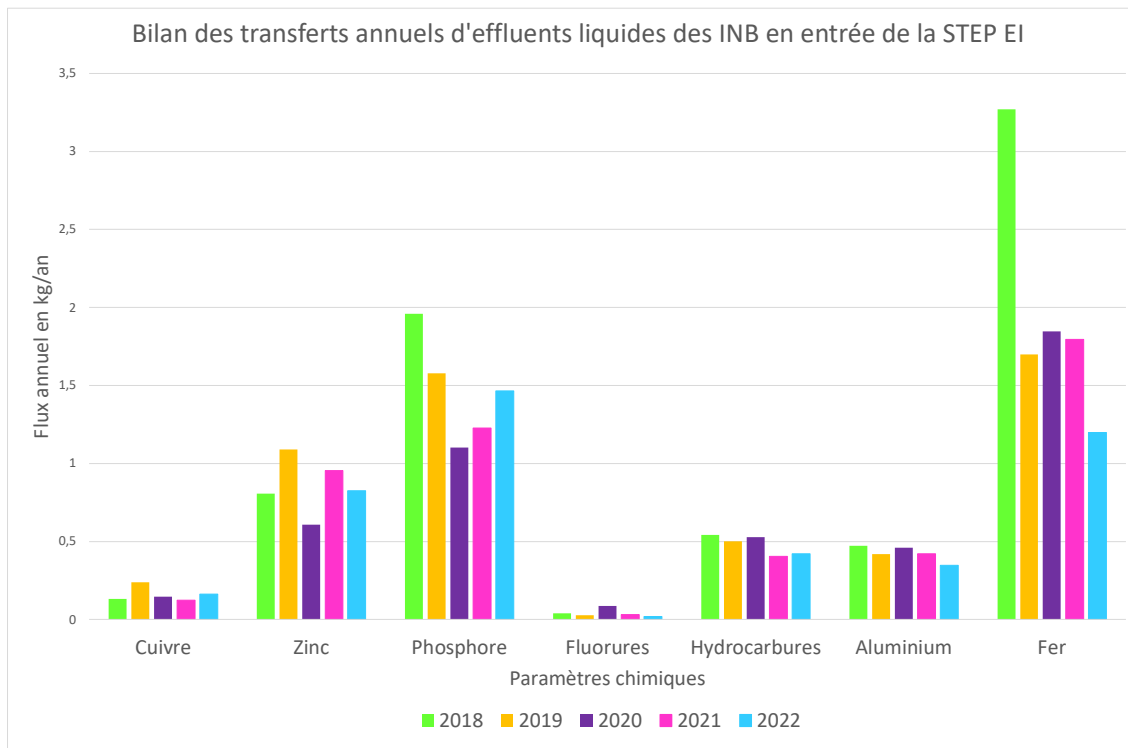


Figure 2 : Flux d'effluents Industriels (en kg/an) transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années (suite)

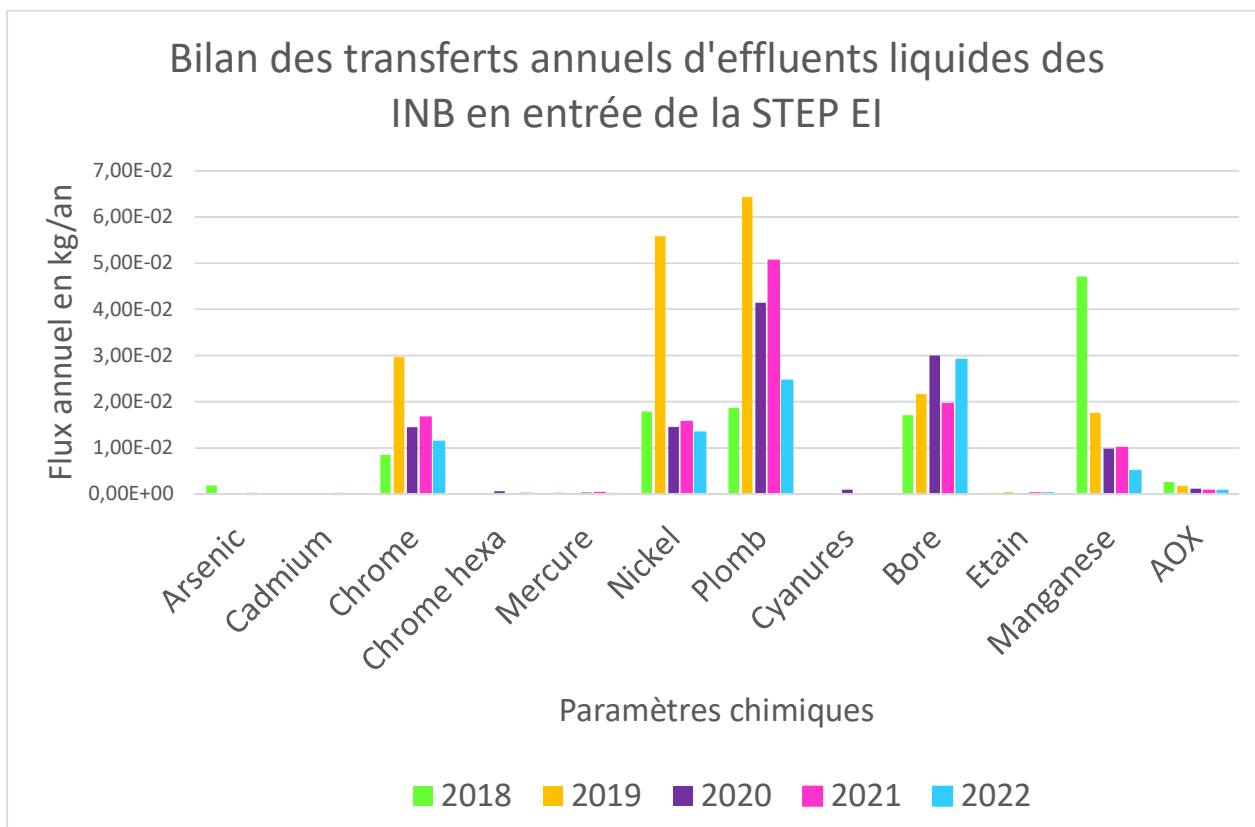


Figure 3 : Flux d'effluents Industriels (en kg/an) transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années (suite et fin)

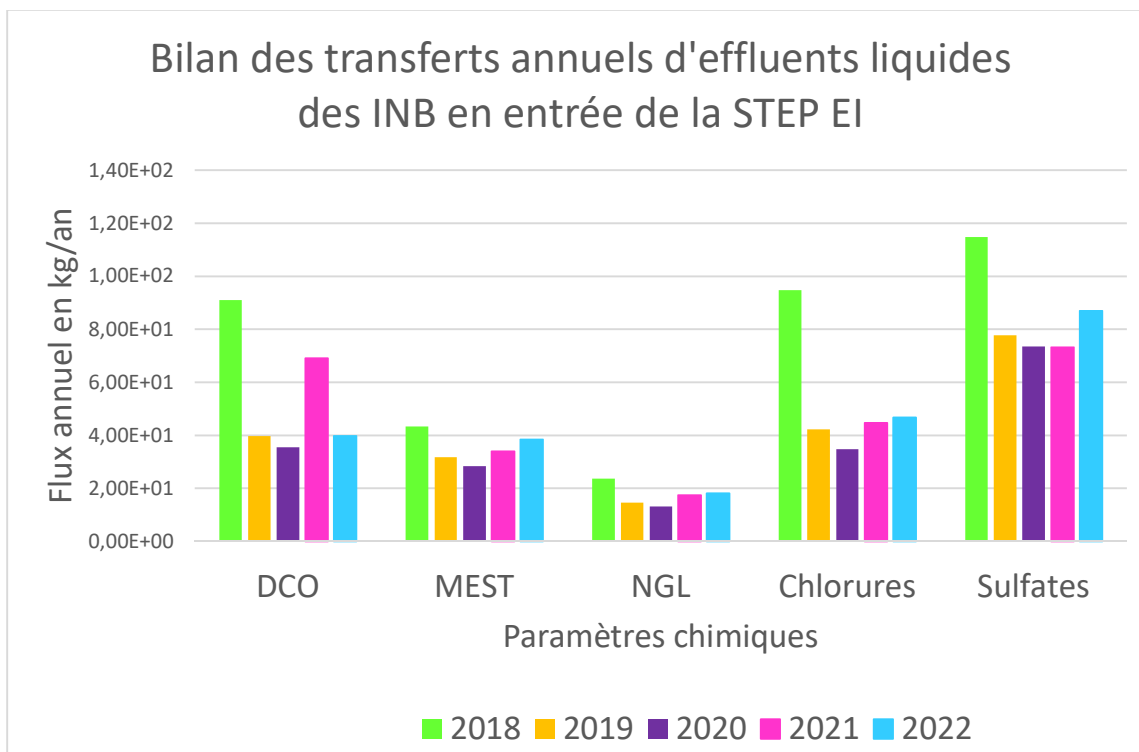
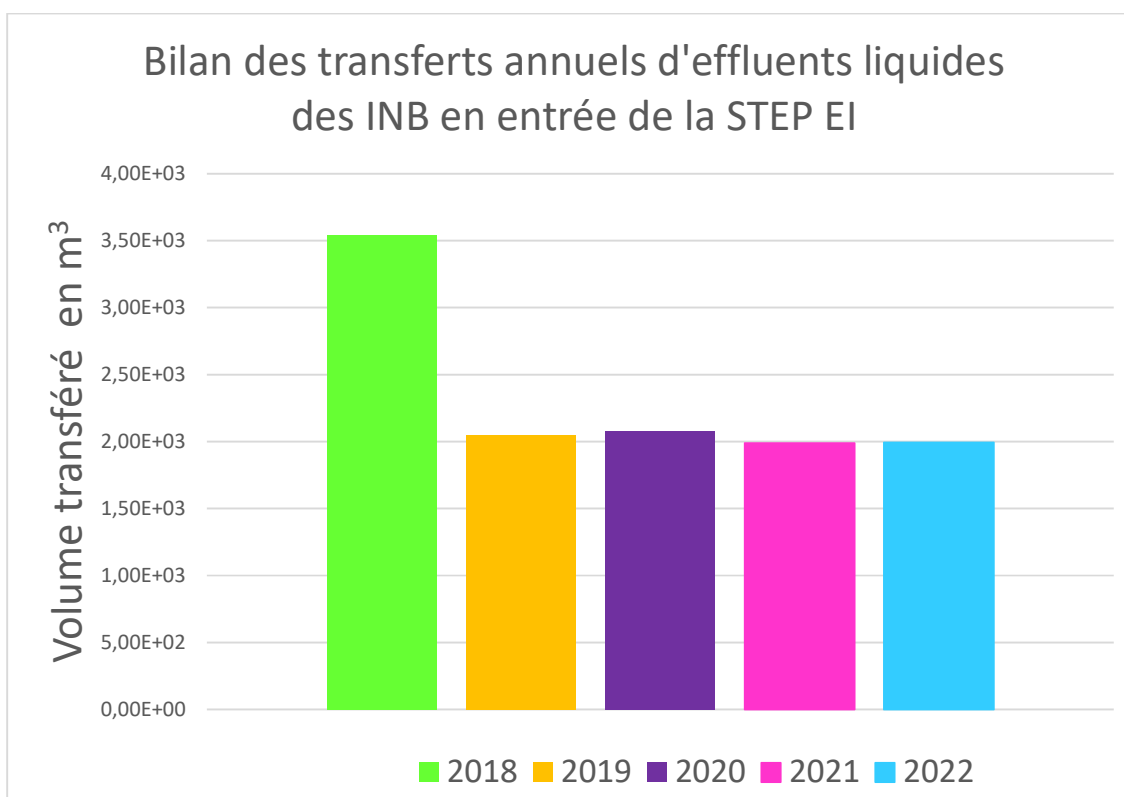


Figure 4 : Volumes annuels des effluents industriels transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années



4.4.3 Bilans des rejets des effluents liquides dans le canal EDF de Jouques.

Dans le cadre d'opérations liées au renouvellement d'eau de la conduite des eaux de refroidissement de l'INB 172-RJH, qui n'est actuellement pas raccordée au réacteur, et à la réalisation d'opérations de maintenance sur les vannes de l'ouvrage, une vidange ponctuelle a été réalisée le 15 juin 2022 dans le canal EDF de Jouques. Des mesures de température, pH et conductivité de l'eau du canal et de la conduite ont été faites en début, en milieu et en fin de rejet. L'absence de radioéléments d'origine artificielle a également été vérifiée.

4.5 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX

4.5.1 Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs

Ce chapitre présente une synthèse des bilans des rejets gazeux émis par les Installations Nucléaires de Base civiles (INB) pour l'année 2022.

Les valeurs d'activités prennent en compte les radioéléments définis dans les spectres radiologiques respectifs de chaque installation en application des méthodes d'analyses et règles de comptabilisation en vigueur. Les bilans pour chaque installation nucléaire de base avec le détail des activités rejetées mensuellement par INB figurent dans les tableaux du paragraphe 4.5.1.1.

Le tableau 8 présente le cumul annuel pour l'ensemble des installations nucléaires de base civiles. Ce bilan est donné à titre informatif, la décision ne fixant pas de valeurs globales d'activité pour l'ensemble des installations nucléaires de base. Un rappel des bilans sur les 4 années précédentes est également présenté dans ce tableau.

Tableau 8 : Activité rejetée pour l'année 2022 pour les rejets atmosphériques

Rejets gazeux INB Civiles	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Cumul annuel 2022	3,85E+01	1,34E+00	1,53E+04	1,36E-03	1,46E-03	1,03E-05
Cumul annuel 2021	6,21E+01	1,36E+00	1,60E+04	1,17E-03	2,06E-03	1,32E-05
Cumul annuel 2020	9,50E+01	1,41E+00	1,55E+04	1,22E-03	2,26E-03	8,86E-06
Cumul annuel 2019	1,73E+02	1,28E+00	1,22E+04	1,25E-03	2,31E-03	1,11E-05
Cumul annuel 2018	3,89E+01	1,25E+00	1,17E+04	1,14E-03	2,04E-03	1,19E-05

Il n'y a pas eu de dépassement des limites annuelles autorisées par INB.

4.5.1.1 Bilans des rejets d'effluents gazeux radioactifs par INB

Les tableaux suivants présentent par INB :

- Le bilan mensuel,
- Le cumul annuel,
- Les autorisations annuelles de rejet (les valeurs limites annuelles sont définies en annexe de la décision ASN n°2017-DC-0596),
- Les limites mensuelles de rejet,
- Le pourcentage par rapport aux autorisations annuelles,
- Les prévisions de rejets transmises à l'ASN par courrier DG/CEACAD/CSN DO 2022-66 du 31/01/2022,
- Le pourcentage par rapport aux prévisions,
- Pour chaque INB, les éléments permettant d'expliquer, le cas échéant, les différences entre les prévisions et les valeurs réelles de rejets ne sont explicités que lorsqu'ils sortent des domaines de variabilité mentionnés dans le courrier DG/CEACAD/CSN DO 2022-66 du 31/01/2022.

Tableau 9 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 22 en 2022

Rejets gazeux INB 22	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14*	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	9,06E-01	0,00E+00	-	-	4,33E-06	2,64E-08
Février	6,95E-01	0,00E+00	-	-	4,44E-06	1,25E-08
Mars	8,39E-01	0,00E+00	-	-	4,40E-06	2,77E-08
Avril	6,25E-01	0,00E+00	-	-	4,04E-06	3,39E-08
Mai	8,17E-01	0,00E+00	-	-	4,14E-06	2,80E-08
Juin	2,71E-01	0,00E+00	-	-	4,08E-06	1,97E-08
Juillet	9,57E-01	0,00E+00	-	-	3,73E-06	2,72E-08
Août	1,48E+00	0,00E+00	-	-	3,34E-06	2,43E-08
Septembre	1,75E+00	0,00E+00	-	-	6,68E-06	2,72E-08
Octobre	1,16E+00	0,00E+00	-	-	6,42E-06	2,52E-08
Novembre	1,34E+00	0,00E+00	-	-	5,89E-06	2,58E-08
Décembre	9,16E-01	0,00E+00	-	-	6,30E-06	2,01E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	1,18E+01	0,00E+00	-	-	5,78E-05	2,98E-07
Autorisation annuelle (GBq)	7,00E+01	1,40E-01	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	1,15E+01	-	-	-	5,00E-05	5,00E-05
% Autorisation annuelle	16,79	0,00	-	-	19,26	0,15
Prévisions annuelles GBq	1,10E+01	4,00E-04	-	-	5,00E-05	3,00E-07
%par rapport à la prévision	6,85%	-100,00%	-	-	15,59%	-0,65%

* Rejet concerté

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Carbone 14 – Gaz rares – Halogènes - Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 5 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 22 sur les 5 dernières années

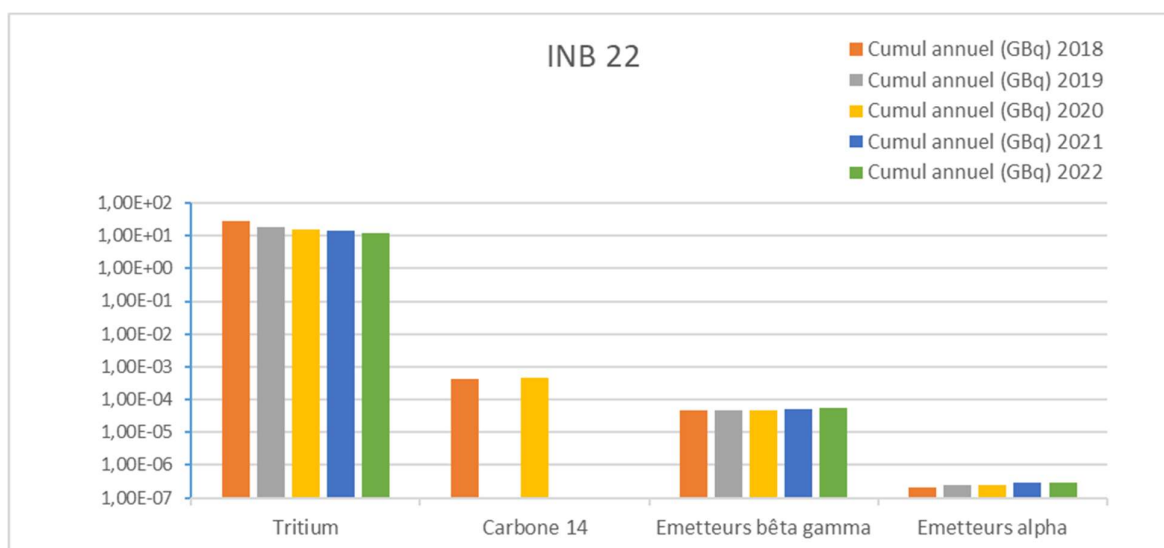


Tableau 10 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 24 en 2022

Rejets gazeux INB 24	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,10E-01	7,24E-03	3,29E+02	7,31E-06	6,93E-07	4,52E-09
Février	1,08E-01	6,99E-03	2,37E+02	1,24E-05	7,36E-07	4,20E-09
Mars	2,00E-01	7,43E-03	3,59E+02	8,42E-06	7,18E-07	2,48E-09
Avril	1,24E-01	8,91E-03	3,87E+02	8,03E-06	8,38E-07	5,10E-09
Mai	2,03E-01	1,40E-02	3,84E+02	8,41E-06	7,80E-07	3,57E-09
Juin	2,00E-01	7,60E-03	3,20E+02	2,18E-05	6,66E-07	3,33E-09
Juillet	2,24E-01	8,64E-03	3,61E+02	5,04E-06	4,76E-07	4,05E-09
Août	1,84E-01	7,57E-03	4,15E+02	6,00E-06	4,92E-07	3,98E-09
Septembre	4,32E-01	4,72E-03	2,70E+02	4,00E-06	6,31E-07	1,21E-09
Octobre	1,12E-01	4,81E-03	2,68E+02	4,84E-06	6,59E-07	3,01E-09
Novembre	1,79E+01	4,38E-03	3,24E+02	4,99E-06	6,49E-07	4,01E-09
Décembre	4,64E-01	4,17E-03	3,00E+02	5,11E-06	6,27E-07	3,23E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	2,03E+01	8,65E-02	3,95E+03	9,64E-05	7,97E-06	4,27E-08
Autorisation annuelle (GBq)	1,00E+03	1,50E-01	5,61E+03	2,00E-03	1,00E-05	1,00E-06
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	2,00E-06	2,00E-07
% Autorisation annuelle	2,03	57,66	70,48	4,82	79,66	4,27
Prévisions annuelles GBq	6,00E+01	9,00E-02	4,00E+03	1,20E-04	8,00E-06	5,00E-08
%par rapport à la prévision	- 66,18%	-3,91%	-1,15%	-19,64%	-0,43%	-14,62%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Carbone 14 – Gaz rares – Halogènes - Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Tritium : La valeur réelle de rejet tritium est inférieure à la plage de variabilité annoncée (66% au lieu de 50%). Le prévisionnel pour l'année 2022 a légèrement surestimé le rejet tritium. Pour l'année 2023, le prévisionnel a pris en compte ce retour d'expérience.

Figure 6 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 24 sur les 5 dernières années

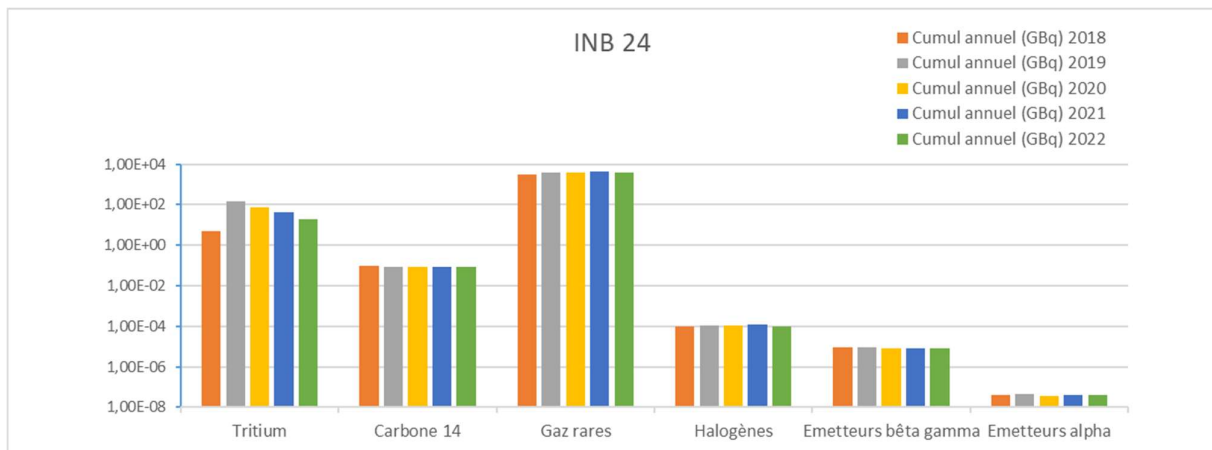


Tableau 11 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 25 en 2022

Rejets gazeux INB 25	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	2,74E-02	-	-	-	3,73E-06	9,74E-09
Février	2,52E-02	-	-	-	3,28E-06	9,34E-09
Mars	2,63E-02	-	-	-	3,08E-06	1,51E-08
Avril	2,58E-02	-	-	-	3,40E-06	1,21E-08
Mai	1,81E-02	-	-	-	2,62E-06	1,14E-08
Juin	1,81E-02	-	-	-	2,96E-06	2,06E-08
Juillet	1,74E-02	-	-	-	2,84E-06	7,55E-09
Août	1,85E-02	-	-	-	2,83E-06	1,05E-08
Septembre	1,81E-02	-	-	-	4,07E-06	7,38E-09
Octobre	1,70E-02	-	-	-	4,78E-06	9,03E-09
Novembre	1,79E-02	-	-	-	4,56E-06	9,28E-09
Décembre	1,93E-02	-	-	-	4,54E-06	7,30E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	2,49E-01	-	-	-	4,27E-05	1,29E-07
Autorisation annuelle (GBq)	3,50E+01	-	-	-	2,30E-03	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	9,00E+00	-	-	-	1,00E-03	3,00E-05
% Autorisation annuelle	0,71	-	-	-	1,86	0,06
Prévisions annuelles GBq	4,50E-01	-	-	-	4,30E-05	1,60E-07
%par rapport à la prévision	-44,67%	-	-	-	-0,74%	-19,16%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha - Tritium : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 7 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 25 sur les 5 dernières années

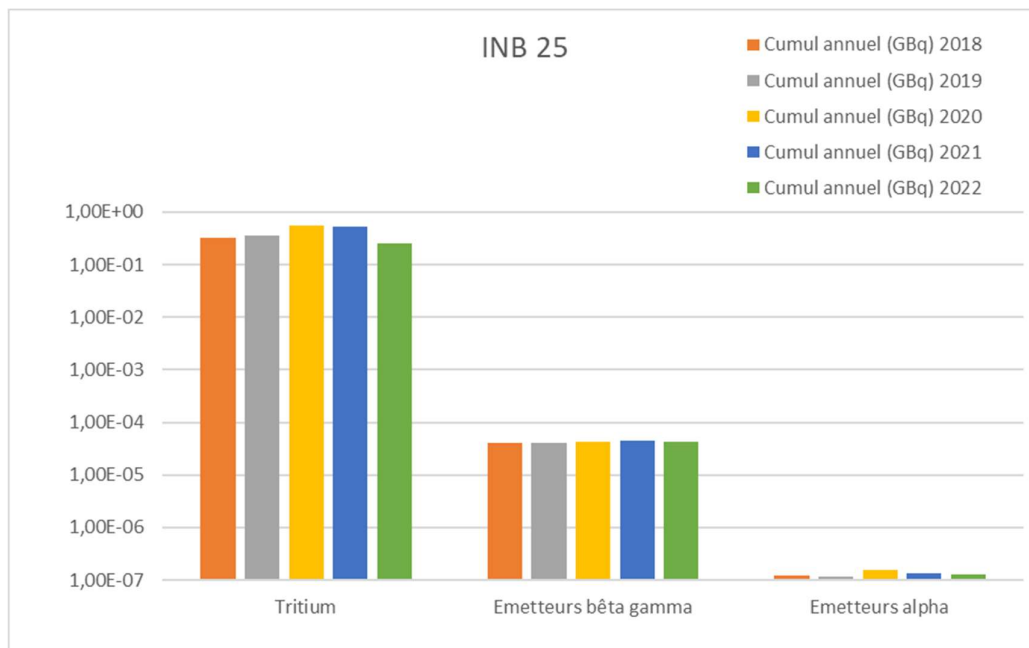


Tableau 12 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 32 en 2022

Rejets gazeux INB 32	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	5,83E-06	1,13E-07
Février	-	-	-	-	7,12E-06	1,03E-07
Mars	-	-	-	-	4,63E-06	1,47E-06
Avril	-	-	-	-	5,40E-06	1,98E-07
Mai	-	-	-	-	6,76E-06	1,19E-07
Juin	-	-	-	-	6,48E-06	9,36E-07
Juillet	-	-	-	-	4,67E-06	9,14E-07
Août	-	-	-	-	5,15E-06	1,05E-07
Septembre	-	-	-	-	5,19E-06	1,05E-07
Octobre	-	-	-	-	7,47E-06	2,77E-07
Novembre	-	-	-	-	8,54E-06	1,74E-07
Décembre	-	-	-	-	9,21E-06	7,26E-07
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	7,64E-05	5,24E-06
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	25,48	2,62
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	6,00E-05	3,60E-06
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	27,41%	45,63%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Alpha - Bêta-Gamma : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 8 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 32 sur les 5 dernières années

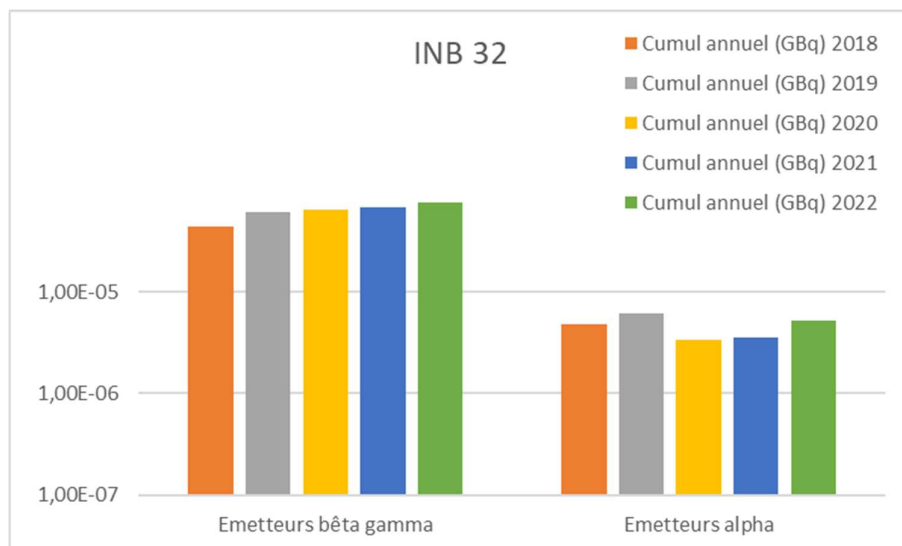


Tableau 13 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 37 A en 2022

Rejets gazeux INB 37 A	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	8,90E-03	-	-	-	9,63E-07	9,00E-09
Février	8,77E-03	-	-	-	1,05E-06	8,52E-09
Mars	7,91E-03	-	-	-	1,12E-06	8,79E-09
Avril	8,75E-03	-	-	-	9,63E-07	7,69E-09
Mai	9,05E-03	-	-	-	1,22E-06	9,47E-09
Juin	9,10E-03	-	-	-	1,16E-06	8,76E-09
Juillet	8,88E-03	-	-	-	1,43E-06	8,93E-09
Août	1,26E-02	-	-	-	1,43E-06	8,76E-09
Septembre	7,20E-03	-	-	-	2,08E-06	7,38E-09
Octobre	8,17E-03	-	-	-	1,70E-06	1,15E-08
Novembre	8,94E-03	-	-	-	1,99E-06	7,70E-09
Décembre	8,96E-03	-	-	-	1,42E-06	4,99E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	1,07E-01	-	-	-	1,65E-05	1,02E-07
Autorisation annuelle (GBq)	4,80E+01	-	-	-	7,00E-05	2,50E-05
Limites mensuelles (GBq)	8,00E+00	-	-	-	1,20E-05	4,20E-06
% Autorisation annuelle	0,22	-	-	-	23,60	0,41
Prévisions annuelles GBq	4,10E-01	-	-	-	1,60E-05	5,30E-06
%par rapport à la prévision	-73,85%	-	-	-	3,24%	-98,08%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Alpha - Bêta-Gamma : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Tritium : La valeur réelle de rejet tritium est inférieure à la plage de variabilité annoncée (73% au lieu de 30%). Les travaux de mise en service de l'ETCMI sur le dernier trimestre 2022, plus conséquents que prévus, ont impacté la production de colis 500L MI et 870L FI sur cette période avec donc moins d'opérations de compactage de poubelles/fûts.

Figure 9 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 37 A sur les 5 dernières années

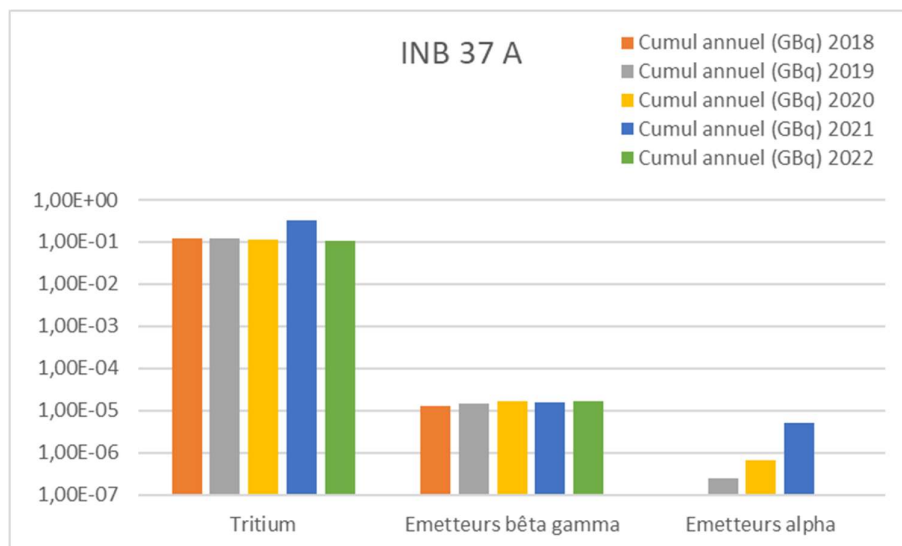


Tableau 14 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 37 B en 2022

Rejets gazeux INB 37 B	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,15E-02	-	-	-	2,22E-06	1,53E-08
Février	1,05E-02	-	-	-	2,11E-06	2,20E-08
Mars	1,02E-02	-	-	-	2,36E-06	1,44E-08
Avril	2,17E-02	-	-	-	2,20E-06	1,08E-08
Mai	1,15E-02	-	-	-	2,15E-06	1,15E-08
Juin	1,13E-02	-	-	-	2,01E-06	1,24E-08
Juillet	1,16E-02	-	-	-	2,32E-06	9,52E-09
Août	1,19E-02	-	-	-	2,01E-06	1,34E-08
Septembre	1,13E-02	-	-	-	2,79E-06	3,51E-08
Octobre	1,16E-02	-	-	-	3,75E-06	1,41E-08
Novembre	1,14E-02	-	-	-	3,17E-06	1,46E-08
Décembre	1,26E-02	-	-	-	3,47E-06	1,46E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	1,47E-01	-	-	-	3,06E-05	1,88E-07
Autorisation annuelle (GBq)	6,00E+00	-	-	-	1,70E-04	3,50E-05
Limites mensuelles (GBq)	3,00E+00	-	-	-	2,80E-05	5,80E-06
% Autorisation annuelle	2,45	-	-	-	17,98	0,54
Prévisions annuelles GBq	1,50E-01	-	-	-	2,20E-05	3,50E-06
%par rapport à la prévision	-1,86%	-	-	-	38,91%	-94,63%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Emetteurs Bêta-Gamma- Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 10 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 37 B sur les 5 dernières années

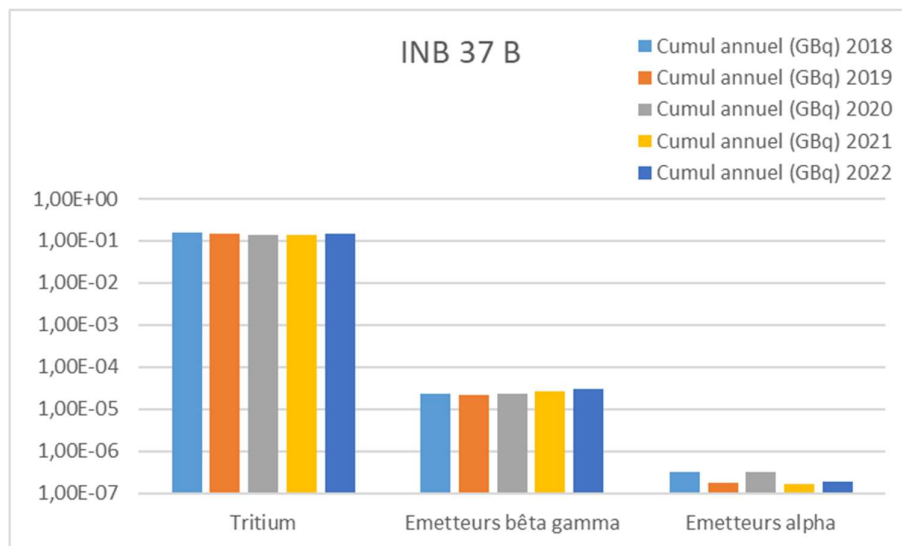


Tableau 15 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 39 en 2022

Rejets gazeux INB 39	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	5,02E-07	2,73E-09
Février	-	-	-	-	5,81E-07	5,18E-09
Mars	-	-	-	-	5,32E-07	2,13E-09
Avril	-	-	-	-	3,90E-07	1,66E-09
Mai	-	-	-	-	4,30E-07	2,96E-09
Juin	-	-	-	-	4,65E-07	3,29E-09
Juillet	-	-	-	-	4,31E-07	1,43E-08
Août	-	-	-	-	4,51E-07	1,94E-09
Septembre	-	-	-	-	7,71E-07	5,21E-09
Octobre	-	-	-	-	7,69E-07	5,75E-09
Novembre	-	-	-	-	8,23E-07	4,97E-09
Décembre	-	-	-	-	5,45E-07	5,51E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	6,69E-06	5,57E-08
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	1,70E-05	1,40E-05
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	3,00E-06	2,00E-06
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	39,35	0,40
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	8,00E-06	6,00E-08
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	-16,37%	-7,20%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 11 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 39 sur les 5 dernières années

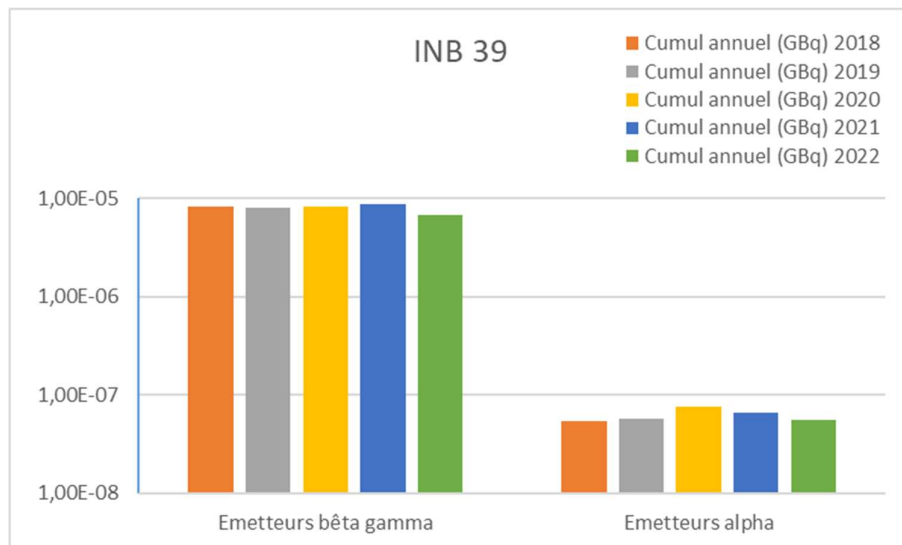


Tableau 16 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 42-95 en 2022

Rejets gazeux INB 42-95	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	4,86E-04	-	-	-	1,55E-07	1,09E-09
Février	4,43E-04	-	-	-	1,41E-07	1,41E-09
Mars	3,81E-04	-	-	-	1,64E-07	1,17E-09
Avril	4,99E-04	-	-	-	1,70E-07	7,67E-10
Mai	4,65E-04	-	-	-	1,66E-07	1,41E-09
Juin	5,34E-04	-	-	-	1,79E-07	1,54E-09
Juillet	5,52E-04	-	-	-	2,26E-07	5,64E-10
Août	5,58E-04	-	-	-	1,79E-07	1,34E-09
Septembre	5,94E-04	-	-	-	2,40E-07	1,12E-09
Octobre	5,17E-04	-	-	-	2,47E-07	2,23E-09
Novembre	4,99E-04	-	-	-	2,36E-07	1,44E-09
Décembre	5,01E-04	-	-	-	2,55E-07	2,77E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	6,03E-03	-	-	-	2,36E-06	1,68E-08
Autorisation annuelle (GBq)	1,70E-02	-	-	-	2,60E-06	2,20E-06
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	4,00E-07	4,00E-07
% Autorisation annuelle	35,47	-	-	-	90,61	0,77
Prévisions annuelles GBq	6,00E-03	-	-	-	2,00E-06	2,00E-08
%par rapport à la prévision	0,49%	-	-	-	17,80%	-15,77%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Emetteurs Bêta-Gamma - Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 12 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 42/95 sur les 5 dernières années

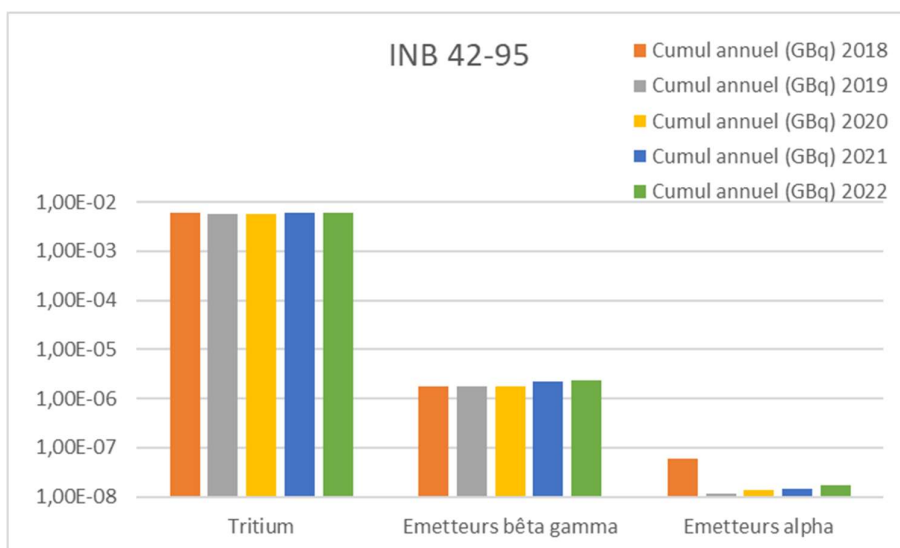


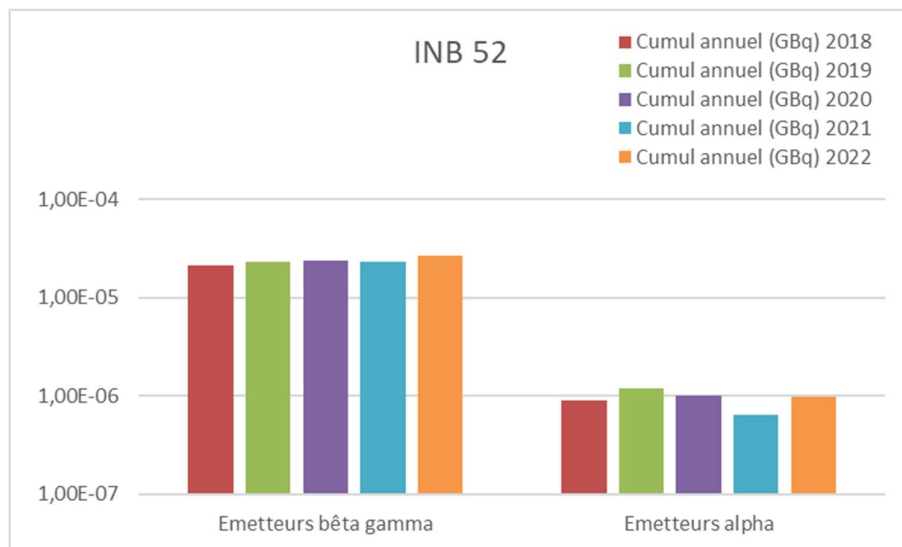
Tableau 17 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 52 en 2022

Rejets gazeux INB 52	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	1,67E-06	1,05E-07
Février	-	-	-	-	1,83E-06	6,90E-08
Mars	-	-	-	-	1,71E-06	4,45E-08
Avril	-	-	-	-	1,79E-06	3,13E-08
Mai	-	-	-	-	1,67E-06	8,47E-08
Juin	-	-	-	-	2,21E-06	7,40E-08
Juillet	-	-	-	-	1,76E-06	9,35E-08
Août	-	-	-	-	2,23E-06	8,70E-08
Septembre	-	-	-	-	3,17E-06	1,46E-07
Octobre	-	-	-	-	2,89E-06	5,08E-08
Novembre	-	-	-	-	2,74E-06	1,07E-07
Décembre	-	-	-	-	3,17E-06	7,58E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	2,68E-05	9,68E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	1,00E-04	8,10E-05
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	3,00E-05	1,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	26,84	1,19
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	2,20E-05	1,60E-06
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	21,98%	-39,51%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 13 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 52 sur les 5 dernières années



INB 53

Pour l'INB 53, les activités bêta et alpha globales mesurées mensuellement sont inférieures au seuil de vérification d'absence.

Tableau 18 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 54 en 2022

Rejets gazeux INB 54	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	3,10E-06	4,35E-08
Février	-	-	-	-	2,68E-06	5,06E-08
Mars	-	-	-	-	1,81E-06	6,01E-08
Avril	-	-	-	-	1,76E-06	3,74E-08
Mai	-	-	-	-	1,46E-06	2,79E-08
Juin	-	-	-	-	1,65E-06	4,88E-08
Juillet	-	-	-	-	1,79E-06	3,32E-08
Août	-	-	-	-	1,54E-06	3,93E-08
Septembre	-	-	-	-	2,73E-06	3,19E-08
Octobre	-	-	-	-	2,30E-06	4,30E-08
Novembre	-	-	-	-	1,83E-06	4,29E-08
Décembre	-	-	-	-	2,42E-06	5,91E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	2,51E-05	5,18E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	8,36	0,26
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	2,00E-05	5,00E-07
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	25,33%	3,58%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 14 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 54 sur les 5 dernières années

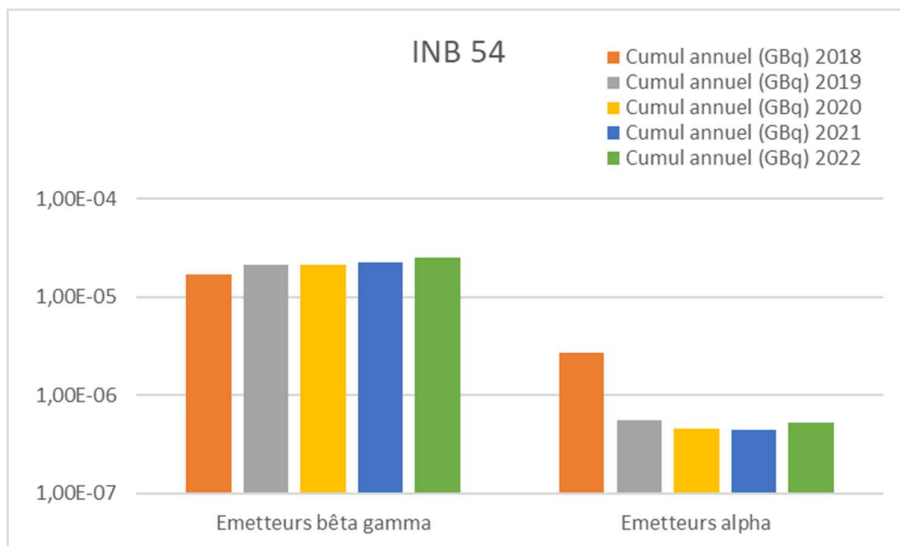


Tableau 19 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 55 LECA en 2022

Rejets gazeux INB 55 LECA E22	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	2,56E-01	6,08E-02	8,64E+01	5,31E-05	5,35E-05	9,10E-08
Février	1,26E-01	5,81E-02	8,30E+01	6,98E-05	1,20E-04	1,04E-07
Mars	1,10E-01	5,81E-02	9,26E+01	8,64E-05	8,73E-05	1,63E-07
Avril	1,89E-01	6,30E-02	9,19E+01	5,93E-05	4,71E-05	1,05E-07
Mai	1,28E-01	6,45E-02	8,95E+01	5,47E-05	5,32E-05	1,04E-07
Juin	1,05E-01	6,54E-02	6,57E+01	5,47E-05	4,99E-05	1,09E-07
Juillet	8,31E-02	6,23E-02	8,85E+01	5,07E-05	4,67E-05	1,08E-07
Août	1,02E-01	5,95E-02	1,06E+02	5,36E-05	4,93E-05	5,39E-08
Septembre	1,47E-01	4,97E-02	9,11E+01	4,92E-05	5,50E-05	1,00E-07
Octobre	1,01E-01	4,81E-02	8,74E+01	5,14E-05	5,51E-05	7,83E-08
Novembre	1,07E-01	4,40E-02	1,29E+02	6,07E-05	5,62E-05	7,03E-08
Décembre	1,31E-01	4,29E-02	9,44E+01	5,21E-05	5,48E-05	7,05E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	1,59E+00	6,76E-01	1,11E+03	6,96E-04	7,28E-04	1,16E-06
Autorisation annuelle (GBq)	1,50E+03	3,80E+00	2,40E+04	9,60E-03	2,90E-02	9,80E-05
Limites mensuelles (GBq)	2,50E+02	6,30E-01	4,00E+03	1,60E-03	4,80E-03	1,60E-04
% Autorisation annuelle	0,11	17,80	4,61	7,25	2,51	1,18
Prévisions annuelles GBq	3,50E+00	6,50E-01	1,20E+03	6,50E-04	1,30E-03	2,00E-06
%par rapport à la prévision	-54,71%	4,05%	-7,88%	7,03%	-44,02%	-42,14%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Carbone 14 - Gaz rares – Iodes - Emetteurs Bêta-Gamma - Emetteurs Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Tritium : La valeur réelle de rejet tritium est inférieure à la plage de variabilité annoncée (54% au lieu de 30%). L'activité rejetée est inférieure au prévisionnel mais reste proche de la variabilité (54% au lieu de 30%). La nature ainsi que le volume des opérations réalisées en cellules du LECA est sensiblement identique aux 5 dernières années (excepté 2020 – crise sanitaire) ; il n'y a pas eu de baisse significative des activités réalisées en cellules. Pour l'année 2023, les plages de variabilité annoncées ont pris en compte ce retour d'expérience

Figure 15 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 55 LECA sur les 5 dernières années

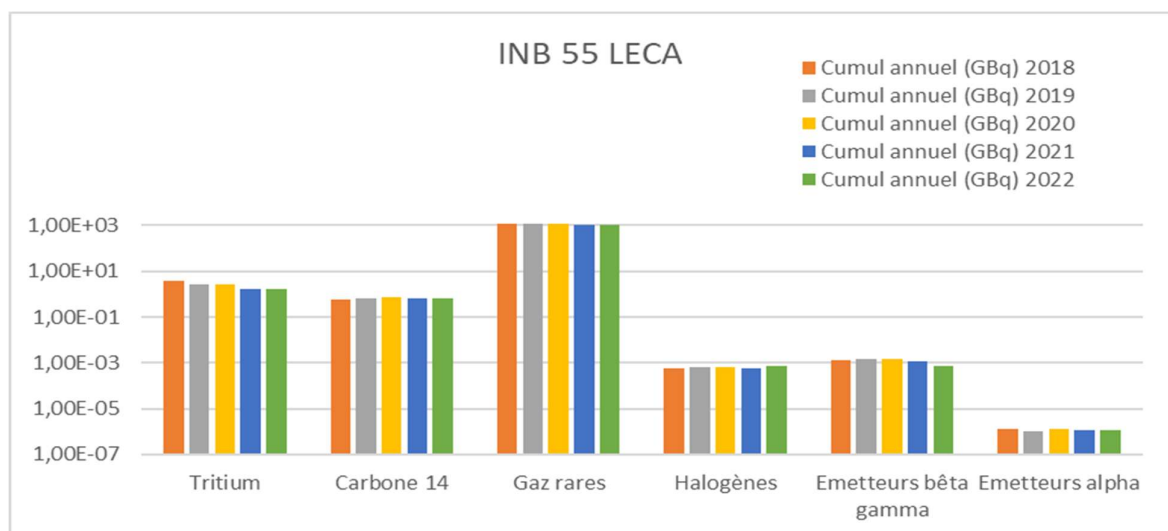


Tableau 20 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 55 STAR en 2022

Rejets gazeux INB 55 STAR E64	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	3,45E-02	2,73E-02	6,56E+01	2,39E-05	2,28E-05	4,39E-08
Février	2,52E-02	2,56E-02	3,66E+01	2,79E-05	5,42E-05	4,98E-08
Mars	2,03E-02	3,19E-02	4,14E+01	2,53E-05	2,49E-05	3,51E-08
Avril	2,11E-01	3,07E-02	8,83E+01	2,42E-05	2,34E-05	3,34E-08
Mai	2,35E-02	3,12E-02	3,91E+01	2,52E-05	2,28E-05	3,79E-08
Juin	2,35E-02	3,11E-02	3,73E+01	2,16E-05	2,01E-05	3,83E-08
Juillet	2,52E-02	2,90E-02	3,84E+01	2,10E-05	2,17E-05	2,62E-08
Août	3,12E-02	2,50E-02	4,43E+01	2,51E-05	2,40E-05	3,79E-08
Septembre	3,11E-02	2,15E-02	3,94E+01	2,44E-05	2,33E-05	5,28E-08
Octobre	1,99E-02	2,06E-02	3,74E+01	2,37E-05	2,32E-05	6,02E-08
Novembre	1,48E-02	1,69E-02	4,23E+01	2,89E-05	2,66E-05	5,14E-08
Décembre	2,03E-02	1,71E-02	3,80E+01	4,40E-05	4,95E-05	6,02E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	4,80E-01	3,08E-01	5,48E+02	3,15E-04	3,36E-04	5,27E-07
Autorisation annuelle (GBq)	7,60E+02	1,80E+00	1,30E+04	4,80E-03	1,40E-02	4,10E-05
Limites mensuelles (GBq)	1,30E+02	3,00E-01	2,20E+03	8,00E-04	2,30E-03	5,80E-06
% Autorisation annuelle	0,06	17,10	4,22	6,56	2,40	1,29
Prévisions annuelles GBq	6,00E-01	3,00E-01	5,00E+02	2,50E-04	5,00E-04	3,50E-07
%par rapport à la prévision	-19,96%	2,61%	9,62%	26,05%	-32,71%	50,59%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Carbone 14 - Gaz rares – Iodes - Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 16 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 55 STAR sur les 5 dernières années

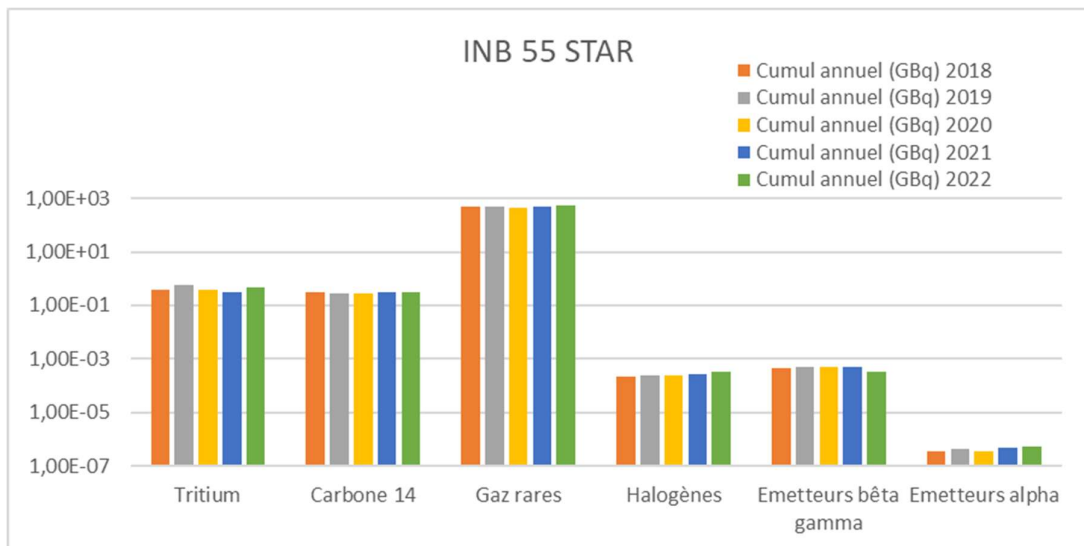


Tableau 21 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 56 en 2022

Rejets gazeux INB 56	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	6,03E-02	-	-	-	1,36E-06	9,07E-09
Février	6,84E-02	-	-	-	1,23E-06	8,50E-09
Mars	8,13E-02	-	-	-	1,28E-06	8,24E-09
Avril	8,58E-02	-	-	-	1,21E-06	1,03E-08
Mai	1,27E-01	-	-	-	1,07E-06	9,22E-09
Juin	1,70E-01	-	-	-	1,93E-06	1,42E-08
Juillet	2,01E-01	-	-	-	1,19E-06	1,94E-08
Août	2,17E-01	-	-	-	1,12E-06	1,26E-08
Septembre	3,39E-01	-	-	-	1,90E-06	1,09E-08
Octobre	1,02E-01	-	-	-	1,79E-06	1,31E-08
Novembre	9,59E-02	-	-	-	1,86E-06	9,05E-09
Décembre	8,38E-02	-	-	-	1,84E-06	8,96E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	1,63E+00	-	NM*	-	1,78E-05	1,34E-07
Autorisation annuelle (GBq)	5,10E+00	-	1,00E+02	-	7,80E-05	2,20E-05
Limites mensuelles (GBq)	8,50E-01	-	1,50E+01	-	1,00E-05	3,00E-06
% Autorisation annuelle	31,98	-	-	-	22,81	0,61
Prévisions annuelles GBq	2,80E+00	-	-*	-	1,50E-05	1,90E-07
%par rapport à la prévision	-41,76%	-	-	-	18,59%	-29,73%
Rejets diffus annuels estimés (GBq)**	2,34E+03	2,10E-01	8,90E+02 en Rn 222	-	-	-

* Pour information Gaz rares : NM (non mesuré). Mesure requise uniquement lors des opérations de reprise et de conditionnement des terres Bayard. Aucune opération de reprise et de conditionnement des terres Bayard n'a été réalisée sur l'INB 56 en 2022, seules des actions de désentreposage de ces déchets ont été réalisées.

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Emetteurs Bêta-Gamma - Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 17 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 56 sur les 5 dernières années

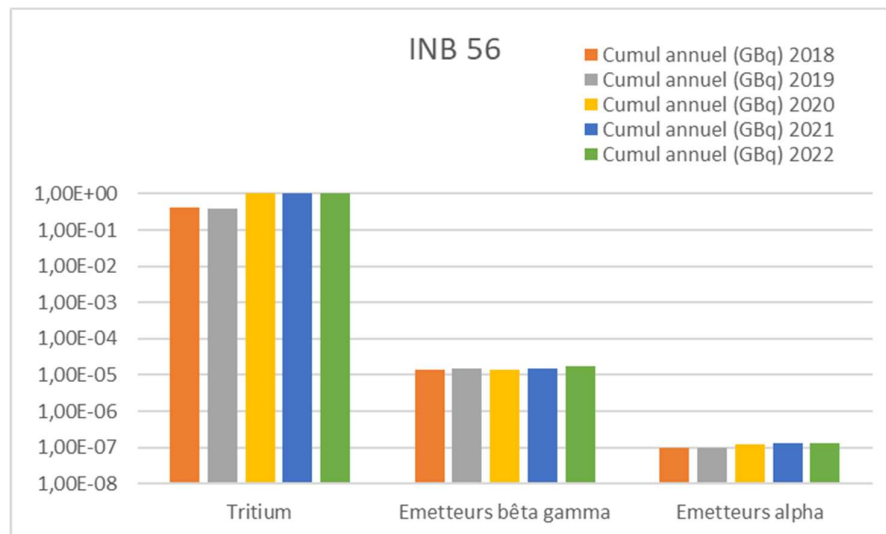


Tableau 22 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 92 en 2022

Rejets gazeux INB 92	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	2,39E-03	-	7,45E+02	1,81E-05	2,02E-06	5,08E-09
Février	2,13E-03	-	7,36E+02	2,14E-05	2,00E-06	1,38E-08
Mars	2,04E-03	-	8,29E+02	1,68E-05	1,96E-06	6,49E-09
Avril	2,17E-03	-	7,62E+02	1,51E-05	1,65E-06	8,87E-09
Mai	2,44E-03	-	7,22E+02	1,81E-05	1,60E-06	7,27E-09
Juin	3,00E-03	-	7,77E+02	1,71E-05	2,31E-06	6,93E-09
Juillet	3,95E-03	-	8,10E+02	2,21E-05	2,54E-06	1,98E-08
Août	3,67E-03	-	9,55E+02	2,58E-05	2,56E-06	1,79E-08
Septembre	8,45E-01	-	8,07E+02	2,05E-05	3,99E-06	1,92E-08
Octobre	1,46E-02	-	7,73E+02	2,48E-05	3,93E-06	1,28E-08
Novembre	2,74E-03	-	9,21E+02	2,34E-05	2,90E-06	1,79E-08
Décembre	2,86E-03	-	8,99E+02	2,59E-05	3,59E-06	1,39E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	8,87E-01	-	9,74E+03	2,49E-04	3,11E-05	1,50E-07
Autorisation annuelle (GBq)*	1E+01 (2,40E+01*)	-	2,50E+04	2,20E-02	9,00E-05	1,50E-05
Limites mensuelles (GBq)*	2,00E-01 (2,40E+01*)	-	4,00E+03	0,00E+00	1,50E-05	3,00E-06
% Autorisation annuelle	3,69**	-	38,94	1,13	34,52	1,00
Prévisions annuelles GBq	3,50E-02	-	7,00E+03	2,20E-04	2,70E-05	1,40E-07
%par rapport à la prévision	2433,53%	-	39,09%	13,20%	15,05%	7,03%

* Pour l'INB92, Il est à noter que le réservoir REPF503 a été rejeté du 27 au 28 septembre 2022. En application de la prescription [CEACAD-3] de la décision ASN n°2017-DC-0596 : « Lors des opérations de vidange du caisson REPF-503, les limites annuelles et mensuelles en tritium pour l'émissaire E43 de l'INB 92 sont portées à 24 GBq par année glissante. »

** Pourcentage établi sur la base d'une limite annuelle de 24 GBq

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Iodes - Emetteurs Bêta-Gamma - Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Tritium : La valeur réelle de rejet tritium est supérieure à la plage de variabilité annoncée (2 433% au lieu de 100%) : Cette valeur s'explique par la réalisation d'un rejet concerté en tritium en septembre 2022, rejet concerté qui avait été annoncé dans le courrier DG/CEACAD/CSN DO 2022-66 du 31/01/2022.

Gaz rares : la valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (39% au lieu de 30%). En janvier 2020, le changement des sources présentes dans les appareils de surveillance a entraîné une hausse du bruit de fond mesuré. L'augmentation de ce bruit de fond a conduit « mathématiquement » à une augmentation de l'activité « gaz rare » calculée dans les bilans. Cette évolution a été prise en compte dans l'établissement des prévisions au titre de 2023.

Figure 18 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 92 sur les 5 dernières années

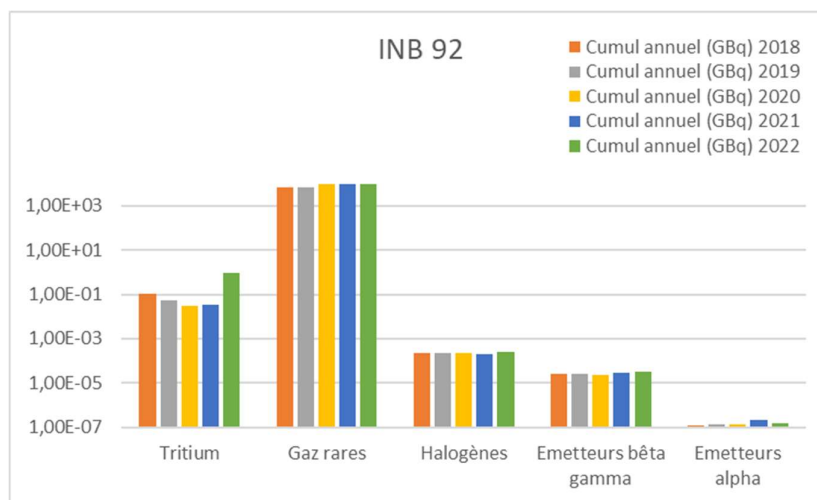


Tableau 23 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 123 en 2022

Rejets gazeux INB 123	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	2,14E-06	4,27E-08
Février	-	-	-	-	1,85E-06	3,08E-08
Mars	-	-	-	-	2,01E-06	2,86E-08
Avril	-	-	-	-	2,38E-06	4,31E-08
Mai	-	-	-	-	1,82E-06	1,93E-08
Juin	-	-	-	-	1,81E-06	4,84E-08
Juillet	-	-	-	-	2,01E-06	2,10E-08
Août	-	-	-	-	1,97E-06	4,84E-08
Septembre	-	-	-	-	1,83E-06	4,92E-08
Octobre	-	-	-	-	2,36E-06	3,43E-08
Novembre	-	-	-	-	4,13E-06	1,87E-08
Décembre	-	-	-	-	2,84E-06	4,96E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	2,71E-05	4,34E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	9,04	0,22
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	2,50E-05	4,50E-07
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	8,54%	-3,52%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteur Bêta-Gamma - Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 19 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 123 sur les 5 dernières années

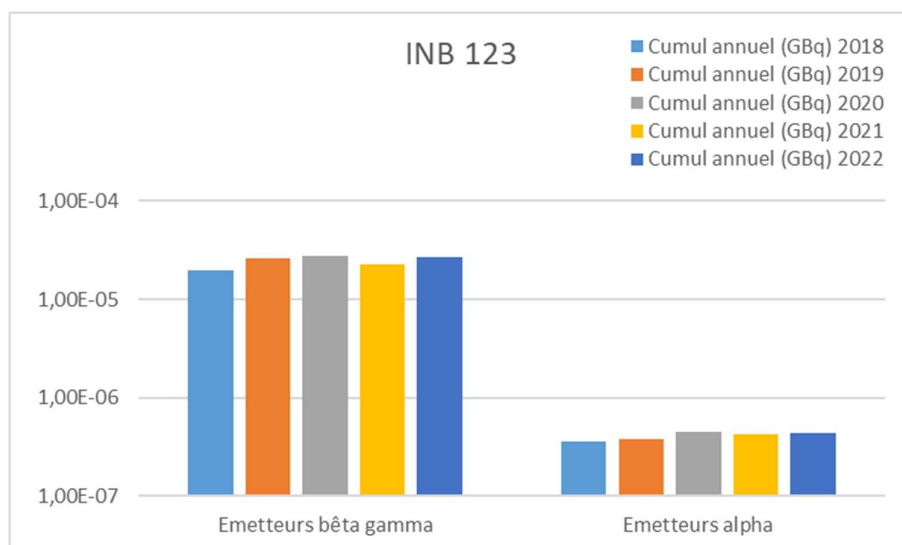


Tableau 24 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 156 en 2022

Rejets gazeux INB 156	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium*	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Février	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mars	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mai	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juin	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juillet	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Août	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Septembre	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Octobre	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Novembre	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cumul annuel (GBq) 2022	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Autorisation annuelle (GBq)	Vérification d'absence	Vérification d'absence	-	Vérification d'absence	Vérification d'absence	Vérification d'absence
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	-	-
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	-	-
Prévisions annuelles GBq	Vérification d'absence	Vérification d'absence	-	Vérification d'absence	Vérification d'absence	Vérification d'absence
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	-	-

Figure 20 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 156 sur les 5 dernières années

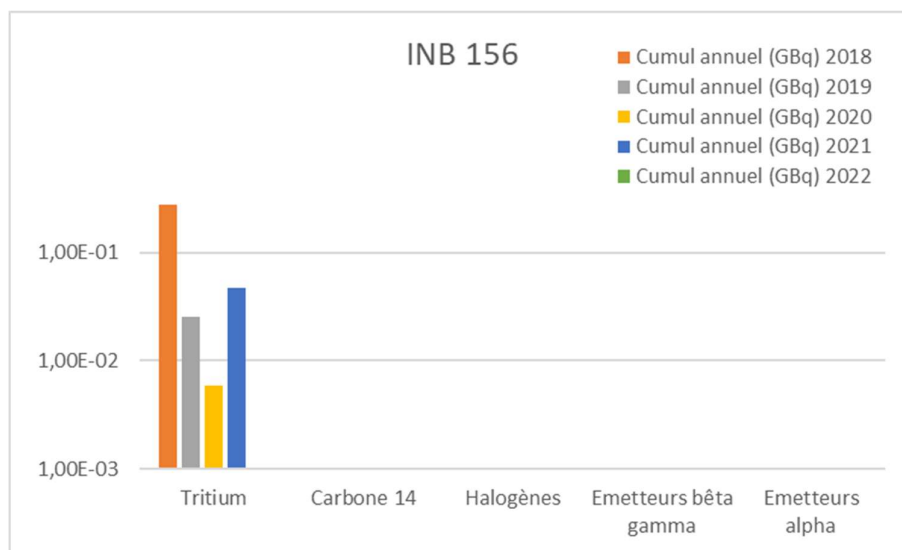


Tableau 25 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 164 en 2022

Rejets gazeux INB 164	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	6,63E-02	-	-	-	2,85E-07	4,56E-09
Février	7,18E-02	-	-	-	2,89E-07	1,74E-09
Mars	9,33E-02	-	-	-	3,08E-07	1,46E-09
Avril	8,57E-02	-	-	-	3,43E-07	2,54E-09
Mai	8,90E-02	-	-	-	2,84E-07	2,42E-09
Juin	1,28E-01	-	-	-	3,05E-07	8,85E-10
Juillet	9,50E-02	-	-	-	2,33E-07	1,46E-09
Août	1,18E-01	-	-	-	3,19E-07	2,32E-09
Septembre	1,18E-01	-	-	-	4,48E-07	1,88E-09
Octobre	1,03E-01	-	-	-	4,81E-07	1,17E-09
Novembre	9,36E-02	-	-	-	5,31E-07	1,96E-09
Décembre	9,26E-02	-	-	-	4,44E-07	2,91E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	1,15E+00	-	-	-	4,27E-06	2,53E-08
Autorisation annuelle (GBq)	3,00E+03	-	-	-	1,60E-04	1,00E-05
Limites mensuelles (GBq)	5,00E+02	-	-	-	2,70E-05	2,00E-06
% Autorisation annuelle	0,04	-	-	-	2,67	0,25
Prévisions annuelles GBq	1,10E+00	-	-	-	3,50E-06	2,00E-08
%par rapport à la prévision	4,90%	-	-	-	22,01%	26,49%
Rejets diffus annuels estimés (GBq)	1,27E+02	-	2,41E-03 en Rn 222	-	-	-

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 21 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 164 sur les 5 dernières années

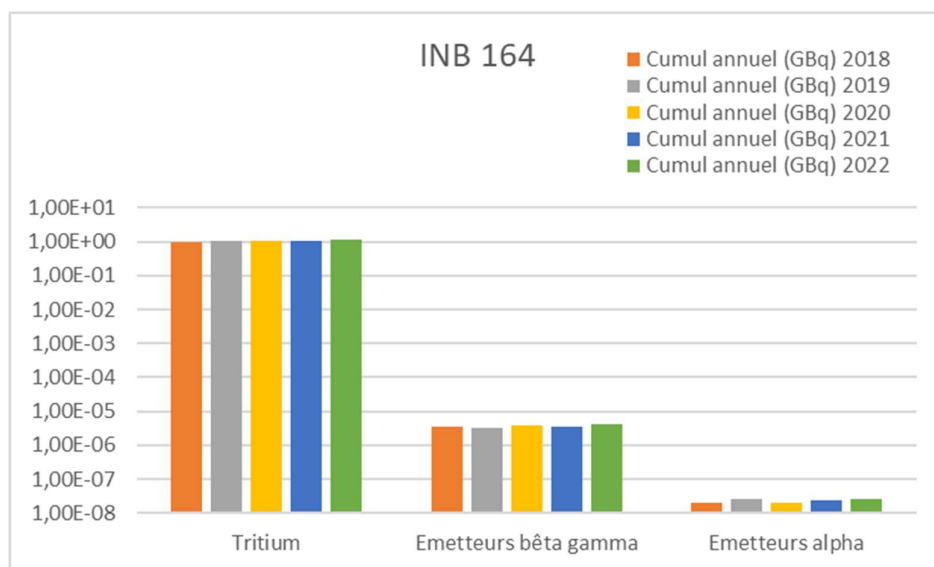


Tableau 26 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 169 en 2022

Rejets gazeux INB 169	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	8,62E-07	1,85E-08
Février	-	-	-	-	9,94E-07	1,62E-08
Mars	-	-	-	-	8,05E-07	1,92E-08
Avril	-	-	-	-	8,73E-07	1,10E-08
Mai	-	-	-	-	7,47E-07	1,64E-08
Juin	-	-	-	-	6,83E-07	2,54E-08
Juillet	-	-	-	-	7,42E-07	2,29E-08
Août	-	-	-	-	8,65E-07	2,52E-08
Septembre	-	-	-	-	8,06E-07	3,10E-08
Octobre	-	-	-	-	2,31E-06	3,06E-08
Novembre	-	-	-	-	9,35E-07	1,87E-08
Décembre	-	-	-	-	1,01E-06	2,71E-08
Cumul annuel (GBq) 2022	-	-	-	-	1,16E-05	2,62E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	4,00E-05
Limites mensuelles (GBq)*	-	-	-	-	1,00E-05	6,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	23,26	0,66
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	1,00E-05	2,50E-07
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	16,31%	4,86%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Emetteurs Bêta-Gamma – Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 22 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 169 sur les 5 dernières années

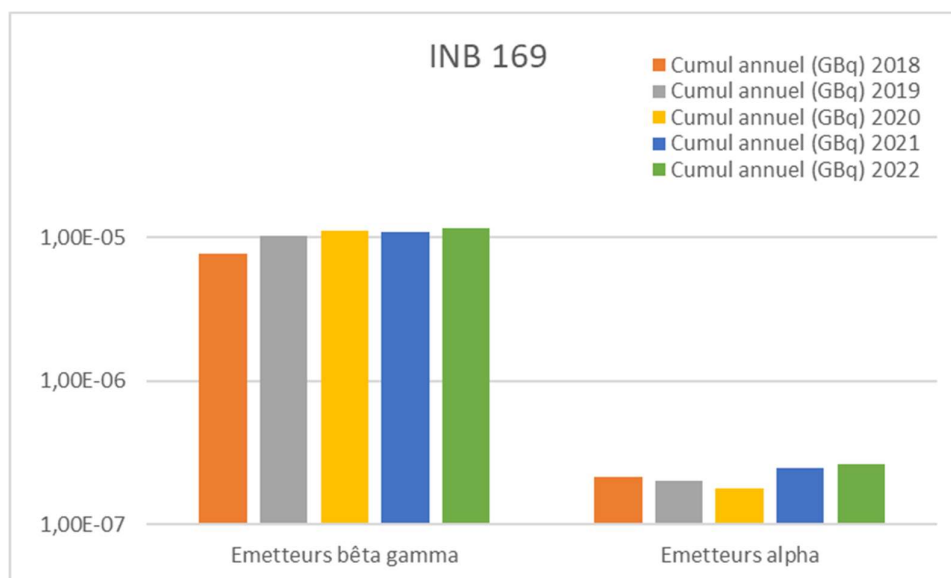


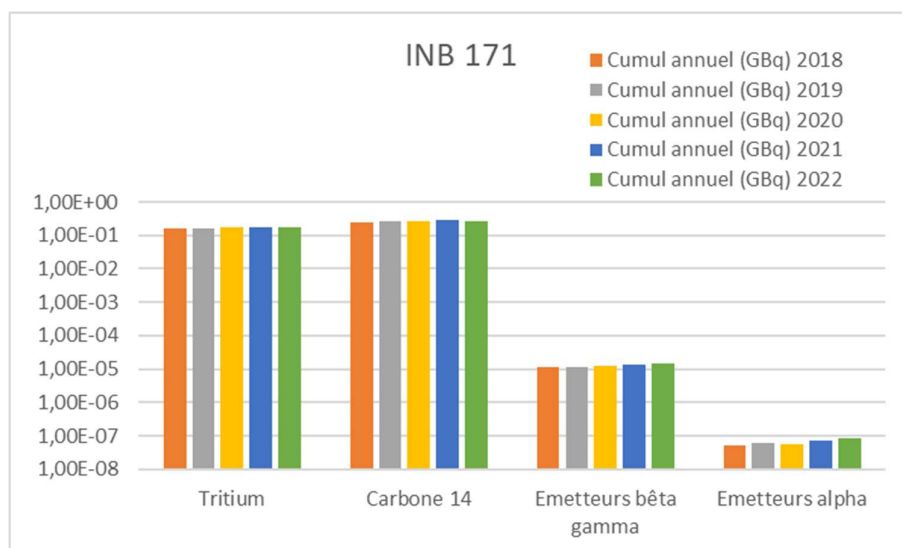
Tableau 27 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 171 en 2022

Rejets gazeux INB 171	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,39E-02	2,47E-02	-	-	1,01E-06	6,90E-09
Février	1,38E-02	2,58E-02	-	-	1,07E-06	9,14E-09
Mars	1,28E-02	2,26E-02	-	-	1,11E-06	9,53E-09
Avril	1,41E-02	2,99E-02	-	-	1,22E-06	9,52E-09
Mai	1,44E-02	2,41E-02	-	-	1,23E-06	5,29E-09
Juin	1,47E-02	2,72E-02	-	-	9,03E-07	5,04E-09
Juillet	1,53E-02	2,36E-02	-	-	1,05E-06	7,90E-09
Août	1,45E-02	2,49E-02	-	-	1,05E-06	8,91E-09
Septembre	1,37E-02	1,80E-02	-	-	1,50E-06	4,39E-09
Octobre	1,41E-02	1,65E-02	-	-	1,62E-06	5,75E-09
Novembre	1,43E-02	1,74E-02	-	-	1,51E-06	2,82E-09
Décembre	1,33E-02	1,80E-02	-	-	1,59E-06	9,85E-09
Cumul annuel (GBq) 2022	1,69E-01	2,73E-01	-	-	1,49E-05	8,50E-08
Autorisation annuelle (GBq)	4,10E+00	4,00E-01	-	-	2,80E-05	1,40E-05
Limites mensuelles (GBq)	2,00E+09	6,70E+07	-	-		
% Autorisation annuelle	4,12	68,17	-	-	53,04	0,61
Prévisions annuelles GBq	1,80E-01	2,00E-01	-	-	1,30E-05	5,00E-08
%par rapport à la prévision	-6,16%	36,33%	-	-	14,25%	70,03%

Eléments d'explication entre le prévisionnel et les valeurs réelles de rejet.

Tritium - Carbone 14 - Emetteurs Bêta gamma – Emetteurs Alpha : Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Figure 23 : Cumuls annuels des activités rejetées par l'INB 171 sur les 5 dernières années



4.5.2 Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques

Les résultats de mesure sont présentés sous forme d'histogrammes. Pour les valeurs très faibles, certaines barres de l'histogramme peuvent ne pas apparaître distinctement en fonction de l'échelle utilisée.

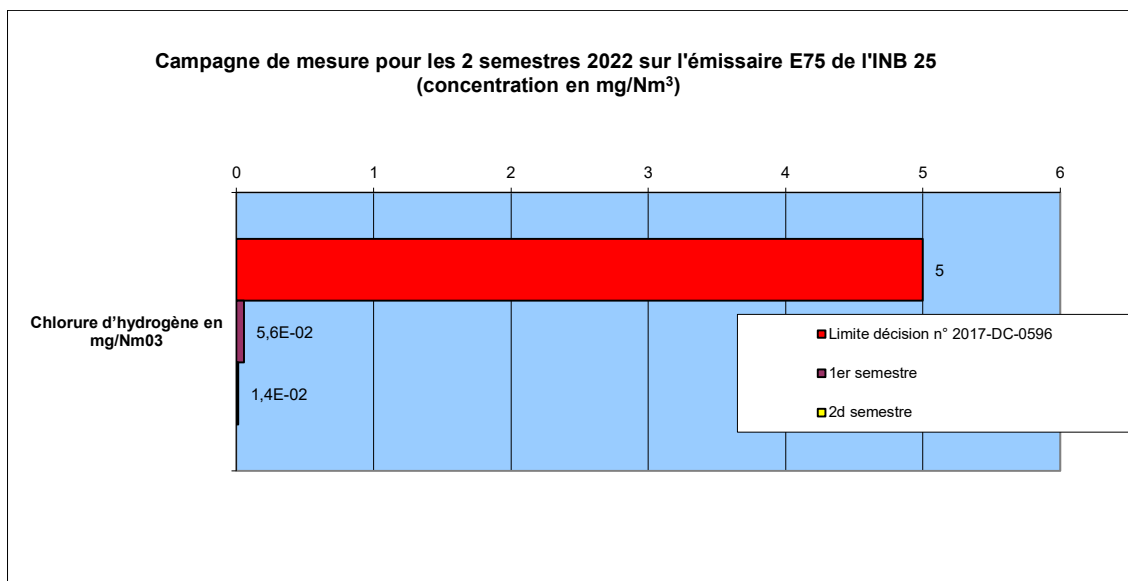
Par rapport aux prévisions annuelles réalisées en application de l'arrêté du 7 février 2012 modifié, toutes les concentrations mesurées sont dans la plage de variabilité annoncée excepté les concentrations en chlorure d'hydrogène de l'émissaire E75 (1^{er} semestre) et E22 (2nd semestre). Celles-ci sont supérieures à la plage de variabilité annoncée en raison d'une sous-estimation de la prévision annuelle et feront l'objet d'un réajustement à l'occasion de l'établissement de prochaines prévisions. Elles restent néanmoins inférieures aux valeurs limites de rejet fixées dans la décision ASN n°2017-DC-0596, comme pour l'ensemble des autres paramètres mesurés.

4.5.2.1 INB 25 (émissaire E 75)

Il est à noter que l'émissaire E75 est sorti du périmètre de l'INB 25 en avril 2022.

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2022 sont présentés dans la figure 24.

Figure 24 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2022 sur l'émissaire E75 de l'INB 25

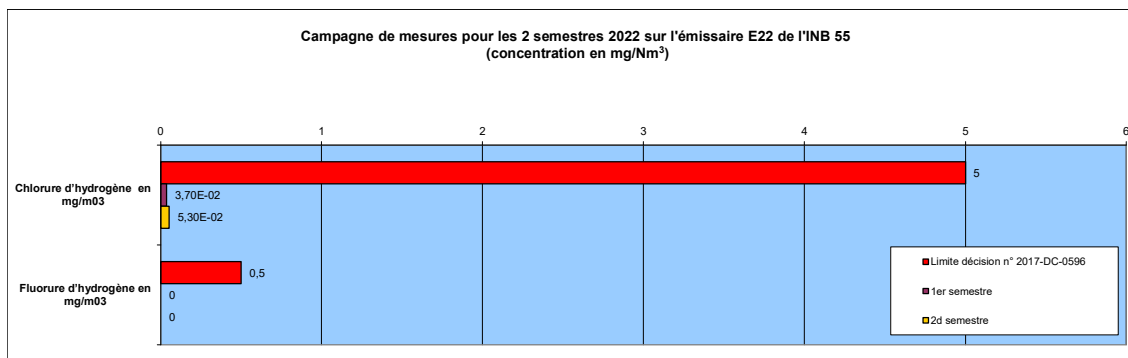


La teneur en chlorure d'hydrogène mesurée sur l'émissaire E75, au cours des deux semestres de l'année 2022 est très inférieure à la limite de rejet fixée dans la décision ASN n°2017-DC-0596.

4.5.2.2 INB 55 LECA (émissaire E22)

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2022 sont présentés dans la figure 25.

Figure 25 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2022 sur l'émissaire E22 de l'INB 55



Les teneurs en chlorure d'hydrogène et en fluorure d'hydrogène mesurées sur l'émissaire E22, au cours des deux semestres de l'année 2022, sont très inférieures aux valeurs limites de rejet fixées dans la décision ASN n°2017-DC-0596.

4.5.2.3 INB 55 STAR (émissaire E64)

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2022 sont présentés dans les figures 26 et 27.

Figure 26 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2022 sur l'émissaire E64 de l'INB 55

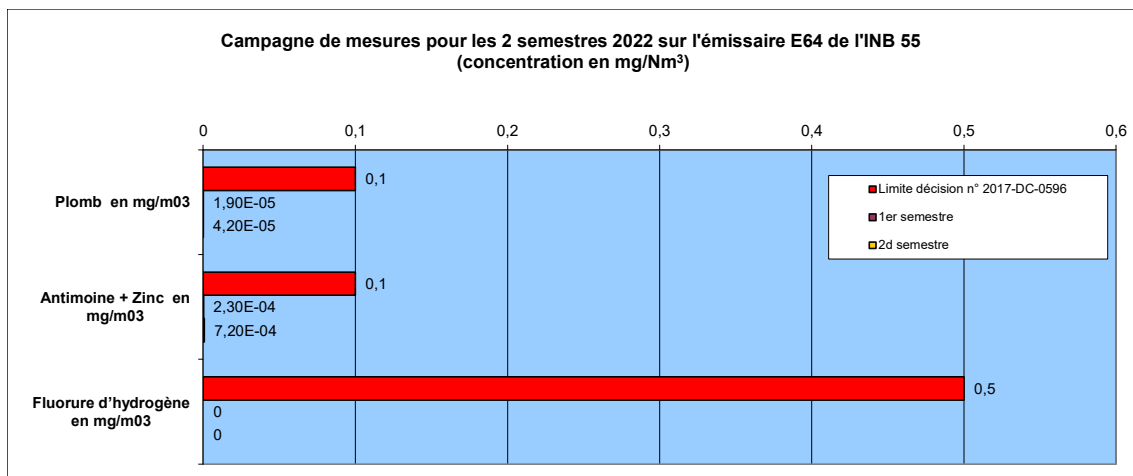
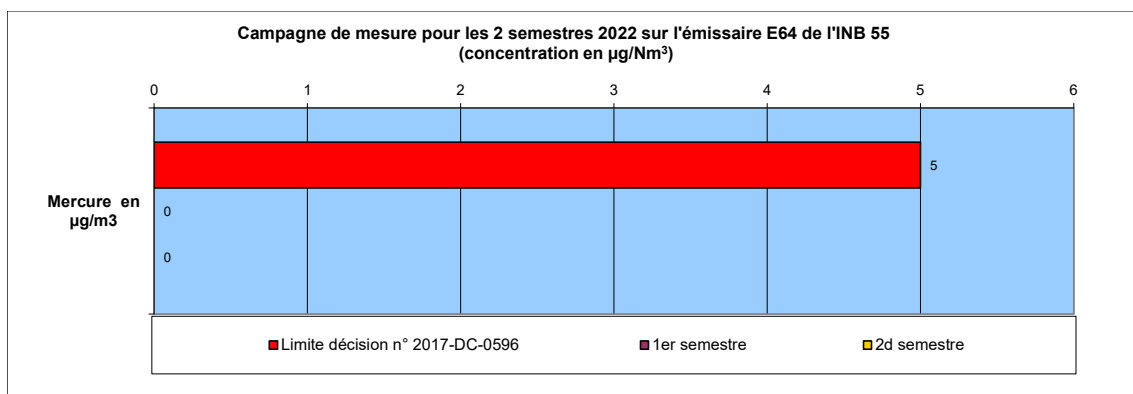


Figure 27 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2022 sur l'émissaire E64 de l'INB 55



Les teneurs mesurées sur l'émissaire E64, au cours des deux semestres de l'année 2022, sont très inférieures aux valeurs limites de rejet fixées dans la décision ASN n°2017-DC-0596.

4.5.2.4 Estimation des rejets gazeux des groupes électrogènes des INB

L'estimation des rejets gazeux des groupes électrogènes, demandée par l'article [CEACAD-19] de l'annexe de la décision ASN n°2017-DC-0597, a été calculée en fonction des durées de fonctionnement identifiées par les contrôles et essais périodiques et sur la base de deux mesures réelles sur des groupes de différentes puissances représentatives. L'estimation est présentée dans le tableau 28.

Tableau 28 : Estimation des rejets gazeux chimiques des groupes électrogènes des INB pour l'année 2022

Estimation des rejets gazeux des groupes électrogènes des INB en Kg/an					
SO ₂	Poussières	Formaldéhyde	CO ₂	CO	NOx
6,19E+00	1,46E+02	0,00E+00	3,33E+05	2,09E+02	3,55E+03

4.5.2.5 Estimation des pertes de fluides frigorigènes des INB

Les fluides frigorigènes sont constitués des :

- Chlorofluorocarbures (CFC),
- Hydrochlorofluorocarbures (HCFC),
- Hydrofluorocarbures (HFC),
- Perfluorocarbures (PFC).

En application de l'article [CEACAD-19] de l'annexe de la décision n°2017-DC-0597, en 2022, les pertes cumulées de fluides frigorigènes sont de 38,50 kg de HFC (5,2 kg de R410A, 31 kg de R134a et 2,3 kg de R407C) pour l'ensemble des INB.

4.5.2.6 Estimation des émissions de gaz à effet de serre des INB

Les gaz à effet de serre fluorés sont constitués :

- des Hydrofluorocarbures (HFC),
- des Perfluorocarbures (PFC),
- de l'Hexafluorure de soufre (SF6)
- des autres gaz à effet de serre contenant du fluor,
- des mélanges contenant l'une des substances précédemment citées

Aucune émission d'un gaz à effet de serre fluoré, qui ne serait pas également utilisé en tant que fluide frigorigène dans des équipements thermodynamiques dont les équipements frigorifiques et climatiques, n'a été identifiée en 2022 dans les INB.

En application de l'article [CEACAD-19] de l'annexe de la décision n°2017-DC-0597, en 2022, les émissions de gaz à effet de serre fluorés sont donc de 38,50 kg de HFC (5,2 kg de R410A, 31 kg de R134a et 2,3 kg de R407C) pour l'ensemble des INB.

4.6 BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES

La surveillance de l'environnement est réalisée de manière commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS et des ICPE du site de Cadarache, en application de l'article [CEACAD-42] de l'annexe à la décision n°2017-DC-0597 du 11 juillet 2017.

Le bilan des eaux de ruissellement des eaux pluviales figure dans la partie D (chapitre 30.3.2) du présent rapport environnemental pour les paramètres radiologiques et dans la partie C pour les paramètres chimiques (chapitre 23.5).

5. BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

La surveillance de l'environnement est réalisée en application de l'annexe à la décision ASN n°2017-DC-0597.

Cette surveillance de l'environnement est commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS et des ICPE du site de Cadarache.

Le bilan de la surveillance de l'environnement figure dans la partie D du présent rapport environnemental (chapitre 30).

6. MODIFICATIONS APORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Aucune modification et aucune évolution scientifique n'ont été réalisées sur les INB civiles remettant en cause les conclusions des études d'impact existantes.

7. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE

7.1 IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE

Les conclusions de la surveillance radiologique et chimique sont présentées dans la partie D du présent rapport environnemental (chapitres 30 et 31).

7.2 IMPACT SANITAIRE SUR L'HOMME

Les conclusions de l'impact radiologique sont présentées dans la partie E Titre E1 (chapitre 32) du présent rapport environnemental.

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 (chapitres 34 et 36) du présent rapport environnemental.

8. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES

La synthèse des opérations de maintenance est présentée dans la partie F du présent rapport environnemental (chapitre 37).

9. EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT

En application de l'article [CEACAD-58] de l'annexe de la décision ASN n°2017-DC-0597 du 11 juillet 2017, le présent chapitre présente le bilan des incidents de fonctionnement ayant été portés à la connaissance des autorités compétentes et les mesures correctives associées.

Ces événements, au nombre de 8 pour l'année 2022, sont détaillés ci-après. Tous ces événements ont fait l'objet d'un compte-rendu transmis à l'Autorité de Sécurité Nucléaire.

✓ **Événement déclaré le 22 février 2022 à l'INB 37B – STE : Perte de la surveillance radiologique en continu et en différé des rejets pour l'émissaire E10 du bâtiment 319 pendant une durée de quelques heures.**

Suite à un défaut électrique, la surveillance radiologique en continu et en différé des rejets pour l'émissaire E10 (bâtiment 319) s'est arrêtée (MAEG, DPRC, DMAT, barboteur).

L'événement a pour origine un défaut d'isolement du moto-ventilateur principal du bâtiment 319 qui a généré une élévation du potentiel au niveau du réseau de terre, ce qui a provoqué le déclenchement des disjoncteurs différentiels des départs électriques de plusieurs appareils, dont les dispositifs de contrôle des rejets de l'émissaire E10.

Les résultats du filtre du DPRC du bâtiment 319 relevés post événement ne mettent pas en évidence de contamination.

Les mesures correctives ont porté sur le remplacement du moto-ventilateur et la réalisation d'une étude de la faisabilité de mise en place un onduleur dédié aux équipements de surveillance des rejets cheminée.

Cet événement, intervenu hors heures ouvrées en l'absence d'activité à risque de contamination, n'a eu aucune conséquence sur le personnel, l'installation ou l'environnement.

✓ **Événement déclaré le 22 avril 2022 à l'INB 169 – MAGENTA : Fuite ayant entraîné l'émission de 27,8 kg de fluide frigorigène de type R134A sur le groupe froid de MAGENTA.**

Lors du contrôle d'étanchéité réglementaire semestriel du groupe froid (hors service) de l'installation MAGENTA réalisé le 15 avril 2022, il est constaté une fuite au niveau d'un raccord de soupape de l'un de ses deux circuits (de capacité unitaire de 40 Kg) de fluide frigorigène R134A.

Le précédent contrôle réglementaire réalisé sur l'équipement le 26 octobre 2021, n'avait pas mis en évidence d'anomalie.

Les mesures correctives ont consisté en une vidange du circuit, une reprise d'étanchéité du raccord de la soupape concernée par la fuite et un nouveau contrôle d'étanchéité du circuit.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel ou l'installation.

✓ **Événement déclaré le 16 mai 2022 à l'INB 52 – ATUE : Sous-évaluation du débit rejeté à l'émissaire E32 de l'INB52 – ATUE.**

Suite à la détection d'un écart sur le contrôle et essai périodique (CEP) relatif à la mesure de débit à l'émissaire E32 le 13 avril 2022 et dans le cadre de ses investigations de terrain, l'équipe d'exploitation a fait réaliser une mesure réelle de débit (au fil chaud) afin de vérifier la concordance entre la valeur de débit réelle et celle reportée sur l'afficheur situé au bâtiment 260. Les mesures ont été réalisées le 11 mai 2022. Le 13 mai 2022, l'examen de ces mesures a mis en évidence un écart de l'ordre de 40% entre la valeur affichée (environ 54 000 m³/h) et la valeur mesurée au fil chaud (environ 76 000 m³/h). Cet écart induit une sous-évaluation des activités alpha et bêta-gamma rejetées à l'émissaire E32.

Il a été vérifié en appliquant la valeur de débit mesurée sur les douze dernières années que cet écart ne conduisait pas à un dépassement des limites de rejets mensuelles et annuelles autorisées dans les décisions « rejets » en vigueur pour le centre de Cadarache (décision de l'ASN n°2010-DC-172, puis n°2017-DC-0596 ayant abrogé la précédente).

Les mesures correctives ont principalement consisté en un re-paramétrage de la chaîne de mesure de débit sur la plage complète de fonctionnement avec le débit réel rejeté.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel, l'installation ou l'environnement.

- ✓ **Événement déclaré le 12 juillet 2022 à l'INB 37B – STE : Dépassement de la valeur de 0,1 Bq/l en alpha global sur des prélèvements du premier flot des eaux pluviales au point de rejet principal de l'INB 37B lors de la pluie du 3 juin 2022.**

Une surveillance renforcée des eaux pluviales de l'INB 37B est en place depuis juillet 2019. Celle-ci s'effectue via la présence de préleveurs automatiques aux deux exutoires en sortie du périmètre d'INB. Les échantillons ainsi prélevés font l'objet d'analyse de type environnement (mesures alpha global et bêta global).

Les résultats des analyses radiologiques faites sur les prélèvements au cours de l'épisode pluvieux du 3 juin 2022 font apparaître un dépassement de la valeur de 0,1 Bq/l en alpha global au point de rejet principal de l'INB 37B (0,58 Bq/l).

Les principales mesures correctives associées ont été la poursuite, après le 30 septembre 2022, de la surveillance renforcée avec un contrôle radiologique des eaux pluviales à chaque pluie significative et la mise en place d'une stratégie de prélèvements afin d'identifier l'origine de la pollution.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel ou l'installation.

- ✓ **Événement déclaré le 4 octobre 2022 à l'INB 56 – PARC : Absence de surveillance des rejets de l'émissaire E63 pendant 1 semaine suite à une défaillance du dispositif de prélèvement de rejets cheminée (DPRC).**

Lors du prélèvement hebdomadaire du filtre DPRC de l'émissaire E63 (bâtiment 285), il est constaté que la ligne de prélèvement n'est plus emboîtée à la tête du support filtre du DPRC. Ce défaut de raccordement est à l'origine d'une absence de surveillance des rejets de l'émissaire E63 pendant au maximum 7 jours.

Lors de cette période, seule une activité de séchage de frottis a eu lieu dans le sas d'intervention du bâtiment 285. Aucune opération d'exploitation de type reconditionnement de colis de déchets ou de décontamination n'a eu lieu. De plus, la surveillance atmosphérique, présente à l'intérieur de ce sas, n'a pas mis en évidence de contamination atmosphérique.

Les mesures correctives ont consisté au raccordement immédiat de la ligne de prélèvement avec mise en place d'un collier de serrage et en la mise en application d'un guide du service technique et logistique relatif à la mise en place et à la maintenance de la tuyauterie flexible des lignes de prélèvement radioprotection.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel, l'installation ou l'environnement.

- ✓ **Événement déclaré le 6 octobre 2022 à l'INB 52 – ATUE : Dépassement de la valeur de 0,1 Bq/L en alpha global sur des prélèvements du premier flot des eaux pluviales au point de rejet principal de l'INB 52 lors de la pluie du 11 août 2022.**

Des prélèvements d'eaux pluviales de l'INB 52 ont été réalisés au cours de l'été 2022 via la mise en place d'un préleveur automatique au niveau d'un regard d'eaux pluviales situé dans l'inter clôture de l'INB (dernier regard avant le point de transfert principal des eaux de ruissellement du site). Ces prélèvements ont été effectués après la réalisation d'opérations d'hydrocurage fin 2021.

Les résultats des analyses radiologiques faites sur les prélèvements au cours de l'épisode pluvieux du 11 août 2022 font apparaître un dépassement de la valeur de 0,1 Bq/L en alpha global au point de rejet principal de l'INB 52 (0,34 Bq/L).

Cet événement a conduit à l'installation, fin 2022, d'un préleveur automatique pour mise en place d'une surveillance renforcée des eaux pluviales collectées pour 6 mois.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel ou l'installation.

- ✓ **Événement déclaré le 16 novembre 2022 à l'INB 37B – STE : Perte de la surveillance radiologique en continu et en différé des rejets pour l'émissaire E10 du bâtiment 319 pendant une durée de quelques minutes.**

Lors d'une ronde, en raison d'une difficulté d'ouverture de la porte de la cellule bitume, il a été constaté que le disjoncteur alimentant notamment l'automate commandant la porte n'était pas totalement enclenché. La manœuvre pour réenclencher ce disjoncteur a généré un défaut électrique, qui a entraîné le déclenchement de plusieurs disjoncteurs dont le disjoncteur général du réseau ondulé du bâtiment 319, et, par la suite, la perte de la surveillance radiologique en continu et en différé des rejets (MAEG, DPRC, DMAT, barboteur) pour l'émissaire E10 (bâtiment 319).

Le disjoncteur général du réseau ondulé du bâtiment 319 a été réenclenché quelques minutes après son ouverture et a permis la réalimentation de la surveillance radiologique en continu et en différé.

Aucune opération à risque de contamination n'était en cours dans le bâtiment. La ventilation est restée en fonctionnement.

Les mesures correctives ont consisté en remplacement de l'alimentation électrique de l'automate.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel, l'installation ou l'environnement.

- ✓ **Événement déclaré le 16 novembre 2022 à l'INB 56 – PARC : Détection d'un radioélément artificiel dans les eaux pluviales collectées au mois d'août 2022 au point PPP2 de l'INB56**

Dans le cadre de la surveillance radiologique des eaux pluviales de l'INB56, il a été constaté une activité bêta globale significative de 0,56 Bq/l sur l'échantillon aliquote collecté au mois d'août 2022 au point PPP2 de l'INB56 (Zone du Parc

d'entreposage). Cette valeur dépasse le seuil d'investigation fixé à 0,15 Bq/l dans le mode opératoire du SPR à l'indice applicable.

Les analyses complémentaires réalisées (mesure de la concentration en potassium et de l'activité en Sr-90 + Y-90) montrent que cette valeur est liée à la présence de Sr-90 + Y-90 (émetteur bêta pur) avec une activité mesurée de 0,51 Bq/l.

Les résultats d'analyses sur les autres paramètres sont inférieurs aux seuils de décision de la mesure (Alpha global < 0,03 Bq/l ; Tritium < 4 Bq/l ; absence de radioélément artificiel détecté par spectrométrie gamma).

Cet événement a conduit à un nettoyage du caniveau d'eaux pluviales, à la mise en place d'une périodicité de surveillance renforcée au point PPP2 (hebdomadaire au lieu de mensuelle), et à la réalisation d'investigation afin de déterminer les sources potentielles de contamination en amont du point PPP2.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel ou l'installation.

10. EXPLOITATION DU RETOUR D'EXPERIENCE

En vue du partage de retour d'expérience, les événements significatifs relevant de l'environnement sont présentés en réunion des correspondants environnement du centre, auxquelles sont également conviés les chefs d'installation.

De façon générale, les chefs d'INB du centre sont destinataires de l'ensemble des déclarations à l'ASN des événements significatifs survenus sur le centre, et des comptes rendus d'événements significatifs ayant un intérêt particulier en terme de retour d'expérience.

Par ailleurs l'ensemble des documents relatifs aux événements significatifs déclarés au CEA sont accessibles dans le Fichier Central d'Expérience du CEA dont la tenue à jour est pilotée par la DSSN.

Un thème relatifs aux analyses d'événements significatifs at fait l'objet d'une alerte particulière des INB en 2022 : paramétrage des chaines de mesure de débit dans le cadre du partage du retour d'expérience suite à l'évènement déclaré sur l'INB 52 de sous-évaluation du débit rejeté à l'émissaire.

11. ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

La synthèse des actions d'amélioration est présentée dans la partie G du présent rapport environnemental.

B

BILANS INBS-PN

12. PRESENTATION GENERALE DE L'INBS-PN

L'Installation Nucléaire de Base Secrète-Propulsion Nucléaire comporte des Installations Individuelles (II) suivantes :

- ✓ l'installation « Fabrication, Stockage et Montage des Cœurs » (FSMC) qui permet l'étude et la fabrication des éléments combustibles pour la Marine Nationale,
- ✓ le « Réacteur Nouvelle Génération » (RNG) qui permettait de qualifier les innovations technologiques des différents combustibles des cœurs et de former les équipages de la Marine Nationale. Le réacteur est déchargé de ses éléments combustibles, et actuellement en phase de « cessation définitive d'exploiter ». L'installation RNG, toujours en activité, est désormais dédiée à des opérations de maintenance de composants de chaufferies embarquées.
- ✓ le « Prototype A Terre » (PAT) ; le PAT est à l'arrêt définitif depuis le 1^{er} janvier 1998,
- ✓ l'installation « AZUR », qui permet de tester les cœurs neufs des réacteurs nucléaires de propulsion navale,
- ✓ le Réacteur d'Essais (RES), dont la partie piscine est en exploitation depuis 2005 et dont la partie réacteur a divergé pour la première fois le 10 octobre 2018 et dont les essais se poursuivent depuis.

En complément de ces installations individuelles, l'INBS-PN comprend également les installations Moyens d'Essais (ME) et Moyens Communs (MC).

13. RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES) – TEXTES DE REFERENCE

Au titre de l'année 2022, le texte de référence est :

- ✓ l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié autorisant le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives à poursuivre les rejets d'effluents liquides et gazeux et les prélèvements d'eau pour l'exploitation de l'Installation Nucléaire de Base Secrète dénommée « Propulsion nucléaire » (INBS-PN) de son site de Cadarache.

Cet arrêté est aussi appelé arrêté ARPE.

13.1 PRELEVEMENTS ET CONSOMMATION D'EAU

Le prélèvement d'eau dans le milieu naturel est réglementé par l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 abrogé et remplacé par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022 imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Énergie Atomique pour poursuivre l'exploitation des installations classées précisées (cf. partie C du présent rapport).

Les installations techniques de l'INBS-PN en service en 2022 ne prélèvent pas d'eau directement dans le milieu naturel.

Depuis le 2 juillet 2019, l'alimentation en eau du bassin MC de l'installation individuelle RES est assurée par le canal de Provence.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié, le volume d'eau consommé nécessaire au fonctionnement de l'INBS-PN ne doit pas dépasser 2 400 000 m³/an et la quantité d'eau journalière maximale transférée 15 000 m³/jour.

13.2 TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS

13.2.1 Transferts liquides

13.2.1.1 Transferts liquides radiologiques (effluents industriels et effluents radioactifs)

Tableau E : Valeurs limites annuelles des transferts liquides issus de l'INBS-PN vers la station de traitement des effluents industriels du Centre Cadarache

TRANSFERTS LIQUIDES		
Tritium (GBq/an)	Autres émetteurs bêta gamma (GBq/an)	Emetteurs alpha (GBq/an)
5,3E+00	5,3E-02	1,9E-02

Tableau F : Valeurs limites annuelles des transferts liquides radioactifs issus de l'INBS-PN vers la station de traitement des effluents radioactifs du Centre de Cadarache – INB AGATE

TRANSFERTS LIQUIDES RADIOACTIFS				
Tritium (GBq/an)	Carbone 14 (GBq/an)	Iodes radioactifs (GBq/an)	Autres émetteurs bêta gamma (GBq/an)	Emetteurs alpha (GBq/an)
7,70E+02	2,1E+00	2,20E+02	1,6E+04	4,0E-02

13.2.1.2 Transferts liquides chimiques

Le bilan des flux, par paramètre, des effluents industriels de l'INBS-PN transférés par bâtiment vers la Station d'Épuration des Effluents Industriels (STEP EI) sur l'année 2022, est présenté au paragraphe 15.4 (tableau 37).

13.2.2 Rejets liquides

Les rejets (radiologiques et chimiques) dans le milieu naturel sont réglementés par l'arrêté préfectoral réglementant les ICPE du CEA CADARACHE (arrêté n°113-2006 A du 25/09/2006 abrogé et remplacé par l'arrêté n°2020-497-PC du 27/10/2022) (Cf. partie C du présent rapport).

Des valeurs limites de rejet fixées dans l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié s'appliquent spécifiquement aux effluents générés par les aéroréfrigérants du réacteur RES. Ces effluents transitent par 4 bassins de rejet. En 2016, une première vidange de ces bassins avait été effectuée sous couvert d'une autorisation accordée par le DSND, et après vérification du respect des valeurs limites fixées dans l'arrêté ARPE de l'INBS-PN. Suite à l'obtention de l'autorisation de transfert en mode nominal accordée par le DSND, les rejets ont débuté en novembre 2017 et se poursuivent depuis, après analyses systématiques des effluents.

Hormis ces bassins dédiés aux aéroréfrigérants du RES, les installations techniques de l'INBS-PN en service en 2022 ne rejettent pas d'effluents liquides dans le milieu naturel.

Tableau G : Flux total annuel autorisé pour les rejets d'effluents liquides générés par les aéroréfrigérants du réacteur RES

REJETS LIQUIDES				
Phosphore (kg/an)	Chlorures (kg/an)	Sulfates (kg/an)	Zinc (kg/an)	AOX (kg/an)
1,60E+03	7,10E+04	5,60E+05	1,60E+03	3,00E+02

13.2.3 Rejets gazeux

13.2.3.1 Rejets gazeux radiologiques

Tableau H : Valeurs limites annuelles de rejets atmosphériques de l'INBS-PN

REJETS ATMOSPHERIQUES					
Tritium (GBq/an)	Carbone 14 (GBq/an)	Gaz rares (GBq/an)	Iodes radioactifs (GBq/an)	Autres émetteurs bêta gamma (GBq/an)	Emetteurs alpha (GBq/an)
4,50E+01	1,70E+01	1,30E+04	1,50E-02	4,00E-04	3,00E-05

13.2.3.2 Rejets gazeux chimiques

Tableau I : Valeurs limites de rejet aux émissaires concernés de l'INBS-PN

Paramètre	Si flux horaire supérieur à	Concentration maximale (mg/m³)
Fluorure d'hydrogène (HF)	25 g/heure	0,3
Oxydes d'azote (NOx) exprimés en dioxyde d'azote	10 kg/heure	110
Dioxyde de soufre (SO ₂)	10 kg/heure	125

13.3 NUISANCES

Une mesure du niveau de bruit et de l'émergence doit être effectuée au moins tous les 3 ans en limite de site en application du chapitre 6.3 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 abrogé et remplacé par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022 imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Energie Atomique pour poursuivre l'exploitation des installations classées précisées et de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les ICPE.

Les valeurs limites ainsi que les résultats des mesures, communs à l'ensemble des installations du site, sont précisés dans la partie C chapitre 21.2.

14. BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU

La quantité d'eau consommée par l'INBS-PN pour l'année 2022 s'élève à 51 105 m³. Cette valeur prend en compte la consommation de l'II RES correspondant à 13 791 m³ (dont environ 11 247 m³ provenant du Canal de Provence), due essentiellement au fonctionnement des circuits de réfrigération du réacteur.

Cette quantité d'eau correspond à 2,1 % de la valeur limite annuelle.

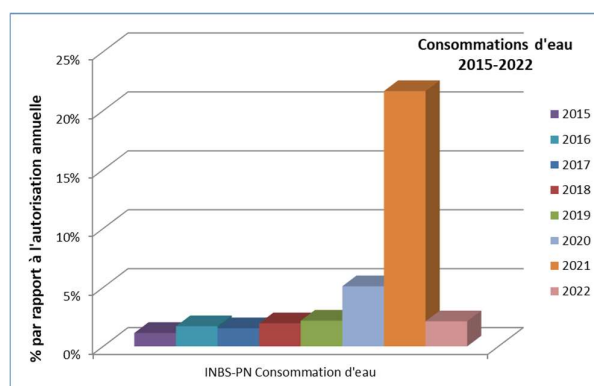


Figure 28 : Evolution de la consommation d'eau entre 2015 et 2022

Globalement la consommation d'eau est largement inférieure à l'autorisation associée, moins de 25% de l'autorisation depuis 2015. La variation de la consommation observée en 2020 et 2021 est due au fonctionnement des circuits de réfrigération du réacteur RES en lien direct avec le fonctionnement du réacteur RES sur cette période.

À noter qu'il n'y a eu aucun dépassement de la quantité d'eau journalière maximale autorisée de 15 000 m³/jour.

15. BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS

15.1 REGLES DE COMPTABILISATION

15.1.1 Paramètres radioactifs

Les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides et des rejets d'effluents gazeux, concernant les INB et les ICPE, sont précisées dans le document référencé D2S/SPR-RPI.08.050-PCD003 à l'indice en vigueur établi par le Service de Protection contre les Rayonnements ionisants (SPR).

Ces règles sont celles imposées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). Elles sont également appliquées dans le périmètre de l'INBS-PN et y sont déclinées dans le document TA-1063706 Arrêté du 15 octobre 2012, modifié par l'arrêté du 18 juin 2014 – Mode de comptabilisation radiologique des rejets et transferts de l'INBS-PN.

15.1.2 Substances chimiques

Les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides concernant les INB, l'INBS-PN et les ICPE, sont précisées dans le document « Établissement des bilans chimiques des effluents industriels transférés par les INB et ICPE du CEA/CADARACHE à la STEP EI », référencé 115 EAU-PFX NTE 09001031 à l'indice en vigueur, établi par le Service Technique et Logistique (STL). Une déclinaison est réalisée dans le document TA-1076454 « Arrêté du 15 octobre 2012, modifié par l'arrêté du 18 juin 2014 – Mode de comptabilisation des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents chimiques de l'INBS-PN ».

En complément, un document spécifique a été réalisé dans le cadre de l'autorisation de rejets des bassins dédiés aux effluents générés par les aéroréfrigérants du réacteur RES et décrit notamment les règles de comptabilisation pour

l'élaboration des bilans de ces rejets (TA-6152330 Ind. F du 30 juillet 2019 « INBS-PN Modalités de rejets des bassins spécifiques du RES Réacteur avant rejet en Durance » transmis au DSND le 1er août 2019).

15.2 OPERATIONS DE TRAITEMENTS DES TOURS AEROREFRIGERANTES

Le bilan 2022 des opérations de traitements des tours aéroréfrigérantes utilisant des substances chimiques se retrouvant ensuite dans les rejets, est présenté dans les tableaux ci-dessous.

Sont pris en compte, dans ce paragraphe, les produits de traitement de l'eau utilisés dans le cadre de l'exploitation des différentes TAR relevant de la rubrique 2921 de la nomenclature des ICPE situées dans le périmètre de l'INBS-PN.

Tableau 29: Bilan des opérations exceptionnelles utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2022 sur l'installation Moyens d'essais

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	584 kg
Biocides	BWT CS-3001	55 kg
	ECO-MX*	20 000 litres

* L'ECO-MX est une solution désinfectante chlorée (biocide oxydant) générée in-situ par un procédé d'électrolyse ; cette solution n'est pas classée dangereuse selon la réglementation en vigueur.

Tableau 30: Bilan des opérations exceptionnelles utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2022 sur l'installation FSMC

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	78 kg
Biocides	BWT CS-3001	69 kg

Tableau 31: Bilan des opérations exceptionnelles utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2022 sur l'installation RES-MC/CMA/CMB

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	778 kg
Biocides	ECO-MX*	49 000 litres
	BWT CS-3001	140 kg
	Acide sulfurique	~ 1,5 m ³

* L'ECO-MX est une solution désinfectante chlorée (biocide oxydant) générée in-situ par un procédé d'électrolyse ; cette solution n'est pas classée dangereuse selon la réglementation en vigueur.

15.3 BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT

Le bilan des analyses de suivi de la concentration en légionnelles des tours aéroréfrigérantes (TAR) relevant de la rubrique 2921 de la nomenclature des ICPE situées dans le périmètre de l'INBS-PN est présenté dans les tableaux 32, 33 et 34.

Le bilan est relatif aux TAR des installations MC, FSMC et RES.

- Installation déclarée sous la rubrique 2921 :
 - Installation individuelle FSMC : 2 TARs de 552 kW
- Installations enregistrées sous la rubrique 2921 :
 - Installation individuelle RES : les TARs CMA/CMB/MC couplées :
 - * La TAR CMA d'une puissance totale de 5208 kW
 - * La TAR CMB d'une puissance totale de 3600 kW
 - * La TAR MC d'une puissance totale de 137 000 kW
 - Installation ME : 4 TARs d'une puissance totale de 11 665 kW (1 TAR de 10 000 kW + 3 TAR de 555 kW)

Tableau 32 : Bilan 2022 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TAR des installations de l'INBS-PN TAR ME

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
07/12/2022	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
07/11/2022	<100		Sans objet
05/10/2022	<100		Sans objet
06/09/2022	<100		Sans objet
03/08/2022	<100		Sans objet
06/07/2022	<100		Sans objet
01/06/2022	<100		Sans objet
04/05/2022	<100		Sans objet
13/04/2022	<100		Sans objet
02/03/2022	<100		Sans objet
02/02/2022	<100		Sans objet
12/01/2022	<100		Sans objet

Tableau 33 : Bilan 2022 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TAR des installations de l'INBS-PN TAR FSMC

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
07/12/2022	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
02/11/2022	<100		Sans objet
05/10/2022	<100		Sans objet
06/09/2022	<100		Sans objet
03/08/2022	<100		Sans objet
06/07/2022	<100		Sans objet
17/06/2022	<100		Sans objet
04/05/2022	<100		Sans objet
13/04/2022	<100		Sans objet
02/03/2022	<100		Sans objet
02/02/2022	<100		Sans objet
12/01/2022	<100		Sans objet

Tableau 34 : Bilan 2022 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TAR MC/CMA/CMB couplées de l'INBS-PN TAR RES

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
07/12/2022	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
02/11/2022	<100		Sans objet
27/10/2022 Suite à remise en eau	<100		Sans objet
De janvier à octobre 2022	Vide		Sans objet

Tableau 35 : Bilan 2022 du suivi des concentrations de légionnelles pour les CMA de l'INBS-PN TAR RES

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
05/10/2022 4 CMA	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
14/09/2022 CMA 30 et 50 Suite à remise en eau	<100		Sans objet
06/09/2022 CMA 40 et 60 Suite à remise en eau	<100		Sans objet
De mai à septembre	Vide		Sans objet
13/04/2022 CMA 40 et 60	<100		Sans objet
02/03/2022 CMA 40 et 60	<100		Sans objet
02/02/2022 CMA 40 et 60	<100		Sans objet
12/01/2022 4 CMA	<100		Sans objet

Analyses réalisées sur les CMA uniquement suite au découplage des circuits MC/CMA, soit de janvier à avril et septembre / octobre 2022 (couplage réalisé le 26/10/2022).

Tableau 36 : Bilan 2022 du suivi des concentrations de légionnelles pour les CMB de l'INBS-PN TAR RES

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
05/10/2022	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
06/09/2022	<100		Sans objet
03/08/2022	<100		Sans objet
06/07/2022	Vide		Sans objet
17/06/2022 Suite à remise en eau	<100		Sans objet

CMB en hivernage depuis fin octobre.

Aucun dépassement des seuils de concentration en légionnelles n'est à noter pour l'année 2022 sur les TAR de l'INBS-PN.

15.4 BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES

15.4.1 Bilans des transferts des effluents industriels liquides suspects – Paramètres radioactifs

Les effluents (industriels) liquides suspects générés par les installations sont regroupés au niveau de chacune d'elles dans des cuves dites 'suspectes'. Après contrôles radiologiques, les effluents liquides respectant les normes de transfert sont évacués dans le réseau des effluents industriels rejoignant ainsi la STEP EI.

Le bilan des transferts de cuves suspectes de l'année 2022 est présenté dans le tableau 37 pour l'ensemble des installations nucléaires de l'INBS-PN. Les valeurs mensuelles correspondent au cumul des activités transférées mensuellement par chaque installation.

Tableau 37 : Activité des effluents liquides transférés pour l'année 2022 vers la STEP EI

Transferts liquides suspects INBS-PN	Activité transférée (GBq)				Volume (m ³)
	Tritium	Carbone 14	Bêta globale	Alpha globale	
Janvier	5,20E-04	-	3,80E-05	2,00E-05	36,0
Février	8,70E-04	-	2,70E-04	2,90E-05	58,0
Mars	0,00E+00	-	0,00E+00	0,00E+00	0,0
Avril	3,04E-04	-	1,60E-04	1,20E-05	23,0
Mai	2,70E-04	-	4,90E-05	1,10E-05	21,0
Juin	6,10E-04	-	4,70E-05	2,40E-05	47,0
Juillet	1,40E-03	-	1,40E-04	2,30E-05	46,0
Août	7,80E-05	-	6,00E-06	5,00E-06	6,0
Septembre	2,60E-04	-	2,00E-05	1,40E-05	20,0
Octobre	4,00E-04	-	3,00E-05	1,00E-05	30,0
Novembre	3,40E-04	-	2,70E-05	1,34E-05	26,5
Décembre	1,40E-03	-	2,05E-04	3,84E-05	76,0
Cumul annuel (GBq)	6,46E-03	-	9,92E-04	2,03E-04	389,5
Autorisation annuelle (GBq)	5,30E+00	-	5,30E-02	1,90E-02	-
% Autorisation annuelle	0,12%	-	1,87%	1,05%	-

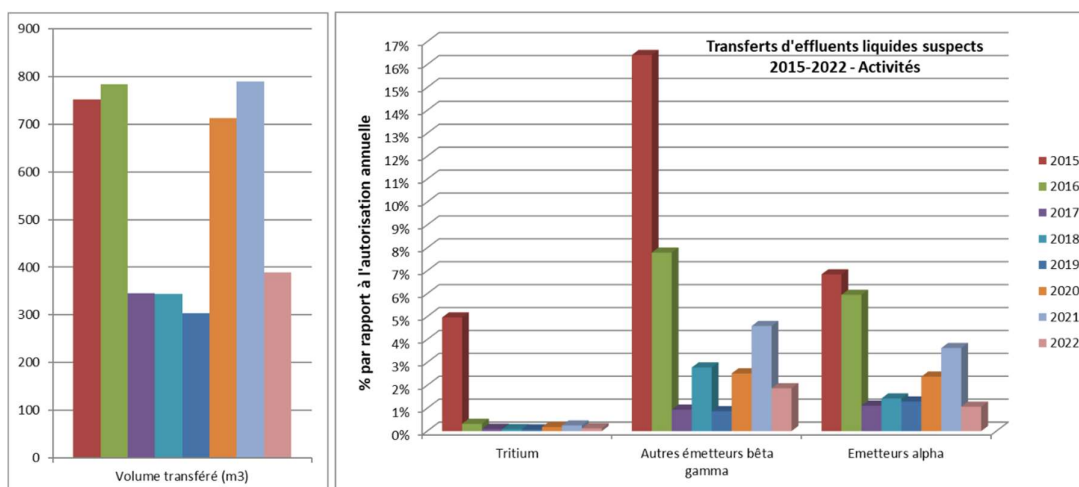


Figure 29 : Transferts d'effluents liquides suspects, 2015-2022

Globalement, l'ensemble des paramètres sont largement inférieurs à l'autorisation associée (moins de 2 % de l'autorisation pour l'année 2022 pour l'ensemble des paramètres considérés).

Environ 70 % des activités déclarées correspondent à des activités en quantités non détectables par les appareils de mesures ; on considère forfaitairement que l'activité prise en compte dans le calcul d'impact est égale au seuil de décision de l'appareil de mesure, pour le radionucléide considéré, multiplié par le volume transféré.

On observe une diminution des activités en lien direct avec la diminution des volumes d'effluents générés par le RES compte tenu de l'activité de l'année, cette installation restant toutefois la principale contributrice en 2022.

- RES : 171,5 m³ – 44 % (Rappel : 625 m³ transférés en 2021 associés au fonctionnement du réacteur) ;
- RNG : 79 m³ – 20 % ;
- ME : 101 m³ – 26 % ;
- FSMC : 34 m³ – 9 % ;
- AZUR : 4 m³ – 1 %.

15.4.2 Bilans des transferts des effluents liquides radioactifs – Paramètres radioactifs

Certaines installations produisent des effluents radioactifs. Ces effluents sont regroupés dans les cuves actives spécifiques à chaque installation. Après contrôles radiologiques, les effluents sont transférés par camion-citerne vers une station de traitement d'effluents actifs dédiée :

- l'INB 171 AGATE sur Cadarache ;
- la STEL sur Marcoule ;
- l'INB CENTRACO sur Marcoule.

Le tableau 38 rappelle le bilan des effluents actifs transférés pour 2022.

Tableau 38 : Activité des effluents liquides radioactifs transférés pour l'année 2022

Transferts liquides actifs l'INBS-PN	Activité transférée (GBq)				
	Tritium	Carbone 14	Iodes radioactifs	Autres émetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Activité transférée	3,86E+01	2,53E-02	8,71E-03	4,34E-01	4,24E-03
Valeurs limites annuelles	7,70E+02	2,1	2,20E+02	1,6E+04	4,00E-02
% Autorisation annuelle	5,0%	1,2 %	0,004 %	0,003 %	10,6 %

Le volume des effluents radioactifs transféré en 2022 vers les installations dédiées est de 218,1 m³.

100% de ces effluents ont été transférés vers l'INB CENTRACO.

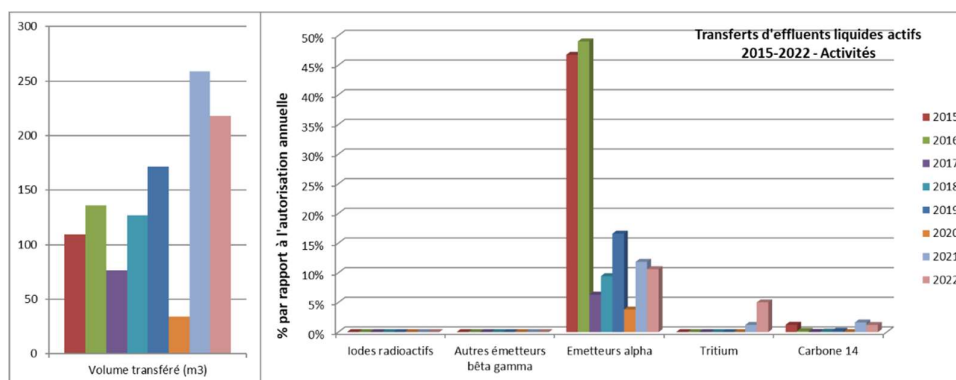


Figure 30 : Transferts d'effluents liquides actifs, 2015-2022 – Activités

Globalement l'ensemble des paramètres sont très largement inférieurs à l'autorisation associée (environ 10 % de l'autorisation pour l'année 2022 pour les émetteurs alpha et moins de 5 % pour les autres émetteurs).

On peut souligner de nombreuses évacuations sur l'année 2022 en lien avec une activité soutenue des II RES, RNG et AZUR, ayant conduit à une production importante d'effluents durant l'année.

15.4.3 Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques

Le bilan des flux, par paramètre, des effluents industriels (hors effluents directs) de l'INBS-PN transférés par bâtiment vers la STEP EI sur l'année 2022, est présenté dans le tableau 39.

Tableau 39 : Flux d'effluents industriels (hors effluents industriels directs) transférés en 2022 à la STEP EI depuis l'INBS-PN en kg/an

	RNG	ME	AZUR	FSMC	RES
Aluminium	2,46E-03	6,73E-02	6,40E-05	2,13E-02	4,41E-03
AOX	6,63E-04	2,11E-03	6,20E-05	8,00E-04	2,71E-03
Arsenic	0,00E+00	0,00E+00	-	-	0,00E+00
Bore	0,00E+00	2,55E-03	2,84E-03	-	2,22E-02
Cadmium	3,90E-05	1,56E-04	-	1,37E-04	9,15E-05
Chlorures	6,63E-01	5,16E-01	1,74E-01	1,61E+00	3,13E+00
Chrome	0,00E+00	1,05E-03	-	-	0,00E+00
Chrome hexavalent	0,00E+00	8,31E-04	-	-	0,00E+00
Cuivre	1,95E-04	6,05E-02	1,04E-04	6,40E-03	2,72E-03
Cyanures	0,00E+00	0,00E+00	-	-	0,00E+00
DBO5	3,90E-02	9,80E+00	4,00E-03	9,50E-02	1,64E-01
DCO	7,02E-01	2,05E+01	1,00E-02	1,09E+00	1,13E+00
Fer	1,13E-02	2,26E-01	1,28E-04	2,40E-02	1,71E-01
Fluorures	0,00E+00	1,97E-02	1,40E-04	2,63E-03	6,75E-04
Hydrocarbures	0,00E+00	3,72E-02	4,60E-04	3,84E-03	5,60E-02
Manganèse	3,12E-04	6,96E-03	1,76E-04	7,20E-04	4,11E-03
Mercure	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-	0,00E+00
MEST	0,00E+00	2,13E+00	0,00E+00	1,38E+00	7,57E-01
NGL	1,08E-01	1,85E+00	1,78E-02	3,25E-01	6,52E-01
Nickel	4,68E-04	1,47E-02	-	3,62E-04	1,78E-03
Plomb	4,29E-04	4,69E-03	-	4,33E-04	1,48E-03
Phosphore	3,51E-03	8,91E-02	0,00E+00	5,61E-03	4,97E-02
Étain	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Sulfates	9,36E-01	2,05E+02	1,90E-01	2,93E+00	5,62E+00
Zinc	6,94E-03	2,27E-02	4,26E-03	2,02E-02	2,97E-02
Volume transféré (m³)	79	101	4	34	195,3

Cellule grisée : le paramètre n'est pas à analyser sur l'installation.

Par rapport à l'année 2021, on peut noter les éléments suivants :

- sur l'installation RNG, ces effluents proviennent essentiellement des eaux pluviales se déversant de la zone d'entreposage extérieure ; ils fluctuent donc en fonction des phénomènes pluvieux ; les volumes transférés ont diminué entre 2021 et 2022 (91 m³ → 79 m³) ;
- sur l'installation ME, les volumes transférés ont augmenté entre 2021 et 2022 (65,5 m³ → 101 m³) en cohérence avec l'activité sur l'année ;
- sur l'installation AZUR, il n'y a pas eu de transferts d'effluents en 2021, 4 m³ ont été transférés en 2022 ;
- sur l'installation RES, après l'augmentation 2021 directement associée au fonctionnement du réacteur, il y a eu beaucoup moins de transferts en 2022 compte tenu de l'arrêt du réacteur (641 m³ → 195,3 m³) ;
- sur l'installation FSMC, les volumes transférés restent faibles, ils ont toutefois augmenté en 2022 (6 m³ → 34 m³).

15.5 BILAN DES EFFLUENTS LIQUIDES GENERES PAR LES AEROREFRIGERANTS DU REACTEUR RES

Tableau 40 : Effluents liquides générés par les aéroréfrigérants du réacteur RES pour l'année 2022

	Volume m ³	Phosphore (kg/an)	Chlorures (kg/an)	Sulfates (kg/an)	Zinc (kg/an)	AOX (kg/an)
Quantité rejetée	1,96E+04	3,27E+01	1,26E+03	3,93E+03	7,00E-01	3,70E+00
Flux total annuel autorisé	-	1,60E+03	7,10E+04	5,60E+05	1,60E+03	3,00E+02
%	-	2,1 %	1,8%	0,7 %	0,04 %	1,2 %

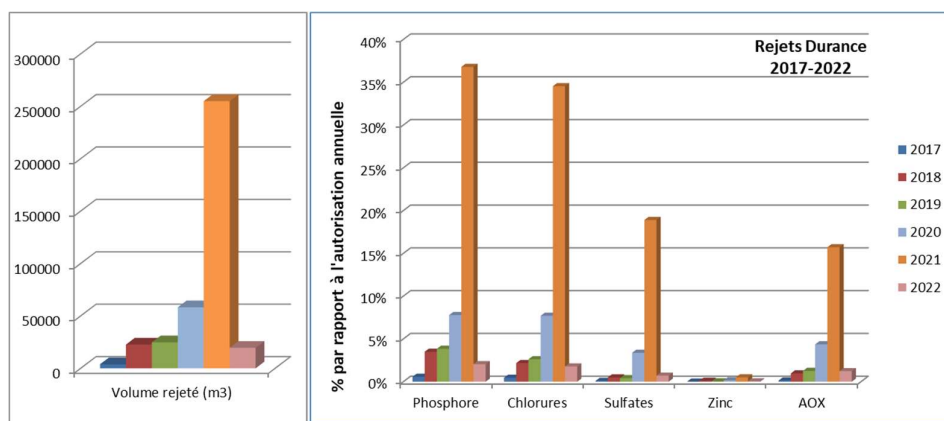


Figure 31 : Rejets Durée 2017-2022 - Quantités

Globalement l'ensemble des paramètres sont largement inférieurs à l'autorisation associée (2,1 % au plus de l'autorisation pour l'année 2022).

Après la fin de l'année 2020 et l'année 2021, périodes au cours desquelles les évacuations avaient considérablement augmenté (en lien direct avec le fonctionnement du réacteur RES), les évacuations 2022 ont largement diminué (compte tenu de l'arrêt programmé du réacteur RES sur cette période).

À noter également qu'il n'y a eu aucun dépassement en concentrations maximales au cours de l'année 2022, ces concentrations maximales étant rappelées ci-après :

- Phosphore : 3 mg/l
- Chlorures : 150 mg/l
- Sulfates : 700 mg/l
- Zinc : 2 mg/l
- AOX : 1 mg/l.

15.6 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX

15.6.1 Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs

Ce chapitre présente une synthèse des bilans des rejets gazeux émis par l'INBS-PN pour l'année 2022.

Le tableau 41 présente le bilan des rejets gazeux pour l'ensemble des installations de l'INBS-PN. La répartition mensuelle, le cumul annuel ainsi que les autorisations de rejets fixées dans l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié sont mentionnés.

Tableau 41 : Activités rejetées pour l'année 2022 pour les rejets atmosphériques

Rejets gazeux INBS PN	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Bêta globale	Alpha globale
Janvier	3,46E-02	3,30E-01	1,58E+02	1,24E-04	1,53E-05	1,37E-06
Février	9,90E-03	9,70E-02	1,43E+02	1,44E-04	1,52E-05	1,39E-06
Mars	4,26E-01	3,84E-01	1,58E+02	1,27E-04	1,53E-05	1,37E-06
Avril	3,46E-01	3,03E-01	1,53E+02	1,38E-04	1,51E-05	1,37E-06
Mai	1,41E-01	1,72E-01	1,58E+02	1,21E-04	1,51E-05	1,37E-06
Juin	2,90E-02	1,19E-01	1,53E+02	1,16E-04	1,49E-05	1,37E-06
Juillet	1,24E-01	2,17E-01	1,58E+02	1,40E-04	1,49E-05	1,37E-06
Août	3,99E-02	1,26E-01	1,58E+02	1,26E-04	1,49E-05	1,37E-06
Septembre	2,56E-02	1,12E-01	1,53E+02	1,17E-04	1,51E-05	1,38E-06
Octobre	3,21E-02	1,10E-01	1,58E+02	1,25E-04	1,52E-05	1,40E-06
Novembre	4,11E-02	1,21E-01	1,53E+02	1,36E-04	1,65E-05	1,38E-06
Décembre	2,93E-02	4,84E-02	1,58E+02	1,38E-04	1,53E-05	1,37E-06
Cumul annuel (GBq) 2022	1,28E+00	2,14E+00	1,86E+03	1,55E-03	1,83E-04	1,65E-05
Autorisation annuelle (GBq)	4,50E+01	1,70E+01	1,30E+04	1,50E-02	4,00E-04	3,00E-05
Autorisation mensuelle 1/6 autorisation annuelle (GBq)	7,50E+00	2,83E+00	2,17E+03	2,50E-03	6,67E-05	5,00E-06
% Autorisation annuelle	2,84%	12,58%	14,33%	10,31%	45,65%	55,05%

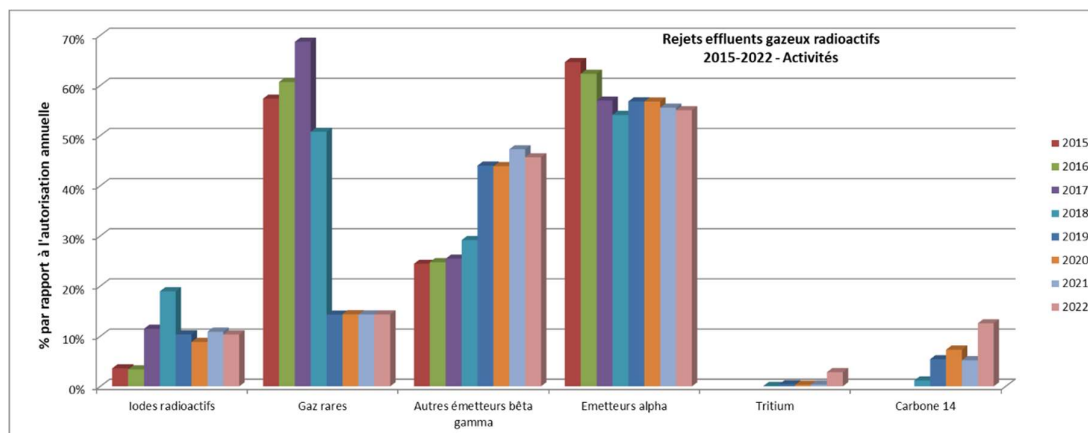


Figure 32 : Rejets effluents gazeux radioactifs 2015-2022 - Activités

A noter pour l'année 2022 :

- la plupart des activités déclarées correspondent à des activités en quantités non détectables par les appareils de mesures ; on considère forfaitairement que l'activité prise en compte dans le calcul d'impact est égale au seuil de décision de l'appareil de mesure, pour le radionucléide considéré, multiplié par la quantité d'air rejeté ;
- les émetteurs alpha sont comptabilisés uniquement pour les émissaires de l'II FSMC ;
- les autres émetteurs bêta gamma sont comptabilisés pour les émissaires des II FSMC, RNG et RES depuis octobre 2018, ce qui explique l'augmentation constatée depuis ;
- l'augmentation des rejets en iodes en 2018 est liée à des problématiques constatées lors des essais PAI ; on observe un retour à la normale en 2019 et 2020 et à nouveau une légère augmentation en 2021 toujours en lien avec les essais PAI ;
- les émetteurs gaz rares sont comptabilisés uniquement pour les émissaires des II RES et RNG sur la base des valeurs de bruit de fond des équipements utilisés ($1,2 \cdot 10^4$ Bq/m³ pour l'II RNG jusqu'en septembre 2018 puis

1,5 10³ Bq/m³ suite au changement de l'appareil de surveillance ; 10³ Bq/m³ pour l'II RES), d'où la diminution de déclaration de rejets « gaz rares » ;

- les émetteurs tritium et carbone 14 sont comptabilisés depuis octobre 2018 ; leur augmentation en 2022 s'explique par l'activité de l'II RES.

15.6.2 Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques

Les campagnes de caractérisation des effluents gazeux rejetés par l'INBS-PN sur l'année 2022 sont présentées ci-dessous.

15.6.2.1 Chaudière MARIE ME- bâtiment 401

Une campagne de mesure est réalisée annuellement ainsi que lors de chaque réapprovisionnement en fioul le cas échéant.

Une campagne a été réalisée en 2022 suite à la livraison de fuel.

Tableau 42 : Résultats des mesures sur les effluents gazeux de la chaudière MARIE pour l'année 2022

ME	Flux horaire (g/h) SO ₂	Flux horaire (g/h) NO ₂
Juin	5,3	260

Les flux horaires sont inférieurs aux flux horaires identifiés dans l'arrêté ARPE (10 kg/h pour les SO₂ et 10 kg/h pour les NO_x). Ainsi les valeurs limites sur les concentrations maximales ne s'appliquent pas (Cf. tableau I).

15.6.2.2 FSMC - bâtiment 444

Les campagnes de mesure réalisées de janvier à décembre 2022 sont présentées dans le tableau 43.

Tableau 43 : Résultats des mesures sur les effluents gazeux de l'installation FSMC pour l'année 2022

FSMC	Flux horaire (g/h) HF	Flux horaire (g/h) NO ₂
Janvier	0,1	1,5
Février	3,5	<LQ
Mars	2,5	23,0
Avril	1,7	<LQ
Mai	4,7	20,0
Juin	2,8	4,9
Juillet	3,0	18,0
Août	3,0	12,0
Septembre	2,9	17,0
Octobre	1,5	<LQ
Novembre	1,6	19,0
Décembre	4,3	23,0

Les flux horaires sont inférieurs aux valeurs identifiées dans l'arrêté ARPE (25 g/h pour l'HF et 10 kg/h pour les NO_x). Ainsi les valeurs limites sur les concentrations maximales ne s'appliquent pas (Cf. tableau I). Les flux horaires sont du même ordre de grandeur que les années précédentes.

15.7 BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES

En application de l'article 13 de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié réglementant les rejets et les prélèvements d'eau de l'INBS-PN, le bilan des eaux de ruissellement des eaux pluviales est intégré à la surveillance de l'environnement commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS-PN et des ICPE.

Le bilan des eaux de ruissellement des eaux pluviales figure dans la partie D (chapitre 30.3.2) du rapport environnemental.

16. BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

La surveillance de l'environnement est réalisée de manière commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS-PN et des ICPE du site de Cadarache, en application de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié réglementant les rejets et les prélèvements d'eau de l'INBS-PN.

Le bilan de la surveillance de l'environnement figure dans la partie D du rapport environnemental.

17. MODIFICATIONS APORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Au titre de l'année 2022, aucune évolution ni modification susceptible de modifier les conclusions de l'étude d'impact n'a été réalisée sur les installations techniques de l'INBS-PN.

18. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE

La surveillance de l'environnement est réalisée de manière commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS-PN et des ICPE du site de Cadarache, en application de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié réglementant les rejets et les prélèvements d'eau de l'INBS-PN.

18.1 IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE

Les conclusions de la surveillance radiologique et chimique sont présentées dans la partie D du rapport environnemental.

18.2 IMPACT SANITAIRE SUR L'HOMME

Les conclusions de l'impact radiologique sont présentées dans la partie E Titre E2 – chapitre 33 du rapport environnemental.

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 – chapitres 34 et 35 du rapport environnemental.

19. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES

La synthèse des opérations de maintenance est présentée dans la partie F du présent rapport environnemental.

20. ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

La synthèse des actions d'amélioration est présentée dans la partie G du rapport environnemental.

C

BILANS ICPE

21. PRESENTATION GENERALE DES ICPE ET RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES)

Le CEA exploite 22 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) dont 15 « à caractère nucléaire ».

Au titre de l'année 2022, le texte de référence est :

- Jusqu'au 26/10/2022, l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25/09/2006 fixant notamment les limites annuelles pour la consommation d'eau et les rejets d'effluents liquides dans l'environnement,
- Depuis le 27/10/2022, l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27/10/2022 mettant à jour l'ensemble des prescriptions applicables au Commissariat à l'Energie atomique et aux énergies Alternatives (CEA) de CADARACHE pour l'exploitation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) de son site de Saint-Paul-Lez-Durance.

21.1 TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS

21.1.1 Transferts liquides

21.1.1.1 Transferts liquides radiologiques

En application de l'article 4.3.10.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25/09/2006 et de l'article 4.3.7.2 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, pour les ICPE concernées par des transferts d'effluents liquides radiologiques, les valeurs limites sont précisées dans la fiche de caractérisation de chaque installation.

21.1.1.2 Transferts liquides chimiques

En application de l'article 4.3.10.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25/09/2006 et de l'article 4.3.7.2 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, pour les ICPE concernées par des transferts d'effluents liquides chimiques, les valeurs limites sont précisées dans la fiche de caractérisation de chaque installation.

21.1.2 Rejets liquides radiologiques et chimiques

21.1.2.1 Rejets liquides radiologiques

En application de l'article 4.3.7.3 de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006 et des articles 4.4.2.3 et 4.5.4 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, les limites radiologiques de rejet dans la Durance sont rappelées dans le Tableau J.

Tableau J : Limites annuelles et mensuelles de rejet en Durance

Paramètres	Autorisation (GBq/an)	Limite mensuelle ¹ 1/6 ^e des limites annuelles (GBq)
Tritium	1000	167
Carbone 14	0,5	0,084
Autres émetteurs β - γ	1,5	0,25
Emetteurs α	0,13	0,022

En application de l'article 4.3.7.5 et l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006 et des articles 4.4.2.1 et 4.4.2.2 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, les valeurs de référence des conditions de rejets en Durance sont rappelées dans le Tableau K.

¹ En application de l'Article 4.5.4 de l'arrêté n°2020-497-PC, à compter du 27/10/2022, l'aliquote mensuel doit permettre de vérifier le respect du 1/6^{ème} des limites annuelles

Tableau K : Valeurs de référence des conditions de rejet

Paramètres	Activité volumique du rejet (Bq/l)	Débit d'activité (Bq/j)	Milieu récepteur Activité volumique ajoutée (Bq/l)
Tritium	10 000	2,25E+10	74
Ensemble des radioéléments autres que le tritium	100	2,25E+08	0,74

Conformément à l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006 et à l'article 4.4.3 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, les valeurs limites concernant les eaux pluviales sont rappelées dans le Tableau L.

Tableau L : Valeurs de référence des eaux pluviales

Paramètre	Alpha global (Bq/l)	Bêta global (Bq/l)	Tritium (Bq/l)
Valeurs limites	0,1 Bq/l	0,15 Bq/l	10 Bq/l

21.1.2.2 Rejets liquides chimiques

Conformément à l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006 et à l'article 4.4.2.1 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, les valeurs limites des rejets liquides sont rappelées dans le Tableau M.

Tableau M : Valeurs limites de rejet des effluents liquides en Durance

Caractéristiques contrôlées	Valeurs limites	
Débit journalier des effluents rejetés	4 000 m³/j en maximum journalier avec une moyenne journalière mensuelle de 3 000 m³/j	
pH	Entre 5,5 et 9 (à partir du 27/10/2022 : entre 5.5 et 8.5)	
Température	30°C	
Caractéristiques contrôlées	Concentration en mg/l sur échantillon moyen 24 heures	Flux en kg/j
Matières En Suspension (MES)	35	80
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	100	225
Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO ₅)	30	70
Hydrocarbures totaux (HC totaux)	5	10
Azote global (Ngl)	30	70
Phosphore (P)	10	22,5
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	500	1 125
Chlorures (Cl ⁻)	200	450
Bore (B)	0,5	1
Aluminium (Al)	2,5	5
Cuivre (Cu) * (substance ajoutée par l'AP 2020-497-PC à partir du 27/10/2022)	0,15	0,6
Fer (Fe)	2,5	5
Zinc (Zn)	2 (à partir du 27/10/2022 : 0,8)	4,5
AMPA * (substance ajoutée par l'AP2020-497-PC à partir du 27/10/2022)	0,45	1,8
Fluorures (F ⁻)	1	2,25

* L'analyse des nouveaux paramètres Cuivre et AMPA introduits par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC sera mise en place à partir de 2023.

Un test poisson est réalisé pendant six heures préalablement aux rejets.

L'arrêté n°2020-497-PC applicable à partir du 27/10/2022 prévoit également la mise en place d'une vérification périodique de la coloration du milieu récepteur (la Durance), inférieur à 100 mg/Pt en un point représentatif du mélange ; cette mesure sera mise en place en 2023.

21.1.3 Rejets gazeux

21.1.3.1 Rejets gazeux radiologiques

Conformément à l'article 3.2.4 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 du 25 septembre 2006 et à l'article 3.2.5 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, les valeurs limites des rejets gazeux radioactifs de l'ensemble des ICPE du Centre de Cadarache sont appelées dans le Tableau N.

Tableau N : Valeurs limites des rejets gazeux radioactifs pour l'ensemble des ICPE

Paramètres	Tritium	Gaz rares	Iode	Autres émetteurs Bêta-gamma	Emetteurs Alpha
Valeurs limites (GBq)	4,5	2,8E+02	3,7E-02	5,2E-04	2,0E-05

En application de l'article 3.3.1 de l'arrêté n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, une estimation annuelle des rejets diffus radioactifs est réalisée.

21.1.3.2 Rejets gazeux chimiques

Les valeurs limites annuelles des rejets gazeux chimiques par installation sont fixées dans l'annexe 2 de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006, dans l'arrêté ministériel du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale inférieure à 50 MW soumise à autorisation au titre des rubriques 2010, 2931 ou 3110 et dans l'annexe 2-6 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022.

Tableau O : ICPE CHAUFFERIE CENTRALE - valeurs limites de rejet chimique gazeux jusqu'au 27/10/2022

Paramètre	Concentration sur gaz sec à 3% de O ₂ en mg/Nm ³		Flux horaire en kg/h			
	Fonctionnement au Gaz naturel	Fonctionnement au Fioul (secours)	Fonctionnement au Gaz naturel		Fonctionnement au Fioul (secours)	
			17.75 MW	10 MW	17.75 MW	10 MW
Débit (Nm ³ /h sur sec)	/	/	20300	11500	19600	11000
NOx*	120	300	4,5	2,5	11,75	6,5
CO	100	100	2	1,15	1,95	1,1
SO ₂	35	1700	0,7	0,4	30	15
Poussières	5	100	0,1	0,05	1,95	1,1

*Dans le cadre de l'implantation d'une unité de cogénération, les conditions d'exploitation ont été modifiées (courrier préfecture des Bouches du Rhône du 30/01/2017). Les nouvelles valeurs relatives au NOx sont :

- ✓ Situation normale : 2 moteurs de cogénération + 2 chaudières 17 MW-Puissance maximale autorisée : 46,13 MW – Flux horaire NOx : 5,68 kg/h.
- ✓ Situation dégradée : 2 moteurs de cogénération + 2 chaudières 10 MW et 1 chaudière 17 MW -Puissance maximale autorisée : 49,11 MW – Flux horaire NOx : 6,84 kg/h.

C – BILANS ICPE

Tableau O bis : ICPE CHAUFFERIE CENTRALE - valeurs limites de rejet chimique gazeux à partir du 27/10/2022

	Concentration sur gaz sec à 3% de O ₂ en mg/Nm ³	Flux horaire en kg/h			
Combustible Gaz Naturel					
NOx	120	8.59			
CO	100	5.15			
Débit (en Nm ³ /h sur gaz sec)		Générateur 1	Générateur 2	Générateur 3	Générateur 4
		23500	24200	23900	23000

Tableau P : ICPE HRT Bâtiment 264 VAUTOUR - valeurs limites de rejet chimique gazeux

Paramètre	Concentration maximale (mg/Nm ³)	Flux annuel maximal en kg/an	Flux annuel en m ³ /an
Aérosols sodés	50	150	3,0 E+06

Tableau Q : ICPE HRT Bâtiment 297 KALINA ex SURBOUM - valeurs limites de rejet chimique gazeux

Paramètre	Concentration maximale (mg/Nm ³)	Flux annuel maximal en kg/an	Flux annuel en m ³ /an
Aérosols sodés	50	190	3,8 E+06

21.2 NUISANCES

Une mesure du niveau de bruit et de l'émergence doit être effectuée au moins tous les 3 ans en limite de site en application de l'article 6.3 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 et de l'article 7.2 de l'arrêté préfectoral 2020-497-PC du 27 octobre 2022.

Les valeurs limites sont rappelées dans les tableaux R et S :

Tableau R : Niveaux sonores des émergences admissibles en dB(A)

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7h00 à 22h00 sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22h00 à 7h00 ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau S : Niveaux limites admissibles de bruit en dB(A) en limite de propriété

Niveaux limites admissibles de bruit en dB(A) en limite de propriété	Jour (7h00 à 22h00) sauf dimanches et jour férié	Nuit (22h00 à 7h00) ainsi que les dimanches et jours fériés
Aux points de contrôles	60 dB(A)	50 dB(A)

Six points de contrôle du bruit sont définis dans l'arrêté préfectoral. Ils sont situés le long du grillage sur le chemin de ronde du site de Cadarache.

Des mesurages de bruit, par un organisme externe, ont été réalisés du 13 avril au 14 avril 2022 en limite de propriété du site de Cadarache afin de contrôler les niveaux sonores au regard des valeurs définies par l'arrêté préfectoral.

Ainsi l'organisme de contrôle externe a conclu que « Les mesures réalisées dans l'environnement du CEA Cadarache permettent les constats suivants :

- Les émergences dues à l'activité du site sont conformes dès les limites de propriété,
- Les niveaux admissibles en limites de propriété, fixés par arrêté préfectoral, sont respectés,
- Aucune tonalité marquée n'a été isolée.

En conclusion, l'impact sonore engendré par l'activité du CEA Cadarache est conforme aux exigences de l'arrêté applicable précité. »

22. BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU

22.1 QUANTITE D'EAU PRELEVEE DANS LE MILIEU

La quantité d'eau prélevée dans le milieu naturel au niveau des prises d'eau autorisées (canal de Jouques ou barrage EDF) s'élève à 401 408 m³ en 2022, soit 10% de la valeur limite de prélèvement.

Pour mémoire, le volume total prélevé dans le milieu naturel sur la période 2018-2022 est présenté dans le tableau 44.

Tableau 44 : Volumes totaux annuels prélevés dans le milieu naturel sur les 5 dernières années

Période 2018-2022	2022	2021	2020	2019	2018
Volume total prélevé dans le milieu naturel en m ³	401 408	335 055	315 649	311 815	349 933

L'eau brute pompée est utilisée pour la production d'eau potable, produite au bâtiment 955 (station de pompage) et est ensuite distribuée pour tous les besoins du Centre (sanitaire, procédés, incendie, etc.).

22.2 QUANTITE D'EAU CONSOMMEE PAR LES ICPE

La quantité d'eau consommée par les ICPE pour l'année 2022 s'élève à 127 957 m³.

Pour mémoire, la consommation totale en eau potable sur la période 2018-2022 est présentée dans le tableau 45.

Tableau 45 : Consommations totales annuelles des ICPE en eau potable sur les 5 dernières années

Période 2018-2022	2022	2021	2020	2019	2018
Volume total consommé en eau potable (en m ³)	127 957	98 007	80 575	92 793	92 128

Le bilan de la consommation en eau des ICPE est présenté dans le Tableau 46.

Tableau 46 : Bilan de la consommation en eau des ICPE

Nom ICPE	Bâtiments	Consommation en m ³
ALSOLEN	834	0
ALSOLEN SUP	838	0
Chaufferie Centrale	257 - 276	1 912
COMIR	225	86
Station de transit de Déchets conventionnels	785, ZDT et 1225	223
Décontamination-Démantèlement (ICPE 312)	312	636
Eau lourde	237	0
HRT	201 - 202 - 203 - 264 - 297 - 718	1 545
Intercontrôle Sud	443-464	318
La Rotonde	801	63
Laboratoire d'analyses IBEB*	156-158-161-177-181-184-185	121
BIAM – Cité des énergies	1900-1901	2 009
Laboratoire UO2	315	338

Nom ICPE	Bâtiments	Consommation en m ³
LARC (Ex Laboratoire Banalisé)	152	219
MMB	411	1
PLINIUS	281	2176
Radionucléide à vie longue	307	1
RHODIA	420 - 465	0
SPR Laboratoire d'analyses	310	265
Station de pompage**	955	81 029
Station d'épuration Industrielle	110.2, 110.3 et BP110	92
TORÉ SUPRA	506-510-511	32 209
TOTEM	224	4 714
Total ICPE en m³		127 957

* Le laboratoire d'analyse IBEB a fait l'objet d'une cessation d'activité ICPE notifiée au Préfet le 1^{er} avril 2022. La consommation mentionnée correspond à celle du 1^{er} trimestre 2022.

**La station de pompage correspond à la station de production d'eau potable pour les besoins du Centre et des unités extérieures. La consommation d'eau de cette installation correspond à la consommation d'eau brute et également d'eau potable produite pour les besoins sanitaires et les besoins de process de la station (lavage automatique des filtres à sable, chasses automatiques au fond des ouvrages de décantation, maintenance et nettoyage de certains ouvrages).

23. BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS

23.1 REGLES DE COMPTABILISATION

23.1.1 Paramètres radioactifs

Les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides et des rejets d'effluents gazeux, concernant les INB et les ICPE, sont précisées dans le document référencé D2S/SPR-RPI.8.050-PCD003 à l'indice en vigueur établi par le Service de Protection des Rayonnements (SPR).

Ces règles sont celles imposées par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). Elles sont également appliquées aux ICPE.

23.1.2 Substances chimiques

Pour le rejet en Durance, le calcul de flux se fait suivant la formule suivante :

$$Flux = [c] * volume$$

si $C < LD$ alors le calcul se fait avec $C = LD/2$, LD étant la limite de détection

Pour les règles de comptabilisation pour l'élaboration des bilans des transferts d'effluents liquides concernant les INB et les ICPE, sont précisées dans le document « Etablissement des bilans chimiques des effluents industriels transférés par les INB et ICPE du CEA/CADARACHE à la STEP EI référencé 115 EAU-PFX NTE 09001031 indice A du 17/11/2009 établi par le Service Technique et Logistique.

23.2 BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT

Les deux tours aéroréfrigérantes (TAR) de la Boucle à Eau Décarbonatée (BED) de l'ICPE TORÉ SUPRA fonctionnent en permanence. La consommation d'eau pour le fonctionnement de la BED en 2022 est de 31 307 m³.

Les résultats des analyses mensuelles menées sur les TAR 1 et 2 (bâtiment n°511) pour l'année 2022 sont rappelés dans le tableau 47.

Tableau 47 : Résultats des analyses mensuelles sur la TAR 1 et 2 en 2022

TAR 1				
Date du prélèvement	Résultat de l'analyse (UFC/l)	Référence du rapport d'analyse du laboratoire accrédité	Remarques/commentaires	Actions correctrices ²
26/01/2022	< 100	AR-22-XE-011060-01	Labo. EUROFINS	-
23/02/2022	< 100	AR-22-XE-021753-01	Labo. EUROFINS	-
10/03/2022	< 100	AR-22-XE-028427-01	Labo. EUROFINS	-
26/04/2022	< 100	AR-22-XE-047885-01	Labo. EUROFINS	-
19/05/2022	< 100	AR-22-XE-058845-01	Labo. EUROFINS	-
17/06/2022	< 100	AR-22-XE-071396-01	Labo. EUROFINS	-
13/07/2022	< 100	AR-22-XE-083494-01	Labo. EUROFINS	-
27/07/2022	< 100	AR-22-XE-089245-01	Labo. EUROFINS	-
10/08/2022	< 100	AR-22-XE-094406-01	Labo. EUROFINS	-
31/08/2022	< 100	AR-22-XE-102703-01	Labo. EUROFINS	-
14/09/2022	< 100	AR-22-XE-109682-01	Labo. EUROFINS	-
05/10/2022	< 100	AR-22-XE-121596-01	Labo. EUROFINS	-
13/10/2022	< 100	H.2022.8015-1-1	LDA / Contrôle inopiné	-
02/11/2022	< 100	AR-22-XE-135467-01	Labo. EUROFINS	-
07/12/2022	< 100	AR-22-XE-152059-01	Labo. EUROFINS	-
TAR 2				
Date du prélèvement	Résultat de l'analyse (UFC/l)	Référence du rapport d'analyse du laboratoire accrédité	Remarques/commentaires	Actions correctrices ²
26/01/2022	< 100	AR-22-XE-011061-01	Labo. EUROFINS	-
23/02/2022	< 100	AR-22-XE-021754-01	Labo. EUROFINS	-
10/03/2022	< 100	AR-22-XE-028426-01	Labo. EUROFINS	-
26/04/2022	< 100	AR-22-XE-047886-01	Labo. EUROFINS	-
19/05/2022	< 100	AR-22-XE-058844-01	Labo. EUROFINS	-
17/06/2022	< 100	AR-22-XE-071397-01	Labo. EUROFINS	-
13/07/2022	< 100	AR-22-XE-083495-01	Labo. EUROFINS	-
27/07/2022	< 100	AR-22-XE-089246-01	Labo. EUROFINS	-
10/08/2022	< 100	AR-22-XE-094407-01	Labo. EUROFINS	-
31/08/2022	< 100	AR-22-XE-102702-01	Labo. EUROFINS	-
14/09/2022	< 100	AR-22-XE-109681-01	Labo. EUROFINS	-
05/10/2022	< 100	AR-22-XE-121597-01	Labo. EUROFINS	-
13/10/2022	< 100	H.2022.8015-1-2	LDA / Contrôle inopiné	-
02/11/2022	< 100	AR-22-XE-135468-01	Labo. EUROFINS	-
07/12/2022	< 100	AR-22-XE-152060-01	Labo. EUROFINS	-

² En cas de dépassement de concentration de 1000 UFC/l

En application de l'article 60 de l'arrêté ministériel du 14 décembre 2013 applicable aux TAR de Tore Supra, l'estimation annuelle des flux des différents paramètres chimiques présents dans les effluents transférés dans le réseau d'effluents industriels, sur la base des analyses périodiques réalisées, est présentée le tableau 48 ci-après :

Tableau 48 : Estimation annuelle des flux transférés par les TAR de Tore Supra dans le réseau EI

Estimation annuelle des flux rejetés	
Chlorures (kg)	932.7
Bromures (kg)	<75.8
AOX (kg)	8.6
ST-DCO moyen (mg O2/L)	8.1
THM (kg)	0.25
pH moyen	7.9
MES (kg)	<29.3
Chlorates (kg)	<30.5
Bromates (kg)	<0.26
Arsenic (kg)	< 0.073
Fer (kg)	1.2
Plomb (kg)	< 0.029
Phosphore (kg)	26.2
Zinc (kg)	<15.7
Cuivre (kg)	< 0.073
Nickel (kg)	< 0.073

23.3 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES

23.3.1 Bilan des rejets d'effluents liquides – Paramètres radioactifs

23.3.1.1 Bilan du rejet en Durance pour 2022 en application de l'arrêté préfectoral

Le bilan des activités rejetées en Durance au niveau de la station de rejet du Centre pour 2022 est présenté dans le Tableau 49.

Tableau 49 : Activités rejetées par la station des rejets du Centre pour 2022

Paramètres	Tritium (GBq/an)	Carbone 14 (GBq/an)	Emetteurs Bêta gamma (GBq/an)	Emetteurs Alpha (GBq/an)
Activité rejetée en 2022	7,47E-01	1,33E-03	2,71E-01	7,52E-05
Valeurs limites	1,00E+03	5,00E-01	1,5E+00	1,3E-01
% par rapport à l'autorisation	0,07	0,27	18,07	0,06
Activité rejetée en 2021	4,80E-01	1,21E-03	2,18E-01	6,62E-05
Activité rejetée en 2020	4,16E+00	1,71E-03	2,10E-01	3,01E-05
Activité rejetée en 2019	8,0E-01	2,4E-03	4,7E-01	1,4E-04
Activité rejetée en 2018	7,9E-01	1,5E-03	3,9E-01	7,5E-05

Le volume d'effluents rejetés pour l'année 2022 est de 1,46E+05 m³ (contre 1,13E+05 m³ en 2021).

En 2022, il n'y a pas eu de dépassement par rapport aux valeurs de référence (Limites mensuelles et annuelles).

Les caractéristiques des rejets sont assez similaires entre 2021 et 2022.

23.3.1.2 Bilan des conditions de rejet dans la Durance

Le bilan des conditions de rejet dans la Durance comparées aux activités autorisées lors des rejets est présenté dans le Tableau 50 (Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs 2021 rappelées à titre de comparaison).

Tableau 50 : Bilan des conditions de rejet dans la Durance en 2022

Paramètres	Activité volumique du rejet (Bq/l)		Débit d'activité (Bq/l)		Milieu récepteur Activité volumique ajoutée (Bq/l)	
	Autorisée (*)	Moyenne quotidienne maximum	Autorisé (*)	Moyenne quotidienne maximum	Autorisée (*)	Moyenne quotidienne maximum
Tritium	10 000	30,3 (9,5)	2,25.E+10	3,84E+07 (1,26E+07)	74	4,94E-02 (1,62.E-02)
Ensemble des radioéléments autres que le tritium	100	2,05 (1,48)	2,25.E+08	2,52E+06 (2,93E+06)	0,74	3,24E-03 (3,77.E-03)

(*) cf. valeurs du tableau J.

En 2022, il n'y a eu aucun dépassement des conditions de rejet dans la Durance.

23.3.2 Bilan des rejets d'effluents liquides – Substances chimiques

Les résultats issus des mesures journalières sur l'année 2022 sont présentés dans le Tableau 51.

En 2022, le volume annuel rejeté en Durance est de 1,47 E+05 m³.

Tableau 51 : Résultats des mesures sur le rejet liquide en Durance pour l'année 2022

Paramètres	Seuil rejet AP 113-2006	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne	Nombre de dépassements/ Nombre de mesures
Débit en m ³ /j	4000	0	2377,0	429	0/127
pH	5,5 – 9 (entre 5.5 et 8.5 à partir du 27/10/2022)	6,7	9	/	0/127
Température en °C	30	0	25,1	12	0/127

Paramètres		Seuil rejet de l'arrêté préfectoral en mg/l pour C en kg/j pour F	valeur maximale en mg/l pour C en kg/j pour F	valeur moyenne en mg/l pour C en kg/j pour F	Flux total annuel en kg	Nombre de dépassements / nombre de jours de rejets
DCO	C	100	74,0	27,0	/	0/127
	F	225	102,4	31,3	3971,0	0/127
MEST	C	35	36,0	8,3	/	1/127
	F	80	41,7	9,6	1220,6	0/127
DBO5	C	30	17,0	4,3	/	0/127
	F	70	28,2	5,0	640,5	0/127
Aluminium	C	2,5	1,33	0,06	/	0/127
	F	5	1,45	0,07	8,3	0/127
Fer	C	2,5	3,77	0,30	/	1/127
	F	5	4,44	0,37	46,6	0/127
Zinc	C	2 (0,8 à partir du 27/10/2022)	0,4	0,05	/	0/127
	F	4,5	0,4	0,06	7,2	0/127

C – BILANS ICPE

Paramètres		Seuil rejet de l'arrêté préfectoral en mg/l pour C en kg/j pour F	valeur maximale en mg/l pour C en kg/j pour F	valeur moyenne en mg/l pour C en kg/j pour F	Flux total annuel en kg	Nombre de dépassements / nombre de jours de rejets
Phosphore	C	10	2,0	0,9	/	0/127
	F	22,5	3,8	1,0	126,2	0/127
Azote Global	C	30	16,1	5,9	/	0/127
	F	70	23,6	6,8	869,0	0/127
Chlorures	C	200	175,0	120,1	/	0/127
	F	450	303,8	138,4	17581,8	0/127
Fluorures	C	1	0,13	0,04	/	0/127
	F	2,25	0,17	0,05	6,0	0/127
Hydro - carbures	C	5	1,80	0,29	/	0/127
	F	10	1,79	0,32	40,0	0/127
Sulfates	C	700	422,0	113,0	/	0/127
	F	1575	533,8	130,3	16545,6	0/127
Bore	C	0,5	0,11	0,03	/	0/127
	F	1	0,21	0,04	4,8	0/127

Au cours de l'année 2022, les 2 dépassements en MES et fer n'ont pas fait l'objet de non-conformités en regard de l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006A car « *dans le cas de mesures journalières, 10 % des valeurs peuvent dépasser la valeur limite sans excéder le double de celle-ci, la base du calcul étant le mois* ».

Le dépassement en MES au mois de juillet provient du développement d'algues en période estivale au niveau des effluents liquides entreposés dans les bassins avant rejet dans le milieu naturel.

Le dépassement pour le paramètre fer peut provenir d'une mauvaise utilisation de l'appareil d'analyse.

Il est à noter que l'ensemble des rejets de l'année 2022 dans la Durance a fait l'objet de tests poissons conformes aux prescriptions de l'arrêté.

L'évolution des flux rejetés entre les années 2018 et 2022 est présentée dans les figures suivantes :

Figure 33 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années

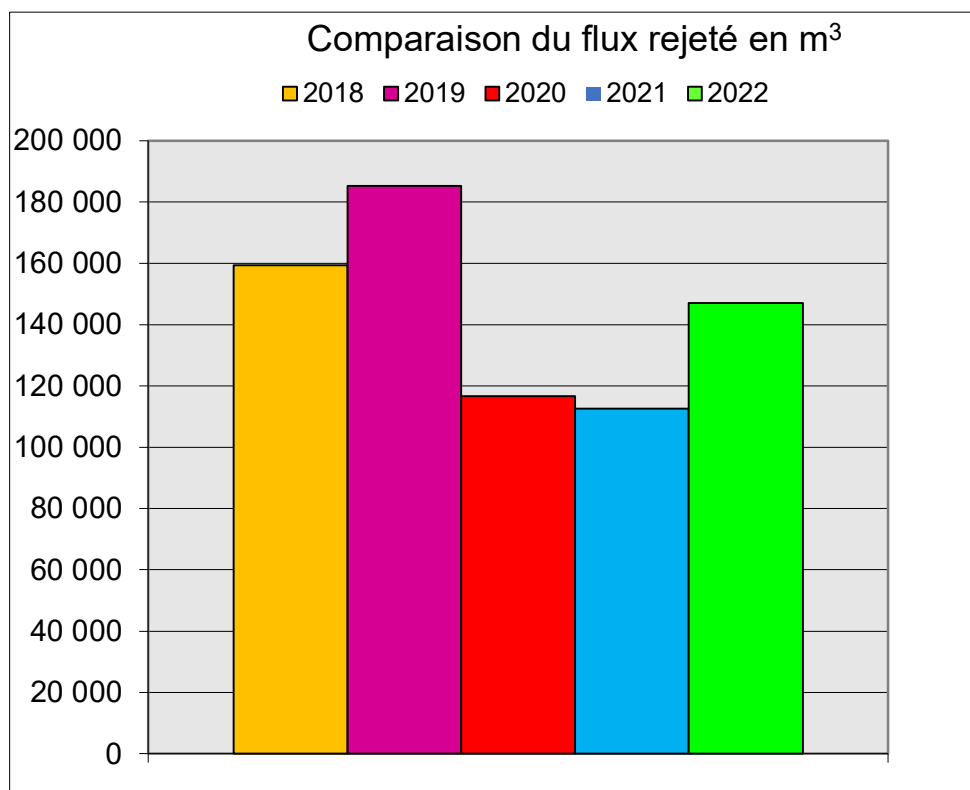


Figure 34 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années (suite)

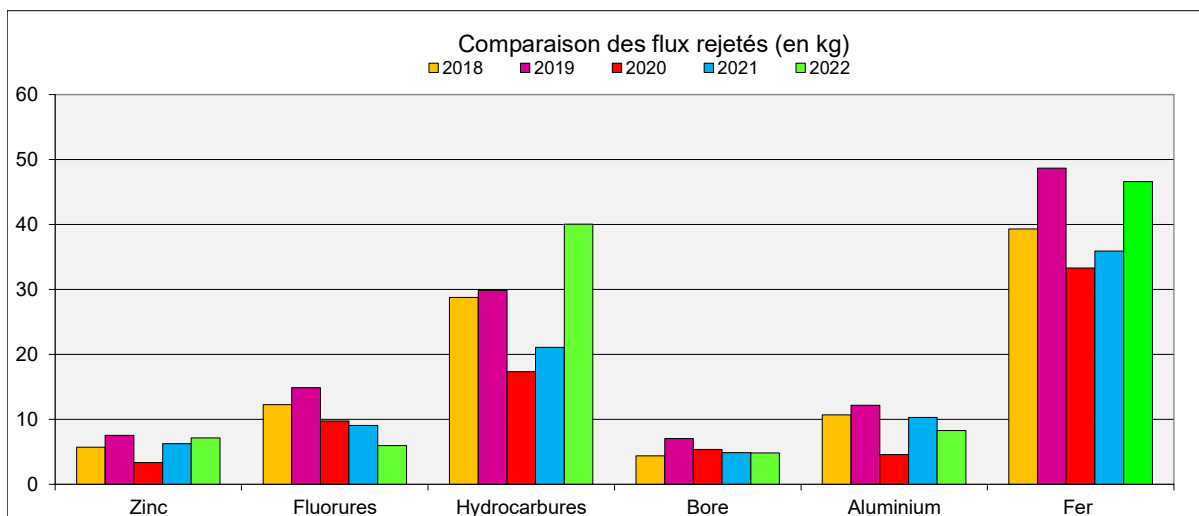
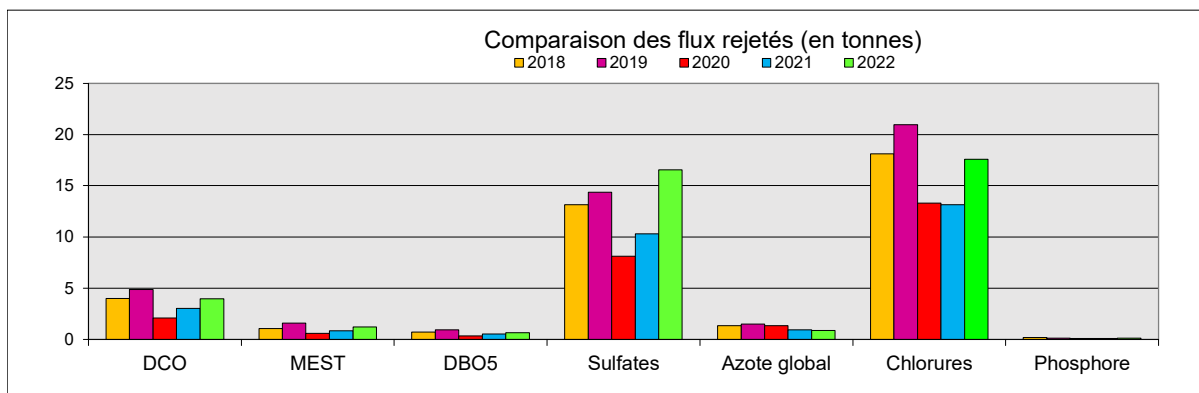


Figure 35 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années (suite et fin)



Les valeurs de volume des effluents rejetés et celles des flux par paramètre sont relativement similaires entre les années 2021 et 2022. Une cohérence est à noter entre l'augmentation du volume des effluents rejetés et celle des flux par paramètre.

23.4 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX

23.4.1 Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs

23.4.1.1 Bilans des rejets canalisés d'effluent gazeux radioactifs pour les ICPE

Le cumul des activités des rejets radiologiques gazeux pour les ICPE radioactives concernées est présenté dans le Tableau 52.

Les installations qui contribuent aux rejets sont les ICPE 312, Intercontrôle Sud, SPR Laboratoire d'analyses, TOTEM et la Rotonde.

Tableau 52 : Activités rejetées par les ICPE pour 2022

Paramètre	Tritium	Gaz rares	Iodes	Autres émetteurs Bêta-gamma	Emetteurs Alpha
Cumul des activités rejetées (GBq) 2022	1,02E-01	0,00E+00	2,76E-05	2,14E-05	6,30E-06
Valeurs limites (GBq)	4,50E+00	2,80E+02	3,70E-02	5,20E-04	2,00E-05
% par rapport à l'autorisation annuelle	2,27%	0%	0,07%	4,11%	31,50%
Cumul des activités rejetées (GBq) 2021	1,12E-01	0,00E+00	1,47E-05	2,14E-05	6,30E-06
Cumul des activités rejetées (GBq) 2020	1,09E-01	0,00E+00	1,84E-05	2,11E-05	5,96E-06
Cumul des activités rejetées (GBq) 2019	1,07E-01	0,00E+00	1,92E-05	2,04E-05	5,91E-06
Cumul des activités rejetées (GBq) 2018	1,15E-01	0,00E+00	1,60E-05	2,33E-05	6,44E-06

Les limites sont respectées pour tous les types de radioéléments.

23.4.1.2 Bilans des rejets diffus d'effluent gazeux radioactifs pour les ICPE

Tableau 53 : Bilans des rejets diffus d'effluents gazeux radioactifs

	RHODIA	MMB
Estimation annuelle du rejet diffus en Radon (GBq)	122,8	89,4

23.4.2 Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques

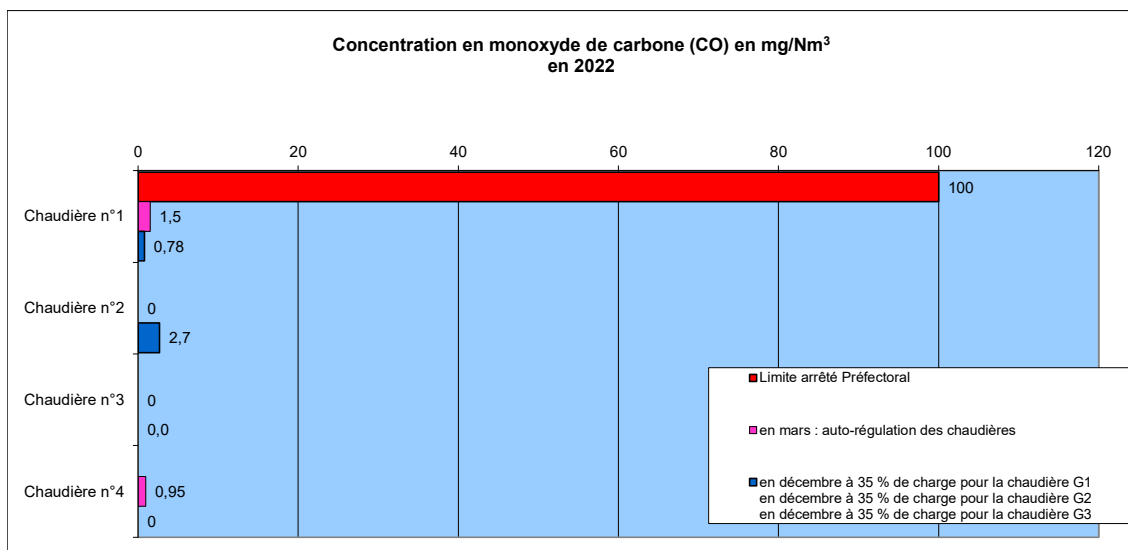
23.4.2.1 ICPE Chaufferie centrale

L'ICPE "Chaufferie centrale" a fonctionné pendant 181 jours en 2022.

Du fait du fonctionnement de la cogénération, les mesures n'ont été réalisées qu'à 35% de la puissance ou en mode autorégulation des générateurs.

Les résultats issus des deux campagnes de mesures sont présentés dans les figures 35, 36, 37, 38, 39 et 40 (Les limites représentées dans les figures sont celles présentées dans le tableau O).

Figure 36 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en concentration en CO réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en mars et décembre 2022



C – BILANS ICPE

Figure 37 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en concentration en équivalent NO_x réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en mars et décembre 2022

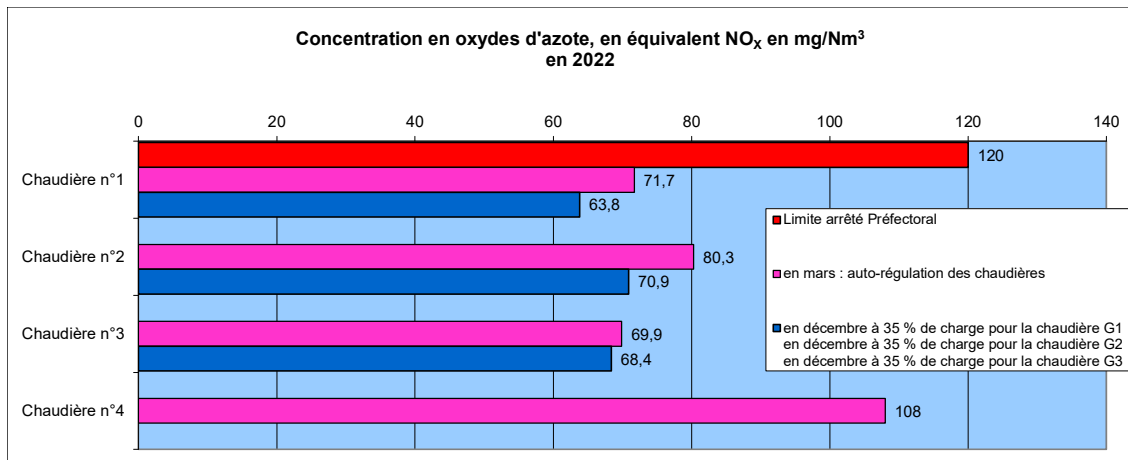
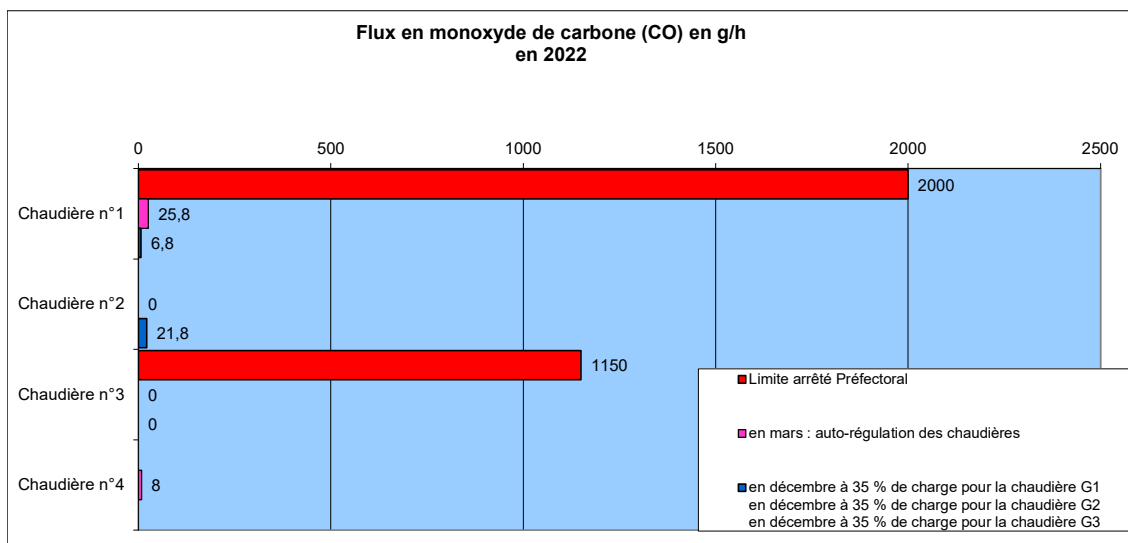


Figure 38 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux en CO réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en mars et décembre 2022

Nota : Pour cette année de transition, les valeurs limites affichées sur cette figure sont celles de l'arrêté n°113-2006A.



C – BILANS ICPE

Figure 39 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux en équivalent NO_x réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en mars et décembre 2022

Nota : Pour cette année de transition, les valeurs limites affichées sur cette figure sont celles de l'arrêté n°113-2006A.

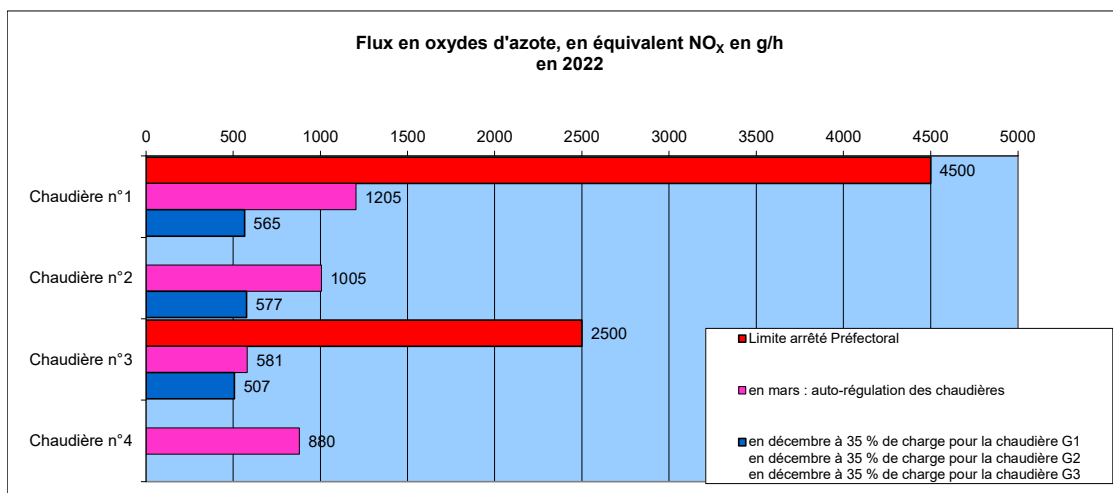


Figure 40 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en concentration en dioxyde de soufre (SO_2) réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" en mars et décembre 2022

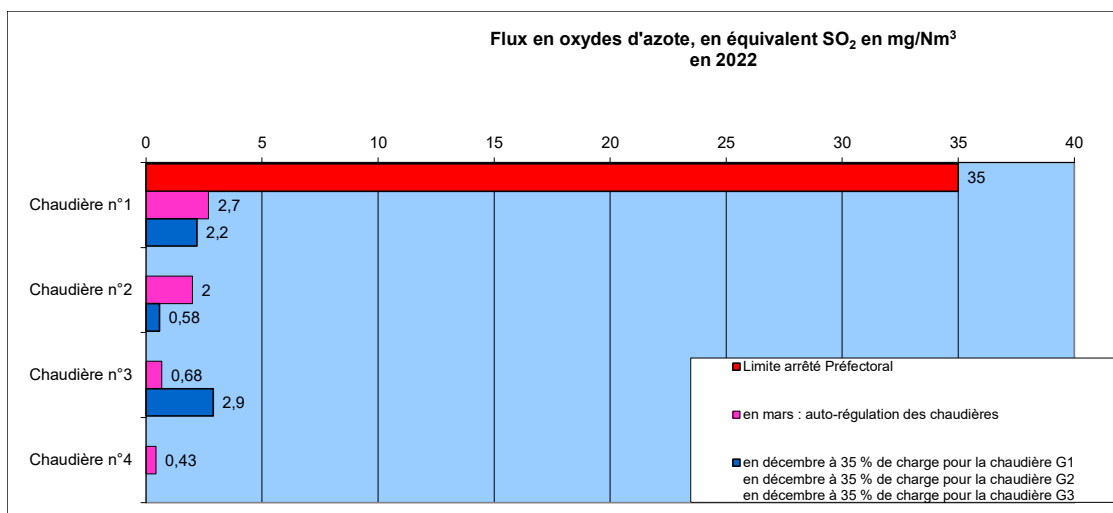
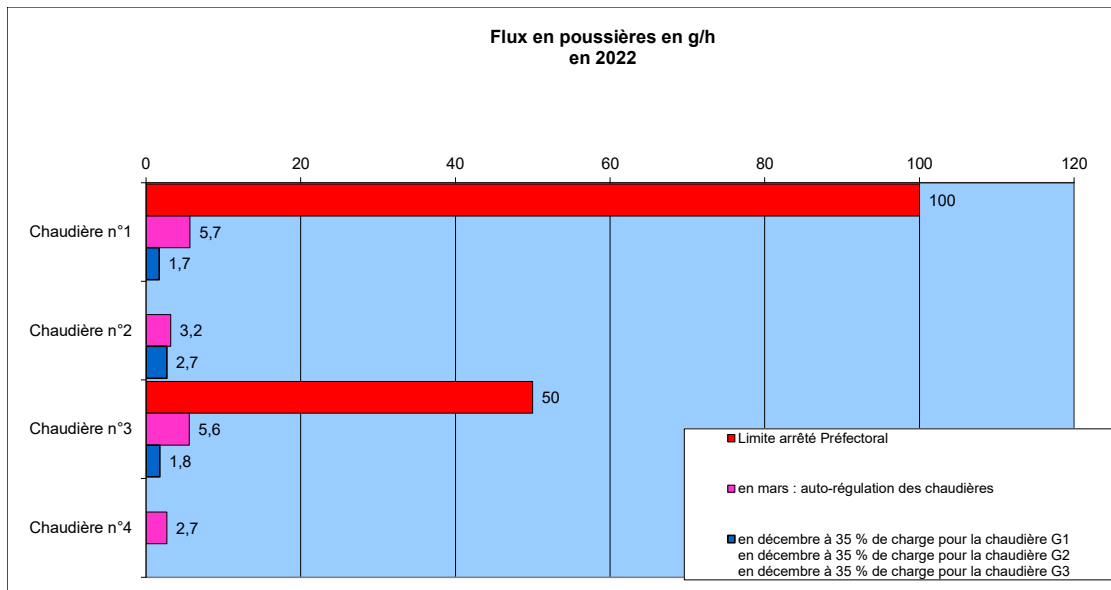


Figure 41 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux de poussière réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" lors d'un fonctionnement au gaz en mars et décembre 2022



Aucun dépassement des valeurs limites sur l'ensemble de ces mesures n'est à noter.

23.4.2.2 ICPE HRT Bâtiment 264 VAUTOUR et Bâtiment 297 KALINA ex SURBOUM

Il a été réalisé 4 campagnes de mesure en 2022 sur l'émissaire du bâtiment 264 VAUTOUR.

Figure 42 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en concentration d'aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2022

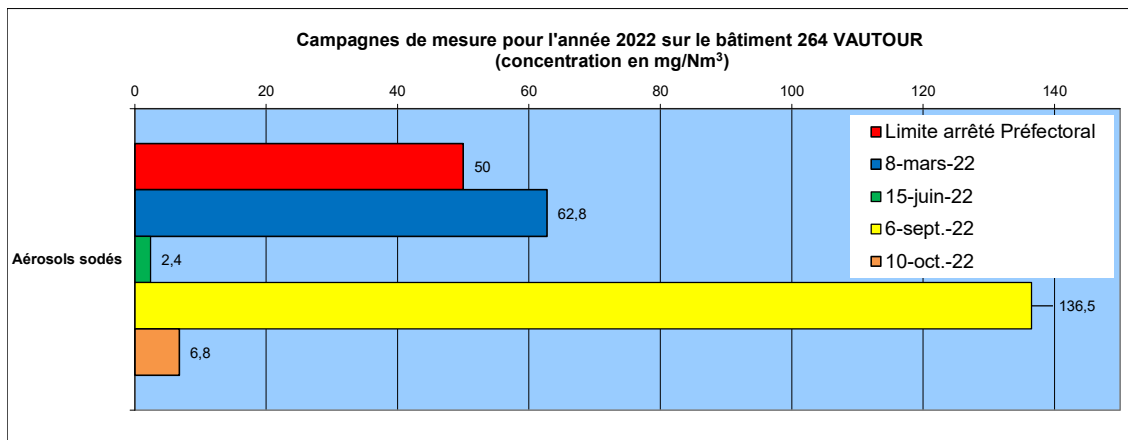


Figure 43 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en flux en aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2022

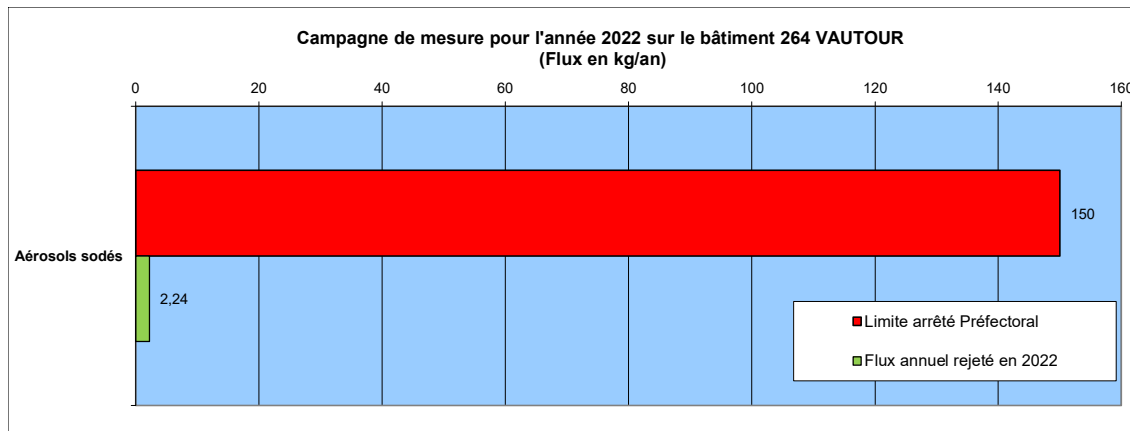
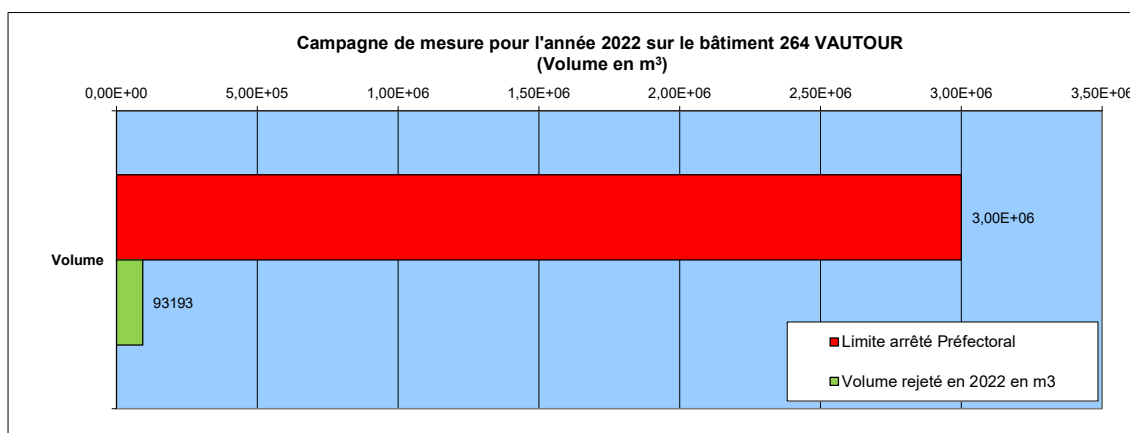


Figure 44 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en volume d'aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2022



Les dépassements constatés en concentration ont fait l'objet d'une information de la DREAL et sont présentés dans le chapitre 28.

Il n'a pas été réalisé de campagne de mesure en 2022 sur l'émissaire du bâtiment 297 KALINA (ex SURBOUM). La cellule KALINA n'a pas fonctionné en 2022. Des essais de R&D, faiblement générateurs d'aérosols au regard des opérations classiquement mises en œuvre, ont été réalisés. Ils n'ont pas permis de réaliser des mesures représentatives du fonctionnement nominal de KALINA.

23.5 BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DE LA NAPPE PHREATIQUE

23.5.1 Eaux pluviales – Paramètres radiologiques

Chaque semaine, des prélèvements avec analyses en différé sur aliquotes mensuels sont effectués dans le Ravin de la Bête :

- au point 17 (en sortie du Ravin à proximité de la station des rejets),
- au Point 17 Bis, situé à proximité du Bât. 124,
- au point 18, situé au carrefour de Carcy,
- au point 19 situé en amont du Ravin de la Bête, à proximité d'EOLE,
- au point 50, dans le regard collectant les eaux pluviales du versant nord du Centre (uniquement en cas de pluie),

A noter que les eaux pluviales du versant nord (thalweg des lapins) sont redirigées vers le ravin de la Bête au niveau de la vanne papillon.

Les analyses réalisées sur ces prélèvements sont les mesures des activités alpha globales et bêta globales sur l'eau brute décantée et la mesure de l'activité tritium sur l'eau filtrée. Une mesure de la teneur en potassium et une spectrométrie gamma ou alpha sont également réalisées si les activités sont supérieures aux limites de l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006A ou du 4.4.3 de l'arrêté n°2020-497-PC (Tableau L).

C – BILANS ICPE

Les résultats des mesures alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur ces prélèvements d'eau en 2022 ont été reportés dans le Tableau 54.

Tableau 54 : Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2022 dans les eaux du Ravin de la Bête et du regard collectant les eaux pluviales du versant nord du Centre (point 50)

	Valeur moyenne (Bq/l)	Valeur maximale (Bq/l)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/l)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/l)
POINT 17								
α global	3,9E-02					8%	12	
β global	1,2E-01	1,9E-01	20	6,8E-02	68	100%	12	3,6E-02
tritium	< 8.2					0%	12	
POINT 17 BIS								
α global	5,0E-02	6,3E-02	47	3,0E-02	95	38%	8	1,7E-02
β global	1,1E-01	2,0E-01	22	6,2E-02	73	50%	8	6,5E-02
tritium	< 4.6					0%	8	
POINT 18								
α global	5,4E-02					13%	8	
β global	1,1E-01	1,7E-01	25	7,5E-02	73	100%	8	3,2E-02
tritium	< 4.8					0%	8	
POINT 19								
α global	5.8E-02					14%	7	
β global	1.5E-01	2.6E-01	16	8.4E-02	56	100%	7	6.1E-02
tritium	< 4.6						7	
POINT 50								
α global	7.2E-02	7.6E-02	52	6.9E-02	41	20%	10	5.2E-03
β global	1.2E-01	2.3E-01	23	5.2E-02	87	90%	10	6.3E-02
tritium	< 5.1					0%	10	

Les eaux de ruissellement du Ravin de la bête et du Versant Nord ne présentent aucune valeur anormale.

Les valeurs tritium sont non significatives.

Les spectrométries gamma réalisées sur les échantillons présentant une activité β globale significative ne révèlent la présence d'aucun radioélément artificiel. Cette activité volumique beta globale trouve son origine par la présence de Potassium 40, radionucléide naturel.

23.5.2 Nappes phréatiques – Paramètres radiologiques

L'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 impose par l'article 9.1.3, la surveillance trimestrielle de 9 forages (cette exigence est reprise dans l'article 4.6.1 de l'arrêté préfectoral n°2020-497 PC du 27 octobre 2020). Deux d'entre eux, « EPURATION02 (EP2) » et « PUITES-REJETS (ES2bis) », sont également suivis mensuellement dans le cadre de l'application des décisions de l'ASN : les résultats d'analyses de ces forages sont reportés dans le Tableau 72.

Le Tableau 55 présente les résultats de la surveillance pour l'année 2022 des 7 forages spécifiquement suivis dans le cadre de l'arrêté préfectoral.

C – BILANS ICPE

Tableau 55 : Activités volumiques alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) ainsi que la teneur en potassium (en mg/l) mesurées en 2022 dans les eaux souterraines pour les forages dits « ICPE »

	Valeur Moyenne	Valeur Maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
63000_3						
Activité α globale (Bq/L)	< 4,1E-02			0%	4	
Activité β globale (Bq/L)	< 4,2E-02			0%	4	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,4E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	5,5E-01	7,0E-01	5,0E-01	100%	4	1,0E-01
Profondeur (m)	9,70	9,88	9,55	100%	4	0,15
INTENDANCE						
Activité α globale (Bq/L)	< 3,9E-02			0%	4	
Activité β globale (Bq/L)	< 4,1E-02			0%	4	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,3E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	4,3E-01	5,0E-01	3,0E-01	100%	4	9,6E-02
Profondeur (m)	5,73	6,20	5,30	100%	4	0,49
INCINERATEUR						
Activité α globale (Bq/L)	6,1E-02	7,3E-02 ± 53.3%	4,9E-02 ± 77.5%	40%	5	1,7E-02
Activité β globale (Bq/L)	2,8E-01	3,8E-01 ± 16.6%	9,9E-02 ± 48.7%	100%	5	1,1E-01
Activité tritium (Bq/L)	< 5,2E+00			0%	5	
Potassium (mg/L)	4,5E+00	7,2E+00	5,0E-01	100%	5	3,0E+00
Profondeur (m)	38,52	42,16	34,31	100%	4	3,26
CAD33						
Activité α globale (Bq/L)	5,0E-02 ± 95.3%			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02 ± 79.5%			25%	4	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	5,3E-01	6,0E-01	4,0E-01	100%	4	9,6E-02
Profondeur (m)	33,30	34,01	32,85	100%	4	0,51
Bat465						
Activité α globale (Bq/L)	< 3,4E-02			0%	4	
Activité β globale (Bq/L)	5,7E-02 ± 74.8%			25%	4	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,4E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	6,8E-01	8,0E-01	6,0E-01	100%	4	9,6E-02
Profondeur (m)	< 0,00			0%	0	

C – BILANS ICPE

	Valeur Moyenne	Valeur Maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
CAP13						
Activité α globale (Bq/L)	< 7,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	< 9,5E-02			0%	12	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	5,6E-01	8,0E-01	5,0E-01	100%	12	9,0E-02
Profondeur (m)	29,10	33,70	3,17	100%	12	8,21
RAPSODIE						
Activité α globale (Bq/L)	4,7E-02 \pm 85.8%			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	6,2E-02 \pm 73%			25%	4	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	6,3E-01	8,0E-01	4,0E-01	100%	4	1,7E-01
Profondeur (m)	7,00	7,23	6,70	100%	4	0,23

Les mesures réalisées en 2022 sur ces forages ne présentent aucune valeur anormale. Les valeurs significatives sont toutes proches des seuils de décision.

23.5.3 Eaux pluviales – Paramètres chimiques

Des points de surveillance des eaux pluviales font l'objet d'un prélèvement mensuel pour analyse.

Conformément à l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A et à l'article 4.4.3 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC, les prélèvements sont privilégiés par jour de pluie.

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau 56.

Tableau 56 : Résultats des mesures mensuelles sur les eaux pluviales des points de prélèvements 17, 17Bis, 18 et 19 et 50 pour l'année 2022

	Point de prélèvement	Date du prélèvement	DBO5 nd mg/l O2	DCO en mg/l	Hydrocarbures mg/l	MES en mg/l	pH à T° échantillon
Seuils			< 30 mg/L	< 125 mg/L	< 5 mg/L	< 35 mg/L	5,5<pH <8,5 u. pH
JANVIER	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important					
	17b						
	18						
	19						
	50						
FEVRIER	17	14/02/2022	8	46	0,21	62	7,4
	17b	14/02/2022	3	18	0,37	30	7,6
	18	14/02/2022	3	22	0,49	70	8,2
	19	14/02/2022	3	28	0,33	203	8,3
	50	14/02/2022	3	18	0,31	37	8,2

C – BILANS ICPE

MARS	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
AVRIL	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
MAI	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
JUIN	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
JUILLET	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
AOÛT	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
SEPTEMBRE	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	
OCTOBRE	17	Absence d'évènement pluvieux suffisamment important
	17b	
	18	
	19	
	50	

C – BILANS ICPE

NOVEMBRE	17	03/11/2022	2	36	0,17	138	8,1
	17b	03/11/2022	3	65	0,12	240	7,8
	18	03/11/2022	2	44	0,17	129	7,6
	19	03/11/2022	3	33	0,14	85	7,8
	50	03/11/2022	2	34	0,28	105	8,5
DECEMBRE	17	13/12/2022	2	13	0,32	18	7,7
	17b	13/12/2022	4	22	<0,1	35	7,5
	18	13/12/2022	3	14	<0,1	15	7,4
	19	13/12/2022	4	14	0,2	15	7,9
	50	13/12/2022	1	7	0,17	5,5	7,7

nd : non décanté

Les prélèvements d'eau pluviale n'ont pas pu être effectués au cours des mois de janvier, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre 2022 en raison de précipitations très faibles.

Les résultats d'analyses montrent 10 dépassements de la valeur limite pour le paramètre MES (Matières En Suspension). Ceux-ci constituent des non-conformités vis-à-vis de l'arrêté préfectoral.

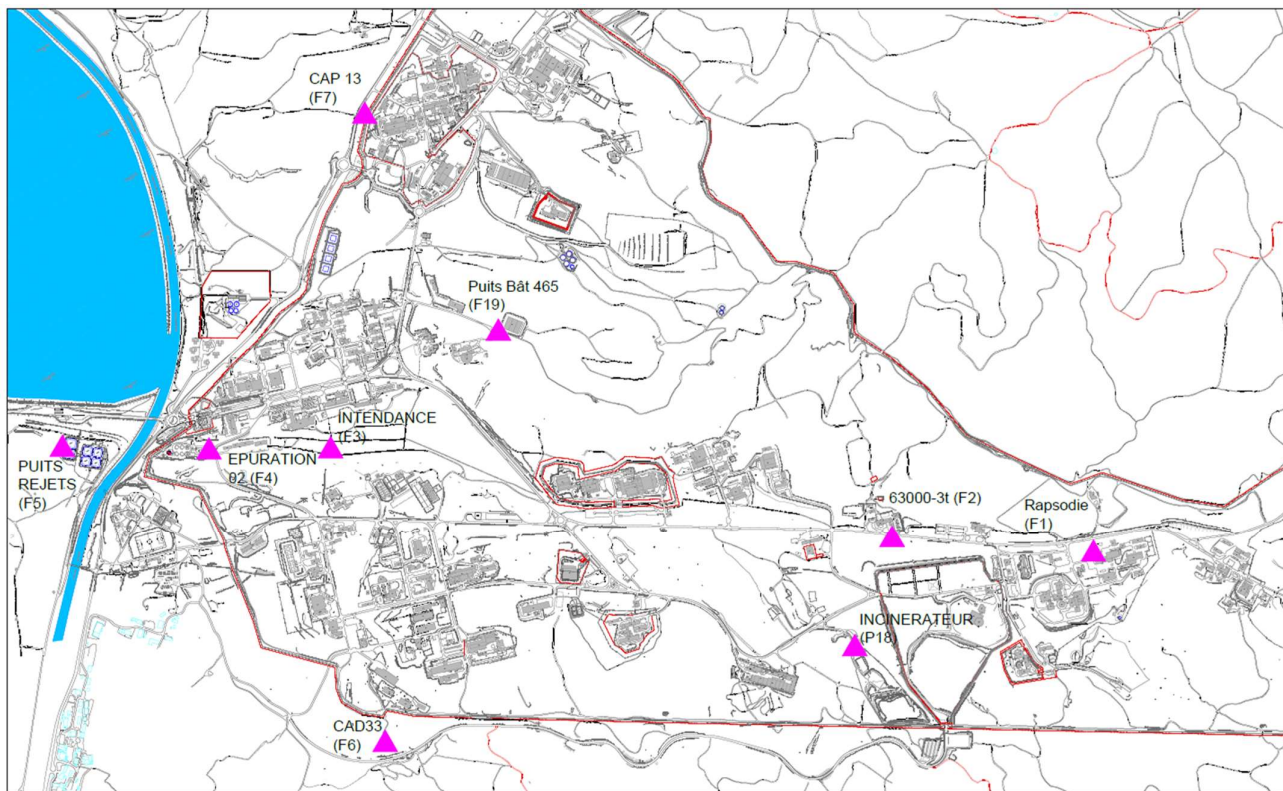
La topographie des points de rejet est à l'origine de ces dépassements. En effet, le lit et les berges de ces deux exutoires sont en terre. Ceux-ci sont également entourés d'arbres et autres plantes qui apportent une multitude de déchets végétaux dans les eaux (branchages, feuilles mortes). Les prélèvements étant privilégiés par jour de pluie et donc souvent suivant les périodes d'orage, le brassage de tous ces éléments explique l'ensemble de ces non-conformités.

Pour les paramètres pH, DBO5, DCO et hydrocarbures, il n'y a eu aucun dépassement en 2022 de la valeur limite.

23.5.4 Nappe phréatique – Substances chimiques

Les eaux de la nappe phréatique sont suivies par un réseau de 9 piézomètres. L'implantation de ces piézomètres a été soumise à l'approbation de l'inspection des installations classées conformément aux dispositions prévues dans l'arrêté préfectoral en vigueur.

Figure 45 : Localisation des 9 piézomètres régis par l'arrêté préfectoral



F1 : RAPSDIE

F2 : 63000-3t

F3 : Intendance

F4 : Epuration 02*

F5 : Puits rejets *

F6 : CAD 33

F7 : CAP 13

P 18 : Incinérateur

F19 : Puits bât 465

* Forages également suivis pour la surveillance des INB.

C – BILANS ICPE

Des échantillons sont prélevés trimestriellement pour analyses, après renouvellement de l'eau. Le tableau 57 ci-après consigne tous les résultats d'analyses.

Tableau 57 : Bilans de la surveillance des eaux de nappes souterraines au droit des piézomètres pour l'année 2022

Forage n° F1 - RAPSDIE	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al dissous en mg/l	Fe dissous en mg/l	Zn dissous en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO en mg/l	DBO5 en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	41,7	40,7	<0,1	<0,03	0,002	<0,001	0,0690	0,086	0,08	<10	<3	4,05	13,9	7,02	
2e TRIMESTRE 2022	34,1	33,5	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0406	<0,1	<0,1	<15	<5	2,95	15,2	6,90	
3e TRIMESTRE 2022	29,0	39,4	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0081	<0,1	<0,1	<15	<5	4,66	16,1	7,31	
4e TRIMESTRE 2022	32,3	42,9	<0,1	<0,05	<0,02	<0,01	0,0298	<0,1	<0,1	<15	<5	4,83	14,8	7,09	
Forage n° F2 - 63000	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	16,1	42,8	<0,1	<0,03	0,003	0,0014	0,0190	0,035	0,15	37	<3	3,56	15,1	6,90	
2e TRIMESTRE 2022	14,4	37,0	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	2,22	16,7	6,84	
3e TRIMESTRE 2022	16,6	37,7	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	2,89	15,2	7,11	
4e TRIMESTRE 2022	17,8	38,3	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0066	<0,1	<0,1	<15	<5	2,71	15,3	6,97	
Forage n° F3 - INTENDANCE	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	28,2	43,4	<0,1	<0,03	0,002	0,0088	0,0830	0,044	<0,01	<10	<3	1,64	13,5	7,04	
2e TRIMESTRE 2022	24,7	38,6	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	14,6	6,85	
3e TRIMESTRE 2022	23,8	42,5	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,1	7,06	
4e TRIMESTRE 2022	26	44,2	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0138	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	12,9	7,15	
Forage n° F4 - EPURATION	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	34,7	67,6	0,12	<0,03	0,002	0,0025	<0,0009	0,058	0,03	<10	<3	0,12	13,4	7,04	
2e TRIMESTRE 2022	27,2	61,4	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	17,1	6,83	
3e TRIMESTRE 2022	26,5	63,5	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	16,4	6,87	
4e TRIMESTRE 2022	24,1	54,9	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	12,7	6,81	
Forage n° F5 - ES 2 Puits rejets	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	16,5	56,8	<0,1	<0,03	0,002	<0,001	<0,0009	0,026	<0,01	<10	<3	1,52	11,8	7,26	
2e TRIMESTRE 2022	16,4	58,5	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,9	7,11	
3e TRIMESTRE 2022	14,6	65,6	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	14,8	7,40	
4e TRIMESTRE 2022	16,1	69,4	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	<0,005	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	14,6	7,18	
Forage n°F6 CAD33 - Citée Saint Paul	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	46,3	45,5	0,16	0,10	<0,001	0,0025	0,0290	0,012	<0,01	23	<3	0,12	12,5	7,60	
2e TRIMESTRE 2022	42,3	41,9	0,18	<0,03	<0,02	<0,01	0,0161	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	15,3	7,11	
3e TRIMESTRE 2022	44,6	44,7	0,21	<0,03	<0,02	<0,01	0,0066	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	15,0	7,15	
4e TRIMESTRE 2022	44,8	47,7	0,21	<0,03	<0,02	<0,01	0,0056	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,4	7,04	
Forage n° F7 - CAP 13	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	3,62	28,8	<0,1	<0,03	0,001	0,003	0,0590	0,015	0,11	39	<3	5,44	17,8	7,32	
2e TRIMESTRE 2022	7	25,8	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0163	<0,1	<0,1	<15	<5	2,91	17,3	7,05	
3e TRIMESTRE 2022	8	22,8	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0187	<0,1	<0,1	<15	<5	4,29	15,9	7,14	
4e TRIMESTRE 2022	9,6	22,1	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,0146	<0,1	<0,1	<15	<5	3,99	15,1	7,10	
Forage n° P18 - INCINERATEUR	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	
1er TRIMESTRE 2022	15,0	<5	0,29	0,46	0,12	0,78	0,0240	0,062	0,08	126	10	1,93	13,9	6,81	
2e TRIMESTRE 2022	8,9	3,94	0,36	0,13	0,020	0,21	0,0350	<0,1	<0,1	53,6	11	<2	16,6	6,81	
3e TRIMESTRE 2022	5,14	2,77	0,51	<0,03	<0,02	0,26	0,0078	<0,1	<0,1	42,4	<5	<2	14,9	6,82	
4e TRIMESTRE 2022	4,58	3,47	0,33	<0,03	0,0224	0,194	0,0299	<0,1	<0,1	40	16	<2	14,2	7,12	
Forage n° F19 - PUITS BÂT 465	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC totaux en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 nd en mg/l	N global en mg/l	T° en °C	pH en unité	NO3 en mg/l
1er TRIMESTRE 2022	10,1	<5	<0,1	<0,03	<0,001	<0,001	0,0430	0,010	<0,01	<10	<3	0,41	13,7	7,05	1,78
2e TRIMESTRE 2022	9,2	4,74	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,1130	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,8	7,00	<1
3e TRIMESTRE 2022	9,1	5,23	0,11	<0,03	<0,02	<0,01	0,0900	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,5	6,89	1,18
4e TRIMESTRE 2022	9,6	5,79	<0,1	<0,03	<0,02	<0,01	0,2890	<0,1	<0,1	<15	<5	<2	13,3	6,96	1,25



< valeur seuil ou Norme de qualité

> valeur seuil ou Norme de qualité

L'annexe II « Valeurs seuils nationales par défaut » de la circulaire du 27 octobre 2012 relative à l'application de l'arrêté du 17 décembre 2008 (qui établit les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines) définit des valeurs seuils nationales par défaut.

Tableau T : Tableau d'extraction des valeurs seuils disponibles pour les paramètres surveillés.

Paramètres	Valeur seuil ou Norme de qualité	Unité
Chlorures	250	mg/l
Sulfates	250	mg/l
Fluorures	1,5	mg/l
Indice Hydrocarbure	1	mg/l
Aluminium	0,2	mg/l
Fer	0,2	mg/l
Zinc	5	mg/l
Bore	1	mg/l
pH	9	U/pH

Cette présentation basée sur les valeurs seuils nationales se substitue à l'ancienne présentation qui se référait au Système d'évaluation de la qualité des Eaux Souterraines.

Pour l'ensemble des forages, les valeurs sont inférieures aux valeurs seuils nationales (pour les paramètres mentionnés dans le tableau T), à l'exception du paramètre fer pour les trois premiers trimestres 2022 où la valeur de 0,2 mg/L est dépassée au niveau du piézomètre P18 (incinérateur) avec des valeurs respectivement de 0,78, 0,21 et 0,26 mg/L.

Le CEA/Cadarache réalise un suivi de la qualité des eaux souterraines au voisinage de l'ancienne Zone d'Entreposage de Déchets Inertes (ZEDI) depuis novembre 2003. Ce suivi est réglementairement encadré par l'arrêté préfectoral complémentaire n° 35-2016 PC du 20 octobre 2016 abrogé et remplacé par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022 qui maintient les mêmes modalités de surveillance à l'annexe 2-10.

Le suivi actuel porte sur un nombre total de 9 piézomètres surveillés avec une périodicité semestrielle.

Ainsi deux campagnes ont été réalisées en 2022 :

- En mars : portant sur la totalité des 9 piézomètres (ZEDI 01, ZEDI 02 bis, ZEDI 04, ZEDI 05, ZEDI 06, ZEDI071, Incinérateur, ENT 10 et ENT 12) ;
- En septembre : portant sur les 4 piézomètres les plus impactés : ZEDI 01, ZEDI 02bis, ZEDI 06 et ZEDI 701 (uniquement pour la mesure des métaux).

Les résultats de ces campagnes ne mettent pas en évidence de dégradation significative de la qualité des eaux souterraines. On peut noter des fluctuations sur les paramètres trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, et dioxines/furanes, comme les années précédentes.

24. BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

En application de l'article 9.1.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 et des articles 3.4.1 et 4.6.3.2 de l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022, la surveillance de la radioactivité de l'environnement par l'exploitant est commune pour l'ensemble des INB civiles, de l'INBs et des ICPE du site de Cadarache.

Le bilan de la surveillance de l'environnement figure dans la partie D du présent rapport environnemental (chapitre 30).

25. MODIFICATIONS APORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Au titre de l'année 2022, aucune modification et aucune évolution scientifique n'ont été réalisées sur les ICPE remettant en cause les conclusions des études d'impact existantes.

26. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE

26.1 IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE

Les conclusions de la surveillance radiologique et chimique sont présentées dans la partie D du présent rapport environnemental (chapitre 30).

26.2 IMPACT CHIMIQUE ET SANITAIRE SUR L'HOMME

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 (chapitres 34 et 35) du présent rapport environnemental.

27. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES

La synthèse des opérations de maintenance est présentée dans la partie F du présent rapport environnemental (chapitre 36).

28. EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT

En application de l'article 2.6.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006A du 25 septembre 2006³, le présent chapitre fait état des événements (incidents ou dysfonctionnements) ayant été portés à la connaissance des autorités compétentes.

- **Un événement concernant la détection d'une fuite de diborane sur l'ICPE Tore Supra a été porté à la connaissance de la préfecture et de l'inspection des installations classées le 28 septembre 2022**

A l'occasion d'une opération d'exploitation sur l'installation Tore Supra, une fuite de diborane a été détectée lors de l'ouverture d'une bouteille sur un circuit, suite au déclenchement du détecteur portable du salarié opérant (0,3 puis 0,12 ppm).

Par précaution, les personnels des bâtiments proches ont été confinés durant l'intervention des services de secours, avant d'être autorisés à retourner sur leur lieu de travail. Une zone d'exclusion a été mise en place autour de la zone de stockage des bouteilles jusqu'à vérification et remise en service des installations. La bouteille de gaz a été fermée et le réseau purgé.

L'intervention corrective faisant suite à l'évènement n'a pas mis en évidence de fuite avérée sur le module gaz mais un serrage faible qui pourrait s'expliquer par un ajustement de la bouteille qui était plus petite qu'à l'ordinaire.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel et l'environnement, la fuite étant restée limitée et localisée.

- **Un événement concernant le dépassement de la valeur limite de rejet gazeux en concentration sur l'émissaire de la cellule VAUTOUR sur l'ICPE HRT a été porté à la connaissance de l'inspection des installations classées le 19 octobre 2022**

A l'occasion de la réception du rapport de contrôle semestriel sur l'émissaire de rejet de la cellule VAUTOUR, il a été constaté un dépassement de la valeur limite de rejet en concentration d'aérosols sodés durant le TP feu du 6 septembre 2022 : la concentration mesurée à l'émissaire était de 136 mg/Nm³ pour une valeur limite prescrite de 50 mg/Nm³.

Le contrôle du 1^{er} semestre 2022 sur le même émissaire avait également montré un léger dépassement de la valeur limite de rejet (63 mg/Nm³ lors du TP feu du 8 mars 2022).

Des investigations concernant le dispositif de lavage des fumées de la cellule ont été réalisées.

Cet événement n'a eu aucune conséquence sur le personnel et l'environnement, les limites annuelles de rejet en flux étant respectées pour l'année 2022.

- **Un événement concernant l'évacuation de 2 bennes de déchets de démolition présentant des traces de radioéléments d'origine artificielle vers une filière inappropriée (Installation de stockage de déchets dangereux - ISDD de Bellegarde) a été déclaré à l'ASN au titre de la radioprotection le 1^{er} avril 2022**

Le 17 mars 2022, deux bennes de déchets (briques + cendres) issus de la démolition de l'ancien incinérateur du centre, situé à proximité de la Station de Transit des Déchets Conventionnels, ont été envoyées à l'ISDD de Bellegarde (environ 25 tonnes).

Ces déchets avaient fait l'objet d'un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) le 9 février 2022 de la part de l'exutoire de Bellegarde, après transmission d'analyses réalisées par une société extérieure au CEA sur les déchets de démolition (cendres + briques réfractaires) qui mettaient en évidence des traces d'Am-241 (29,1.10⁻³ Bq/g).

³ A noter que ce bilan annuel n'est plus requis dans l'arrêté n°2020-497 PC du 27/10/2022 ayant abrogé l'arrêté n°113-2006A du 25/09/2006.

Le 21 mars 2022, une troisième benne contenant le même type de déchet en partance pour Bellegarde a déclenché une alarme au moment du contrôle radiologique effectué par le SPR/LANSE, du fait de la présence de briques réfractaires.

L'envoi vers un exutoire conventionnel (ISDD) pour ces déchets présentant des traces de radioéléments d'origine artificielle a soulevé des interrogations de la part du SPR/LANSE. De nouvelles analyses réalisées en interne ont confirmé la présence de traces de Cs-137 (6.4.10⁻³ Bq/g) et d'Am-241 (7.5.10⁻² Bq/g), dans les cendres. Cette troisième benne n'a pas quitté le CEA Cadarache.

Le CEA a repris contact avec l'ISDD de Bellegarde afin de s'assurer de leur bonne prise en compte des caractéristiques radiologiques des déchets pour la délivrance du CAP.

Le 30 mars 2022, l'ISDD de Bellegarde a indiqué que son autorisation d'acceptation de déchets ne couvrait que les déchets présentant de la radioactivité naturelle et que l'ensemble des résultats des analyses radiologiques préalablement transmis par le CEA n'avait pas été pris en compte.

Les déchets de démolition de la cheminée de l'incinérateur restants ont été regroupés sur une zone balisée et identifiée sur l'aire de transit des déchets inertes. Une protection contre les intempéries a été mise en place. Un dossier d'ouverture de filière à l'ANDRA (déchet radioactif TFA) est en cours de constitution.

A noter que des échanges ont été menés entre le CEA et l'ISDD afin de pouvoir reprendre les déchets de démolition, mais ceci n'était techniquement plus possible (déchets déjà recouverts par des boues mélangées). Une aide technique du CEA a été proposée à l'ISDD pour la mise à jour de l'étude d'impact associée à ces déchets de démolition.

Cet évènement n'a eu aucune conséquence sur le personnel (les analyses radiotoxicologiques ne montrent aucune exposition interne des travailleurs) et l'environnement (compte tenu des niveaux d'activité très faibles des déchets (inférieur au seuil d'exemption)).

- **Trois évènements hors installation concernant la découverte de terres marquées ont été déclarés à l'ASN et concernent l'environnement :**

- **Le 11 janvier 2022 : découverte de terres marquées dans un caniveau en béton à proximité de l'INB 37B**

Suite à la mise en évidence de la présence de radioéléments d'origine artificielle (241-Am et 137-Cs), en limite du périmètre de l'INB 37B dans le caniveau béton de l'ancienne canalisation de rejets des lots STE (ancienne canalisation de distillats), le CEA a réalisé une campagne de prélèvements radiologiques en aval en dehors du périmètre INB.

Les investigations ont mis en évidence des marquages radioactifs (241-Am et 137-Cs) de la terre accumulée dans le caniveau béton atteignant un niveau supérieur au seuil d'exemption du code de la santé publique.

Des investigations complémentaires ont également été menées sur de la terre accumulée en 3 points du réseau technique attenant en limite du périmètre de l'INB 37B. Ces investigations ont mis en évidence la présence de marquages radioactifs en Am-241 et en Cs-137 (Activité maximale en 241-Am : 0,058 Bq/g et en 137-Cs : 0,14 Bq/g).

- **Le 10 février 2022 : découverte de terres marquées à proximité des bâtiments 350 et 351 sur le champ Grande Bastide, hors périmètre INB.**

Dans le cadre d'un engagement pris par le CEA suite à l'instruction du rapport de réexamen de l'INB 37B, l'établissement d'une cartographie radiologique gamma au niveau du champ Grande Bastide a mis en évidence une zone d'intérêt, à proximité des bâtiments 350 et 351.

L'analyse d'un prélèvement de terre, réalisé dans la zone, a mis en évidence la présence d'un marquage radioactif en Am-241 (maximum 1,1 Bq/g) et Cs-137 (maximum 0.4 Bq/g) dont les activités massiques maximales mesurées sont supérieures au seuil d'exemption du code de la santé publique. Ces points de marquage détectés hors INB sont éloignés des zones historiquement marquées et recensées jusqu'alors.

- **Le 2 août 2022 : découverte d'un marquage radioactif de terres accumulées dans un caniveau technique proche des INB 37 A et INB 37 B et du projet CIRCE.**

Dans le cadre de travaux de déploiement de nouvelles fibres optiques sur le site, qui doivent emprunter un caniveau béton courant faible proche de l'INB37B, de l'INB 37A et du projet CIRCE, une campagne de prélèvements radiologiques a été réalisée dans ces caniveaux avant travaux.

Les investigations ont mis en évidence des marquages radioactifs (241-Am et 137-Cs) de la terre accumulée dans le caniveau béton ; un des points de contrôle dépasse le seuil d'exemption du code de la santé publique pour le Césium de 0.1 Bq/g (Activités maximales mesurées 9.0E-02 Bq/g en Am-241 et 2.3E-01 Bq/g en Cs-137). Ces points de marquages détectés hors INB sont en limite des zones historiquement marquées et recensées jusqu'alors.

Ces marquages radiologiques n'ont eu aucune conséquence sur le personnel et l'environnement et seront intégrés dans l'historique radiologique du site lors de la prochaine mise à jour du document.

29. ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

La synthèse des actions d'amélioration est présentée dans la partie G du présent rapport environnemental.

D

BILANS MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

D1

***Bilan des mesures de
surveillance radiologique dans
l'environnement***

30. BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

Le plan de surveillance vise, à travers les différents prélèvements et analyses en différé et les mesures en continu enregistrées sur chaque station, à évaluer l'impact des activités du site de Cadarache sur son environnement. Ce plan, commun à l'ensemble des installations du Centre, s'articule autour de la surveillance :

- **du milieu atmosphérique** : les aérosols, les iodes, le tritium, le carbone 14, les gaz, les retombées atmosphériques humides ;
- **de l'exposition externe (irradiation γ)** ;
- **du milieu aquatique** : les eaux superficielles en amont et en aval du CEA Cadarache, les eaux de ruissellement, les eaux souterraines, la faune (poissons) et la flore aquatiques et les sédiments ;
- **du milieu terrestre** : le sol, les indicateurs biologiques (végétaux bio-indicateurs, gibier si disponible), les produits de la chaîne alimentaire (lait, végétaux de consommation, vin, etc.).

Seul les paramètres ayant fait l'objet d'une variabilité notable sont présentés en perspective pluriannuelle.

30.1 SURVEILLANCE DU MILIEU ATMOSPHERIQUE

30.1.1 Retombées atmosphériques sèches

30.1.1.1 Aérosols

Des mesures des activités volumiques α globales et β globales des aérosols sont effectuées de façon journalière sur les stations de surveillance de l'environnement de Ginasservis, de Saint-Paul-lez-Durance, de la Grande Bastide et de la Verrerie.

Dans le cadre de la mise en application de la décision ASN n°2013-DC-0360 modifiée et de la décision ASN n°2017-DC-0597, ces mesures journalières sont complétées par une spectrométrie alpha et une spectrométrie gamma sur regroupement mensuel de filtres.

Les résultats des mesures des activités volumiques α globales et β globales réalisées en 2022 sur les filtres sont reportés dans le Tableau 58.

Les résultats des mesures mensuelles par spectrométrie alpha et gamma réalisées en 2022 sont reportés dans le Tableau 59.

NB : Dans les tableaux : Pourcentage des valeurs significatives signifie : pourcentage des valeurs significatives par rapport au nombre total de valeurs de mesure.

Tableau 58 : Activités volumiques journalières α globales et β globales des aérosols (en Bq/m³) mesurées en 2022 sur les stations de surveillance radiologique de l'environnement de Ginasservis, Verrerie, Grande Bastide et Saint-Paul-lez-Durance.

		Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart-type (Bq/m ³)
GINASSERVIS							
Mesure de l'activité globale	α	5,2E-05	1,9E-04	2,1E-05	64,4%	365	3,1E-05
	β	8,2E-04	2,5E-03	6,5E-05	100,0%	365	4,5E-04
VERRERIE							
Mesure de l'activité globale	α	5,3E-05	2,0E-04	2,1E-05	64,1%	365	3,2E-05
	β	8,1E-04	2,5E-03	6,3E-05	100,0%	365	4,3E-04
GRANDE BASTIDE							
Mesure de l'activité globale	α	4,9E-05	1,6E-04	2,0E-05	64,1%	365	2,7E-05
	β	7,7E-04	2,3E-03	7,1E-05	100,0%	365	4,1E-04
ST-PAUL-LEZ-DURANCE							
Mesure de l'activité globale	α	4,8E-05	1,6E-04	1,9E-05	63,6%	365	2,5E-05
	β	7,7E-04	2,3E-03	4,8E-05	100,0%	365	4,1E-04

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 59 : Activités volumiques mensuelles en émetteurs gamma et alpha (en Bq/m³) mesurées en 2022 sur les stations de surveillance radiologique de l'environnement de Ginasservis, Verrerie, Grande-Bastide, et Saint-Paul-lez-Durance.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/m ³)
GINASSERVIS						
Cs-137	<2,0E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	<6,1E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	<3,3E-07			0%	12	
U-234	<8,4E-07			0%	12	
U-235	<1,8E-07			0%	12	
U-238	<7,8E-07			0%	12	
VERRERIE						
Cs-137	<2,2E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	<4,7E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	<6,7E-07			0%	12	
U-234	<8,4E-07			0%	12	
U-235	<2,1E-07			0%	12	
U-238	<8,9E-07			0%	12	
GRANDE-BASTIDE						
Cs-137	<1,9E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	<2,1E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	<5,1E-07			0%	12	
U-234	<9,0E-07			0%	12	
U-235	<2,2E-07			0%	12	
U-238	<8,6E-07			0%	12	
St-PAUL-LEZ-DURANCE						
Cs-137	<2,4E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	<2,5E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	<4,0E-07			0%	12	
U-234	<1,1E-06			0%	12	
U-235	<2,2E-07			0%	12	
U-238	<8,6E-07			0%	12	

Les activités volumiques α globales et β globales quotidiennes mesurées sur les filtres sont généralement inférieures à 2 mBq/m³. Les activités supérieures à 2 mBq/m³ ainsi que les activités significatives mesurées sont essentiellement dues aux poussières radioactives naturellement présentes dans l'air et qui se déposent sur les filtres tels que :

- ✓ le Béryllium-7, radionucléide solide émetteur γ , résultant de l'interaction du rayonnement cosmique avec la haute atmosphère,
- ✓ le Plomb-210, descendant solide du Radon-222.

Les valeurs mesurées par spectrométrie alpha et spectrométrie gamma sur les regroupements mensuels de filtres ne montrent aucun radioélément artificiel.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

30.1.1.2 Halogènes

Des mesures d'activité volumique des halogènes sont effectuées de façon hebdomadaire sur les stations de la Grande-Bastide, de la Verrerie, de Cabri, de Ginasservis et de Saint-Paul-lez-Durance.

Les résultats des mesures d'activité volumique des halogènes réalisées en 2022 sur les cartouches de charbon actif prélevées au niveau des cinq stations ont été reportés dans le tableau 60.

Tableau 60 : Activité volumique des halogènes (en Bq/m³) mesurée en 2022 sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de la Grande Bastide, de Saint-Paul-lez-Durance et de Cabri.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/m ³)
GINASSERVIS						
¹³¹ I	< 1,6E-03			0%	48	
VERRERIE						
¹³¹ I	< 1,5E-03			0%	48	
GRANDE BASTIDE						
¹³¹ I	< 1,4E-03			0%	48	
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
¹³¹ I	< 2,0E-03			0%	48	
CABRI						
¹³¹ I	< 1,6E-03			0%	48	

Les résultats des analyses effectuées en 2022 sur les cartouches halogènes des 5 stations de surveillance sont non significatifs. Les valeurs moyennes reportées correspondent aux seuils de décision maximum.

Il n'y a donc aucun impact significatif dû aux rejets des halogènes sur l'environnement du CEA Cadarache.

30.1.1.3 Tritium

Les mesures d'activité volumique du tritium sont effectuées de façon mensuelle sur un aliquote de prélèvements hebdomadaires sur les stations de la Verrerie, de la Grande Bastide, de Cabri et de Saint-Paul-lez-Durance.

Les résultats des mesures d'activité volumique du tritium réalisées en 2022 sur les barboteurs au niveau des quatre stations ont été reportés dans le tableau 61.

Tableau 61 : Activité volumique du tritium (en Bq/m³) mesurée en 2022 sur les stations de la Verrerie, de la Grande Bastide, de Saint-Paul-lez-Durance et de Cabri.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/m ³)
VERRERIE						
Phase Vapeur d'eau	< 0,23			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,14			0%	12	
GRANDE BASTIDE						
Phase Vapeur d'eau	< 0,15			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,24			0%	12	

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

S ^T -PAUL-LEZ-DURANCE						
Phase Vapeur d'eau	< 0,13			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,13			0%	12	
CABRI						
Phase Vapeur d'eau	< 0,15			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,23			0%	12	

Les analyses effectuées en 2022 sur les barboteurs tritium des stations montrent des résultats non significatifs.

30.1.1.4 Carbone 14

Les mesures d'activité volumique du carbone 14 (¹⁴C) sont effectuées selon une fréquence mensuelle sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie et de Saint-Paul-lez-Durance.

Les résultats des mesures d'activité volumique du ¹⁴C réalisées en 2022 sur les barboteurs au niveau des trois stations de surveillance ont été reportés dans le Tableau 62.

Tableau 62 : Activité volumique du ¹⁴C (en Bq/m³) mesurée en 2022 sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie et de St Paul-lez-Durance.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/m ³)
GINASSERVIS						
¹⁴ C	6,8E-02	1,1E-01 ± 14,6 %	5,4E-02 ± 20,7 %	100%	12	1,6E-02
VERRERIE						
¹⁴ C	6,3E-02	9,1E-02 ± 13,6 %	3,2E-02 ± 24,9 %	100%	12	1,6E-02
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
¹⁴ C	6,5E-02	1E-01 ± 13,8 %	4E-02 ± 22,7 %	100%	12	1,6E-02

Les activités volumiques en carbone-14 dans l'air varient entre 0,03 et 0,11 Bq/m³. Les valeurs mesurées sont globalement stables au cours de l'année et par rapport aux années précédentes ; elles n'indiquent pas d'impact significatif sur l'environnement.

30.1.1.5 Mesures Gaz en continu

L'activité volumique des gaz atmosphériques est mesurée en continu à l'aide de chambres d'ionisations différentielles à circulation sur les stations de la Verrerie, de la Grande Bastide, et de Cabri. Les mesures d'activité volumique des gaz réalisées par ces chambres sont exprimées en Bq/m³ équivalent radon.

Les résultats des mesures d'activité volumique des gaz réalisées en 2022 sur les 3 stations de surveillance ont été reportés dans le tableau 63.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 63 : Activité volumique des gaz (en Bq/m³ équivalent radon) mesurée en continu en 2022 sur les stations de la Verrerie, de la Grande Bastide et de Cabri.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)
VERRERIE			
ACTIVITE EN GAZ	23	30	13
GRANDE BASTIDE			
ACTIVITE EN GAZ	20	49	8
CABRI			
ACTIVITE EN GAZ	12	19	7

30.1.1.6 Le radon

L'INB 56 (Entreposage) et l'INB 164 (CEDRA) font l'objet d'une surveillance réglementaire particulière de l'activité volumique du radon grâce à deux balises permettant d'effectuer une mesure en continu de l'activité volumique du radon.

Les résultats des mesures d'activité volumique du radon réalisées en 2022 sur les deux stations sont reportés dans le tableau 64.

Tableau 64 : Activité volumique moyenne (Bq/m³) du radon mesuré en continu pour l'année 2022 sur le site de Cadarache.

	Valeur moyenne (Bq/m ³)	Valeur maximale (Bq/m ³)	Valeur minimale (Bq/m ³)
INB 56 - ENTREPOSAGE			
ACTIVITE EN RADON	36,1	50	28
INB 164 – CEDRA			
ACTIVITE EN RADON	19,8E	28	10

Ces niveaux d'activité volumique sont comparables à ceux mesurés les années précédentes.

A titre indicatif, l'IRSN donne dans le bilan de l'état radiologique de l'environnement français entre 2018 et 2020 des moyennes par département des concentrations en radon dans l'air des habitations. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0 à 50 Bq/m³ dans les Bouches-du-Rhône et de l'ordre de 50 à 100 Bq/m³ pour les autres départements limitrophes du site.

Les activités volumiques mesurées à proximité des installations surveillées ne révèlent pas d'émanation consécutive à des éléments radifères, soit entreposés dans les bâtiments contrôlés, soit en tant qu'éléments composant le sol *in-situ*.

30.1.2 Retombées atmosphériques humides

Les eaux de pluie sont collectées sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie (station de référence Météo-France), de Vinon-sur-Verdon et de Saint-Paul-lez-Durance.

Les résultats des mesures des activités volumiques alpha/bêta globales et tritium réalisées en 2022 sur les précipitations collectées sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de Vinon-sur-Verdon et Saint-Paul-lez-Durance ont été reportés dans le tableau 65.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 65 : Activités volumiques en alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/L) des précipitations collectées en 2022 sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de Vinon-sur-Verdon et de Saint-Paul-lez-Durance.

	Valeur moyenne (Bq/L)	Valeur maximale (Bq/L)	Valeur minimale (Bq/L)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/L)
GINASSERVIS						
α global	7,6E-02	1,2E-01 ± 25 %	5,6E-02 ± 46,8 %	31 %	13	2,7E-02
β global	1,3E-01	3,9E-01 ± 12,1 %	4,5E-02 ± 97 %	54 %	13	1,2E-01
Tritium	< 4,7			0 %	13	
VERRERIE						
α global	4,9E-02	5,9E-02 ± 50,6 %	3,5E-02 ± 82,5 %	42 %	12	1E-02
β global	7,6E-02	1,3E-01 ± 38,6 %	4,9E-02 ± 87,7 %	42 %	12	3,2E-02
Tritium	< 4,6			0 %	12	
VINON-SUR-VERDON						
α global	4,5E-02	5,1E-02 ± 60 %	3,8E-02 ± 69,3 %	18 %	11	9,2E-03
β global	9,5E-02	1,4.10-01 ± 29 %	5E-02 ± 88,8 %	45 %	11	3,8E-02
Tritium	< 4,5			0 %	11	
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
α global	7E-02	9,5E-02 ± 28,9 %	3,8E-02 ± 77,3 %	31 %	13	2,6E-02
β global	1,1E-02	1,7E-01 ± 25,4 %	6,7E-02 ± 67,7 %	46 %	13	3,8E-02
Tritium	< 4,6			0 %	13	

Le Tableau 65 montre des valeurs comparables à celles mesurées en 2021 sur les prélèvements hebdomadaires d'eau de pluie.

A chaque mesure β significative (supérieure au seuil de décision) sur un échantillon d'eau de pluie, une spectrométrie gamma et un dosage en potassium ont été réalisés. Lors de ces investigations, aucun radioélément artificiel n'a été détecté par spectrométrie gamma en 2022 et les valeurs élevées sont liées à la présence de Potassium.

Les activités en tritium des précipitations mesurées en 2022 sont non significatives (inférieures au seuil de décision proche de 5 Bq/L).

30.2 MESURES D'EXPOSITION EXTERNE (IRRADIATION)

30.2.1 Mesures en continu : dosimétrie sur les stations de surveillance de l'environnement

Cinq balises mesurent en continu l'exposition γ ambiante sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de la Grande Bastide, de Saint-Paul-Lez-Durance et de Cabri.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Les valeurs mesurées sont liées partiellement :

- aux rayonnements cosmiques,
- aux radionucléides émetteurs β - γ présents naturellement dans les sols et les matériaux de construction (ex : le potassium 40).

Les résultats obtenus sont à comparer à la limite maximale réglementaire d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine artificielle (hors applications médicales) pour le public : 1 mSv/an.

Les résultats des mesures effectuées sur les cinq stations de surveillance de l'environnement ont été reportés dans le Tableau 66. Les débits d'équivalent de dose (exprimés en nSv/h) reportés sont des moyennes mensuelles.

Tableau 66 : Débits de doses ambiants (en nSv/h) mesurées en 2022 sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de la Grande Bastide, de Saint Paul-Lez-Durance et de Cabri.

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
Débit d'équivalent de dose en nSv/h			
GINASSERVIS	70	72	70
VERRERIE	90	99	88
GRANDE-BASTIDE	77	78	74
S^T-PAUL-LEZ-DURANCE	72	73	70
CABRI	73	74	72

Les mesures en continu sur ces stations montrent des valeurs moyennes de débit d'équivalent de dose de l'ordre de 73 nSv/h en 2022 (valeur sensiblement plus élevée au niveau de la Verrerie (environ 90 nSv/h) en raison de la structure du toit de la station (lit de cailloux)).

A titre indicatif, l'IRSN donne dans le bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017 une valeur de débit d'équivalent de dose gamma ambiant moyen entre 70 et 100 nSv/h pour les Bouches-du-Rhône. Les mesures réalisées sur le site sont donc du même ordre de grandeur.

30.2.2 Mesures en différé – Dosimétrie en clôture du site

Des mesures de dose γ ambiante sont également réalisées en différé, mensuellement et trimestriellement, en clôture du site de Cadarache.

Les valeurs moyennes de dose γ ambiante mesurées en 2022 en clôture du site ont été reportées sur la Figure 46 et la Figure 47.

Les valeurs observées en 2022 sont cohérentes avec celles des années antérieures, exception faite de l'année 2020 pour laquelle de légères variations avaient été remarquées, consécutives à l'épidémie de Covid. En effet les dosimètres étaient restés plus longtemps *in situ* durant les différentes périodes de confinement.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Figure 46 : Localisation et valeurs moyennes annuelles (en nSv/h) des mesures de dosimétrie effectuées en clôture du site de Cadarache en 2022

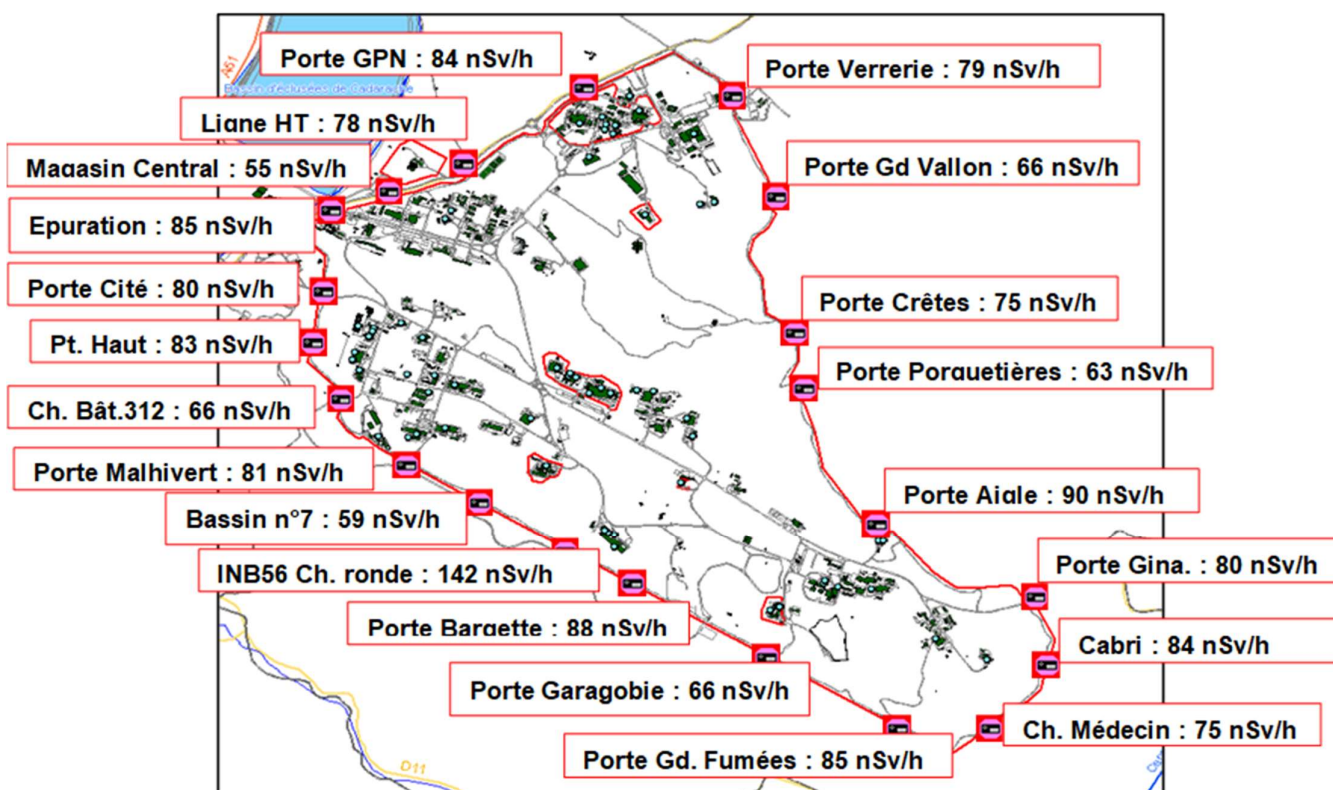


Figure 47 : Valeurs annuelles moyennes de dosimétrie ambiante (en nSv/h) mesurées en clôture de site pour 2022 comparées aux valeurs moyennes des 5 dernières années.



Les valeurs de dosimétrie ambiante mesurées en clôture de site en 2022 sont globalement les mêmes que les valeurs moyennes calculées depuis 2017. Il convient de noter cependant que la valeur annuelle moyenne sur les 5 dernières années du débit d'équivalent de dose du dosimètre « INB 56 chemin de ronde » est égale à 117 nSv/h. Cette valeur est due à l'influence du stockage de déchets sur l'INB 56 en bordure de clôture.

A titre de comparaison, la valeur moyenne enregistrée à l'extérieur du CEA Cadarache (dosimètre témoin) en 2022 est de l'ordre de 73 nSv/h à Manosque (04).

30.3 SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE

30.3.1 Eaux de surface

30.3.1.1 Eaux de surface en amont du site

Un aliquote hebdomadaire est réalisé par un hydro-collecteur qui prélève en continu (à intervalles réguliers) une partie de l'eau brute de la Durance pompée pour alimenter le Centre au niveau de la station de pompage (PS1).

Des mesures des activités alpha globales, bêta globales et tritium sont effectuées sur un aliquote mensuel au laboratoire en vue de déterminer les niveaux de radioactivité des eaux d'alimentation en amont du site.

Elles sont complétées par une spectrométrie alpha et une spectrométrie gamma en cas de mesures significatives sur ces mêmes analyses réalisées sur le prélèvement en aval du centre (Mirabeau).

Les activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium mesurées en 2022 ont été reportées dans le tableau 67.

Tableau 67 : Activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées dans l'eau au niveau de la station de pompage (PS1) en 2022.

	Valeur moyenne (Bq/L)	Valeur maximale (Bq/L)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/L)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/L)
STATION DE POMPAGE								
α global	4,9E-02	6,5E-02	60	3,8E-02	97	25,0%	12	1,4E-02
β global	6,0E-02	7,8E-02	58	4,5E-02	94	42,0%	12	1,5E-02
tritium	< 4,7					0%	12	

Les analyses réalisées à la station de pompage ne présentent aucune valeur anormale en 2022.

30.3.1.2 Eaux de surface en aval du site

Prélèvements en Durance

Un hydro-collecteur automatique installé sur la station de Mirabeau prélève en continu de l'eau de la Durance en aval du site. Des mesures d'activités alpha globales, bêta globales et tritium sont réalisées en différé sur l'échantillon aliquote mensuel issu du prélèvement continu.

Des mesures par spectrométrie gamma, spectrométrie alpha, ainsi que de l'activité en Sr-90 complètent les mesures globales.

Un contrôle en continu est effectué à l'aide d'une sonde gamma étanche, avec report d'alarme au bâtiment 300 (Ferme) du SPR.

Les résultats des mesures des activités alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur les prélèvements hebdomadaires d'eau de la station de Mirabeau ont été reportés dans le tableau 68.

Tableau 68 : Activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2022 dans les eaux prélevées en Durance sur la station de Mirabeau.

	Valeur moyenne (Bq/L)	Valeur maximale (Bq/L)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/L)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/L)
STATION DE MIRABEAU								
α global	7,6E-02					8%	12	
β global	6,0E-02	9,2E-02	50	4,4E-02	99	58%	12	1,7E-02
tritium	< 4.7					0%	12	

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Les résultats des mesures mensuelles réalisées par spectrométrie gamma et alpha, ainsi que de l'activité en strontium 90 sur les aliquotes mensuels en 2022 sont présentés dans le tableau 69.

Tableau 69 : Activités moyennes des émetteurs gamma, des émetteurs alpha et du Sr-90 mesurés en 2022 sur les aliquotes mensuels de la station de Mirabeau.

	Valeur moyenne (Bq/L)	Valeur maximale (Bq/L)	Valeur minimale (Bq/L)	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/L)
STATION DE MIRABEAU - ALIQUOTE MENSUEL						
137-Cs	< 3,6E-01			0%	12	
238-Pu+241-Am	< 1,1E-03			0%	12	
239-Pu+240-Pu	< 8,1E-04			0%	12	
90-Sr	< 3,0E-02			0%	12	
234-U	1,6E-02	2,0E-02 ± 8,6%	1,3E-02 ± 8,7%	100%	12	2,2E-03
235-U	7,8E-04	1,3E-03 ± 18%	4,5E-04 ± 29%	100	12	2,6E-04
238-U	1,3E-02	1,8E-02 ± 8,8%	1,1E-02 ± 9,4%	100%	12	2,3E-03

Les activités alpha globales, bêta globales, et tritium sont du même ordre de grandeur pour les échantillons d'eau de la Durance prélevés en amont (Station de pompage) et en aval (Station de Mirabeau) du site.

A l'exception des isotopes de l'Uranium, dont les valeurs sont inférieures à celles communément rencontrées dans l'eau en France, aucun radioélément artificiel n'a été mis en évidence par spectrométrie gamma et spectrométrie alpha sur les aliquotes mensuels de la station de Mirabeau. Toutes les mesures du Sr-90 sont non significatives.

Prélèvements dans le canal EDF (eau de consommation et d'irrigation)

Un aliquote mensuel est également réalisé à partir des échantillons d'eau du canal EDF (alimentation en eau de Marseille) en continu à la station de Jouques. De plus, un contrôle en continu est effectué à l'aide d'une sonde gamma étanche, avec report d'alarme au bâtiment 300 (Ferme).

Les résultats des mesures des activités alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur les prélèvements d'eau de la station de Jouques pour l'année 2022 ont été reportés dans le tableau 70.

Tableau 70 : Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2022 dans les eaux prélevées sur la station de Jouques

	Valeur moyenne (Bq/L)	Valeur maximale (Bq/L)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/L)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/L)
STATION DE JOUQUES								
α global	4,0E-02	4,3E-02	94	3,8E-02	94	25%	12	2,9E-03
β global	7,0E-02	8,8E-02	52	5,3E-02	81	67%	12	1,3E-02
tritium	< 4,8					0%	12	

Les mesures réalisées dans le canal EDF à la station de Jouques ne présentent aucune valeur anormale. Les activités sont bien inférieures aux valeurs guides de 0,1 Bq/L en alpha global, 1 Bq/L en bêta global et 100 Bq/L en tritium recommandées par le Code de la santé publique.

30.3.2 Eaux de ruissellement

Chaque semaine, des prélèvements (avec analyses en différé réalisées sur des aliquotes mensuels) sont effectués dans le Ravin de la Bête, comme l'illustre la Figure 48 :

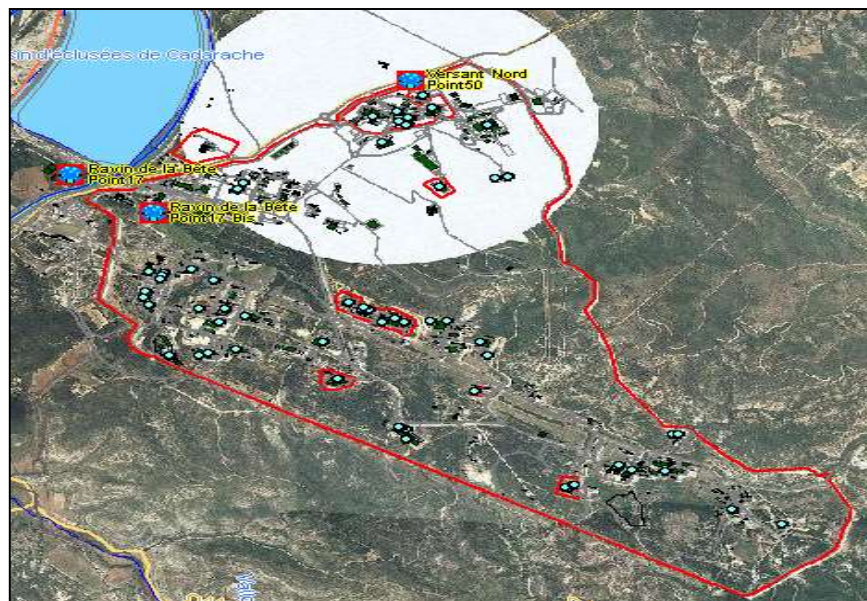
- au Point 17 (en sortie du Ravin à proximité de la station des rejets),
- au Point 17 Bis, situé à proximité du Bât. 124,

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

- au Point 18, situé au carrefour de Carcy,
- au Point 19, situé en amont du Ravin de la Bête, à proximité d'EOLE,
- au Point 50, dans le regard collectant les eaux pluviales du versant nord du Centre au point 50 (uniquement en cas de pluie). A noter que, les eaux pluviales du versant nord (thalweg des lapins) sont redirigées vers le ravin de la Bête au niveau de la vanne papillon.

Les analyses réalisées sur ces prélèvements sont les mesures des activités alpha globales et bêta globales sur l'eau brute décantée et la mesure de l'activité tritium sur l'eau filtrée. Une mesure de la teneur en potassium et une spectrométrie gamma ou alpha sont également réalisées si les activités sont supérieures aux limites de l'annexe B de l'arrêté préfectoral n°113-2006A ou du 4.4.3 de l'arrêté n°2020-497-PC (Tableau L).

Figure 48 : Localisation des collecteurs d'eau de ruissellement sur le Centre de Cadarache



Les résultats des mesures d'activités alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur ces prélèvements d'eau en 2022 ont été reportés dans le tableau 71.

Tableau 71 : Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2022 dans les eaux du Ravin de la Bête et du regard collectant les eaux pluviales du versant nord du Centre (Point 50).

	Valeur moyenne (Bq/l)	Valeur maximale (Bq/l)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/l)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/l)
POINT 17								
α global	3,9E-02					8%	12	
β global	1,2E-01	1,9E-01	20	6,8E-02	68	100%	12	3,6E-02
tritium	< 8.2					0%	12	
POINT 17 BIS								
α global	5,0E-02	6,3E-02	47	3,0E-02	95	38%	8	1,7E-02
β global	1,1E-01	2,0E-01	22	6,2E-02	73	50%	8	6,5E-02
tritium	< 4.6					0%	8	
POINT 18								
α global	5,4E-02					13%	8	
β global	1,1E-01	1,7E-01	25	7,5E-02	73	100%	8	3,2E-02
tritium	< 4.8					0%	8	

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	Valeur moyenne (Bq/l)	Valeur maximale (Bq/l)	Incertitude %	Valeur minimale (Bq/l)	Incertitude %	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/l)
POINT 19								
α global	5.8E-02					14%	7	
β global	1.5E-01	2.6E-01	16	8.4E-02	56	100%	7	6.1E-02
tritium	< 4.6						7	
POINT 50								
α global	7.2E-02	7.6E-02	52	6.9E-02	41	20%	10	5.2E-03
β global	1.2E-01	2.3E-01	23	5.2E-02	87	90%	10	6.3E-02
tritium	< 5.1					0%	10	

Les eaux de ruissellement du Ravin de la bête et du Versant Nord ne présentent aucune valeur anormale.

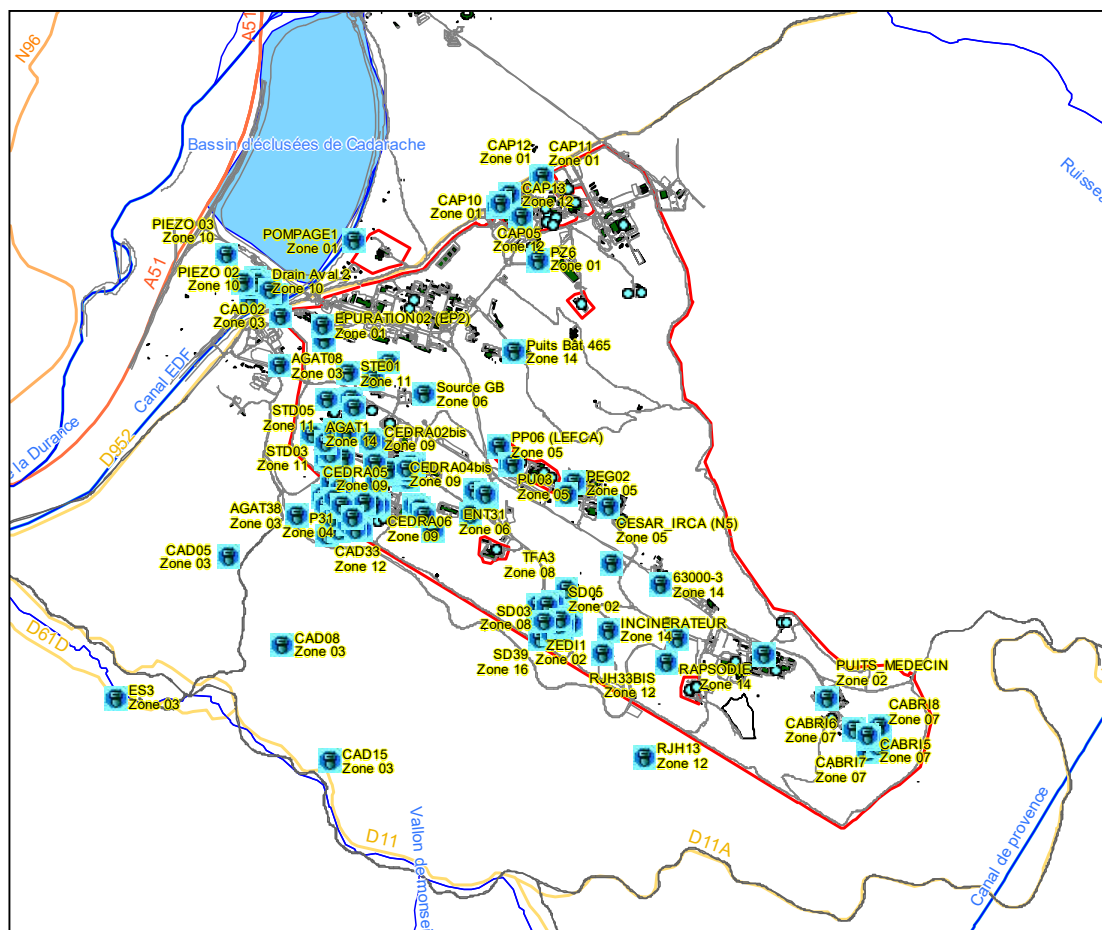
Les valeurs tritium sont non significatives.

Les spectrométries gamma réalisées sur les échantillons présentant une activité β globale significative ne révèlent la présence d'aucun radioélément artificiel. Cette activité volumique beta globale trouve son origine par la présence de Potassium 40, radionucléide naturel.

30.3.3 Eaux souterraines (nappes phréatiques)

Un réseau de forages (Figure 49) permet d'assurer la surveillance radiologique des eaux souterraines du Centre de Cadarache. Des mesures d'activités en alpha globales et bêta globales ainsi qu'en tritium sont effectuées sur les eaux prélevées.

Figure 49 : Réseau de forages permettant la surveillance radiologique des eaux souterraines du Centre de Cadarache



Le Tableau 72 présente les résultats des mesures effectuées sur les forages dont le suivi est réglementaire pour l'année 2022.

Les résultats spécifiques à la surveillance du site au titre de l'arrêté préfectoral sont présentés dans la partie C (chapitre 23.5.2).

Un suivi spécifique des forages autour du chantier RJH a été mis en place en 2011. Trois forages sont surveillés trimestriellement sur le chantier RJH : RJH 13, RJH 33 Bis, et RJH 37 dont les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau 71 et font également office de point zéro.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 72 : Activités volumiques alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) ainsi que la teneur en potassium (en mg/l) mesurées en 2022 dans les eaux souterraines des forages réglementaires

	Valeur Moyenne	Valeur Maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
INB 24(CABRI)						
CABRI10						
Activité α globale (Bq/L)	5,8E-02	6,5E-02 ± 67.2%	5,2E-02 ± 71.2%	33%	12	5,6E-03
Activité β globale (Bq/L)	1,3E-01	1,6E-01 ± 28.6%	9,5E-02 ± 45.6%	100%	12	2,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	6,6E+00	8,7E+00 ± 41.2%	4,5E+00 ± 65.7%	67%	12	1,5E+00
Potassium (mg/L)	2,7E+00	5,6E+00	1,9E+00	100%	12	9,6E-01
Profondeur (m)	35	51	32	100%	12	5,4
CABRI04						
Activité α globale (Bq/L)	7,2E-02			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	8,2E-02	1,1E-01 ± 47.9%	5,6E-02 ± 96.4%	100%	12	1,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	8,6E+00	1,2E+01 ± 28.8%	5,9E+00 ± 56.3%	100%	12	2,3E+00
Potassium (mg/L)	1,4E+00	1,8E+00	1,2E+00	100%	12	1,6E-01
Profondeur (m)	32	37	18	100%	12	4,8
INB 92 (PHEBUS)						
Puits Médecin						
Activité α globale (Bq/L)	9,4E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,4E-02	8,9E-02 ± 46.5%	4,4E-02 ± 93.5%	100%	12	1,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,9E+00	2,4E+00	1,5E+00	100%	12	2,5E-01
Profondeur (m)	10	11	9,8	100%	12	0,37
INB56 (Parc entreposage)						
SD05						
Activité α globale (Bq/L)	5,7E-01	8,4E-01 ± 25.4%	3,5E-01 ± 56.1%	82%	11	1,6E-01
Activité β globale (Bq/L)	1,2E+01	1,9E+01 ± 9.3%	7,0E+00 ± 10.9%	100%	11	3,5E+00
Activité tritium (Bq/L)	3,5E+01	4,5E+01 ± 14.1%	1,1E+01 ± 36.5%	100%	11	1,4E+01
Potassium (mg/L)	9,5E-01	1,1E+00	8,0E-01	100%	11	1,1E-01
Profondeur (m)	13	14	10	100%	11	1,1
SD24 2						
Activité α globale (Bq/L)	8,0E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,3E-02	8,0E-02 ± 55.9%	4,9E-02 ± 87.9%	33%	12	1,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,2E-01	9,0E-01	6,0E-01	100%	12	9,4E-02
Profondeur (m)	11	12	9,7	100%	12	0,76
INB 22(CASCAD, PEGASE)						
PEG02						
Activité α globale (Bq/L)	4,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,0E-02	7,2E-02 ± 62%	5,3E-02 ± 79.1%	33%	12	8,4E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,8E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,3E+00	1,0E+00	100%	12	8,7E-02
Profondeur (m)	18	18	18	100%	12	0,2
N5						
Activité α globale (Bq/L)	7,7E-02	1,1E-01 ± 46.5%	4,1E-02 ± 96.9%	75%	12	2,4E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,4E-02	9,4E-02 ± 46.1%	4,3E-02 ± 97.4%	75%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	8,4E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	8,4E-01	1,0E+00	7,0E-01	100%	12	7,9E-02
Profondeur (m)	1	16	15	100%	12	0,36
S45bis						
Activité α globale (Bq/L)	1,2E-01			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	1,0E-01			8%	12	
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,7E-01	1,0E+00	6,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	1	11	10	100%	12	0,15
INB 32(ATPU) + INB54+ INB123						
PU03						
Activité α globale (Bq/L)	8,6E-02			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	5,9E-02 ± 85.2%	5,2E-02 ± 85.8%	17%	12	4,9E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	6,8E-01	1,0E+00	6,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	10	10	9,7	100%	12	0,22

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

PP06						
Activité α globale (Bq/L)	Forage sec toute l'année 2022					
Activité β globale (Bq/L)						
Activité tritium (Bq/L)						
Potassium (mg/L)						
Profondeur (m)						
INB55 (LECA)						
LEC02 ter						
Activité α globale (Bq/L)	5,6E-02	6,2E-02 \pm 65.3%	5,3E-02 \pm 80.9%	25%	12	4,9E-03
Activité β globale (Bq/L)	6,5E-02	1,0E-01 \pm 44%	4,3E-02 \pm 99.9%	83%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,4E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,6E+00	1,1E+00	100%	12	1,5E-01
Profondeur (m)	38	43	33	100%	12	3,4
INB 156 (CHICADE)						
SP02						
Activité α globale (Bq/L)	4,9E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	4,2E-01	1,3E+00 \pm 7.8%	5,4E-02 \pm 75.6%	83%	12	4,9E-01
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+01	4,4E+01	1,7E+00	100%	12	1,5E+01
Profondeur (m)	12	14	10	100%	12	1,1
INB 164 (CEDRA)						
CEDRA01TER						
Activité α globale (Bq/L)	5,8E-02	6,9E-02 \pm 63.3%	4,2E-02 \pm 93%	33%	12	1,2E-02
Activité β globale (Bq/L)	5,9E-02	7,6E-02 \pm 52.6%	4,2E-02 \pm 97.9%	67%	12	1,3E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,4E+00	1,2E+00	100%	12	8,9E-02
Profondeur (m)	17	18	17	100%	12	0,3
CEDRA03						
Activité α globale (Bq/L)	4,3E-02	4,9E-02 \pm 76.7%	3,8E-02 \pm 99%	25%	12	5,7E-03
Activité β globale (Bq/L)	7,6E-02	9,4E-02 \pm 46.7%	5,6E-02 \pm 78.5%	33%	12	1,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	6,1E-01	8,0E-01	5,0E-01	100%	12	6,7E-02
Profondeur (m)	18	19	18	100%	12	0,2
INB 56 (zone tranchée)						
P07						
Activité α globale (Bq/L)	3,2E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,4E-02	9,4E-02 \pm 49.7%	4,8E-02 \pm 93.1%	67%	12	1,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	7,9E+00	1,0E+01 \pm 32.7%	5,8E+00 \pm 59%	58%	12	1,6E+00
Potassium (mg/L)	6,3E-01	8,0E-01	6,0E-01	100%	12	6,5E-02
Profondeur (m)	7,6	8,3	6,8	100%	12	0,53
P17						
Activité α globale (Bq/L)	8,3E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,4E-02	7,5E-02 \pm 70.3%	4,6E-02 \pm 96.1%	42%	12	1,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	9,4E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,3E-01	8,0E-01	7,0E-01	100%	12	4,5E-02
Profondeur (m)	8,6	9,5	7,3	100%	12	0,67
P31bis						
Activité α globale (Bq/L)	3,6E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,4E-02	7,7E-02 \pm 59.2%	4,9E-02 \pm 89.6%	25%	12	1,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	6,3E+00	7,3E+00 \pm 47.1%	5,7E+00 \pm 53.1%	25%	12	9,0E-01
Potassium (mg/L)	7,3E-01	9,0E-01	7,0E-01	100%	12	6,5E-02
Profondeur (m)	33	33	32	100%	12	0,38
INB 37_B (STE)						
STE02Bis						
Activité α globale (Bq/L)	7,6E-02	1,0E-01 \pm 51.3%	4,9E-02 \pm 82.2%	58%	12	2,0E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,4E-01	1,9E-01 \pm 26.1%	9,5E-02 \pm 58.7%	100%	12	2,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	2,2E+00	2,5E+00	2,0E+00	100%	12	1,7E-01
Profondeur (m)	25	25	23	100%	12	0,77
STE03						
Activité α globale (Bq/L)	4,6E-02	4,7E-02 \pm 95%	4,3E-02 \pm 95.4%	25%	12	2,3E-03
Activité β globale (Bq/L)	8,3E-02	1,2E-01 \pm 40.4%	4,5E-02 \pm 100%	67%	12	2,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,8E+00	2,0E+00	1,6E+00	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	16	16	16	100%	12	0,26

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	STE04					
Activité α globale (Bq/L)	7,7E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	8,0E-02	1,2E-01 ± 40.7%	6,1E-02 ± 72.7%	58%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,6E+00	1,7E+00	1,5E+00	100%	12	6,5E-02
Profondeur (m)	26	26	25	100%	12	0,32
	INBS (Technicatome)					
	CAP09					
Activité α globale (Bq/L)	9,2E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,3E-02	5,5E-02 ± 91.5%	4,9E-02 ± 99.8%	25%	12	3,5E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,8E-01	1,0E+00	6,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	31	33	29	100%	12	0,90
	CAP11					
Activité α globale (Bq/L)	Forage rebouché fin 2021.					
Activité β globale (Bq/L)						
Activité tritium (Bq/L)						
Potassium (mg/L)						
Profondeur (m)						
	CAP12					
Activité α globale (Bq/L)	4,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	4,8E-02	5,4E-02 ± 94.3%	4,1E-02 ± 95.2%	33%	12	5,9E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,8E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,0E+00	1,1E+00	9,0E-01	100%	12	8,5E-02
Profondeur (m)	33	34	31	100%	12	0,77
	CAP13					
Activité α globale (Bq/L)	7,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	9,5E-02			0%	12	
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	5,6E-01	8,0E-01	5,0E-01	100%	12	9,0E-02
Profondeur (m)	29	34	32	100%	12	8,2
	PZ06					
Activité α globale (Bq/L)	9,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,1E-02	8,9E-02 ± 61%	5,7E-02 ± 87.1%	50%	12	1,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,5E+00	1,1E+00	100%	12	1,0E-01
Profondeur (m)	57	58	55	100%	12	0,86
	Station des rejets					
	REJ03					
Activité α globale (Bq/L)	6,2E-02	6,7E-02 ± 54.8%	5,7E-02 ± 76.6%	17%	12	7,1E-03
Activité β globale (Bq/L)	8,4E-02	1,3E-01 ± 36.5%	5,1E-02 ± 99%	33%	12	3,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,5E+00	1,8E+00	1,2E+00	100%	12	1,7E-01
Profondeur (m)	3,9	4,0	3,0	100%	12	0,28
	REJ04					
Activité α globale (Bq/L)	7,7E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,7E-02	7,9E-02 ± 66.4%	5,7E-02 ± 77.4%	67%	12	7,6E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,7E+00	1,9E+00	1,5E+00	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	5,2	5,3	5,0	100%	12	0,073
	ES02BIS					
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-02			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,7E-02	7,4E-02 ± 62.2%	4,3E-02 ± 98.7%	58%	12	1,3E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,4E+00	1,7E+00	1,2E+00	100%	12	1,4E-01
Profondeur (m)	2,6	2,7	2,4	100%	12	0,079
	EP02					
Activité α globale (Bq/L)	8,9E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,2E-02	7,3E-02 ± 61.3%	4,7E-02 ± 92.8%	42%	12	1,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	9,3E-01	1,1E+00	8,0E-01	100%	12	1,1E-01
Profondeur (m)	9,8	10	9,2E	100%	12	0,41

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	Surveillance globale nappe crétacée					
	CAD02					
Activité α globale (Bq/L)	6,3E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	2,7E-01	3,1E-01 ± 19%	2,2E-01 ± 24.9%	100%	12	3,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	8,7E+00	9,4E+00	7,9E+00	100%	12	4,8E-01
Profondeur (m)	8,4	8,6	8,2	100%	12	0,16
	CAD03					
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-02	7,6E-02 ± 49.6%	3,6E-02 ± 95.2%	25%	12	2,2E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,5E-02	8,8E-02 ± 50.5%	6,3E-02 ± 84.9%	67%	12	8,4E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,6E+00	2,2E+00	1,4E+00	100%	12	2,9E-01
Profondeur (m)	30	38	7,9	100%	12	11
	AGAT38					
Activité α globale (Bq/L)	4,4E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,0E-02	7,3E-02 ± 61.3%	4,9E-02 ± 85.4%	33%	12	1,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	9,0E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,4E+00	1,2E+00	100%	12	7,9E-02
Profondeur (m)	47	48	44	100%	12	1,1
	CAD08					
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-02	6,6E-02 ± 62.1%	3,9E-02 ± 97.4%	25%	12	1,4E-02
Activité β globale (Bq/L)	5,8E-02	7,6E-02 ± 59.6%	4,7E-02 ± 94.2%	42%	12	1,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	9,7E-01	1,1E+00	9,0E-01	100%	12	8,9E-02
Profondeur (m)	44	47	39	100%	12	2,8
	CAD15					
Activité α globale (Bq/L)	4,2E-02			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,8E-02			8%	12	
Activité tritium (Bq/L)	8,3E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	4,8E-01	6,0E-01	4,0E-01	100%	12	7,2E-02
Profondeur (m)	14	20	5,4	100%	12	5,4
	AGAT08					
Activité α globale (Bq/L)	7,8E-02	1,1E-01 ± 60.2%	5,9E-02 ± 96.3%	67%	12	1,7E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,1E-01	1,6E-01 ± 31.1%	6,8E-02 ± 63.3%	100%	12	2,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	3,2E+00	3,4E+00	3,0E+00	100%	12	1,3E-01
Profondeur (m)	23	24	22	100%	12	0,74
	Source Font Reynaude					
	ES3					
Activité α globale (Bq/L)	8,5E-02			0%	6	
Activité β globale (Bq/L)	5,0E-02			0%	6	
Activité tritium (Bq/L)	4,4E+00			0%	6	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,4E+00	9,0E-01	100%	6	2,1E-01
Profondeur (m)	0			0%	0	
	Source "Grande Bastide"					
	Source GB					
Activité α globale (Bq/L)	Sec toute l'année 2022					
Activité β globale (Bq/L)						
Activité tritium (Bq/L)						
Potassium (mg/L)						
Profondeur (m)						
	INB 42_95 (EOLE-MINERVE)					
	EOL02					
Activité α globale (Bq/L)	4,9E-02	5,9E-02 ± 59.9%	3,9E-02 ± 98.3%	17%	12	1,4E-02
Activité β globale (Bq/L)	5,5E-02	6,8E-02 ± 67.7%	4,4E-02 ± 97.4%	25%	12	1,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	8,4E-01	9,0E-01	7,0E-01	100%	12	7,9E-02
Profondeur (m)	8,8	9,2	8,4	100%	12	0,25
	INB 169 (Magenta)					
	ENT01					
Activité α globale (Bq/L)	6,6E-02	1,1E-01 ± 44.7%	3,5E-02 ± 92.9%	25%	12	3,9E-02
Activité β globale (Bq/L)	8,5E-02	1,2E-01 ± 39.7%	5,8E-02 ± 77.3%	50%	12	2,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,8E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,5E+00	1,7E+00	1,2E+00	100%	12	1,6E-01
Profondeur (m)	20	25	13	100%	12	3,6

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	ENT31					
Activité α globale (Bq/L)	5,2E-02	5,9E-02 \pm 74.6%	4,2E-02 \pm 90.7%	25%	12	8,9E-03
Activité β globale (Bq/L)	1,0E-01	1,5E-01 \pm 30.1%	6,4E-02 \pm 84.2%	100%	12	2,5E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	3,2E+00	3,7E+00	2,6E+00	100%	12	3,6E-01
Profondeur (m)	16	17	13	100%	12	1,5
	ENT47					
Activité α globale (Bq/L)	1,4E-01	1,8E-01 \pm 23.2%	7,3E-02 \pm 69.7%	100%	12	3,4E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,4E-01	1,8E-01 \pm 21.2%	5,7E-02 \pm 81.5%	100%	12	3,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	2,9E+00	3,3E+00	2,6E+00	100%	12	1,9E-01
Profondeur (m)	16	17	12	100%	12	1,7
	CHAU02					
Activité α globale (Bq/L)	6,8E-02	1,0E-01 \pm 51.4%	5,4E-02 \pm 81.9%	33%	12	2,2E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,0E-02	1,3E-01 \pm 38.4%	4,3E-02 \pm 98.6%	58%	12	3,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	9,3E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,3E+00	1,0E+00	100%	12	1,0E-01
Profondeur (m)	26	27	25	100%	12	0,84
	INB 171 (AGATE) CEDRA01TER					
Activité α globale (Bq/L)	Voir INB 164					
Activité β globale (Bq/L)						
Activité tritium (Bq/L)						
Potassium (mg/L)						
Profondeur (m)						
	AGAT57					
Activité α globale (Bq/L)	7,6E-02	1,1E-01 \pm 46.9%	5,0E-02 \pm 92.3%	33%	12	2,8E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,2E-02	7,1E-02 \pm 77.4%	5,2E-02 \pm 87.9%	42%	12	8,6E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,5E+00	1,0E+00	100%	12	1,5E-01
Profondeur (m)	16	16	15	100%	12	0,30
	ATL01					
Activité α globale (Bq/L)	5,4E-02	6,1E-02 \pm 84.3%	4,9E-02 \pm 92.6%	42%	12	5,5E-03
Activité β globale (Bq/L)	5,5E-02	6,4E-02 \pm 62.8%	4,9E-02 \pm 88.3%	42%	12	5,7E-03
Activité tritium (Bq/L)	4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	9,3E-01	1,0E+00	9,0E-01	100%	12	4,9E-02
Profondeur (m)	15	15	14	100%	12	0,30
	INB 172 RJH RJH13					
Activité α globale (Bq/L)	4,6E-02			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	9,3E-02	1,4E-01 \pm 33.8%	5,2E-02 \pm 88.7%	100%	4	4,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	9,4E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	9,8E-01	1,0E+00	9,0E-01	100%	4	5,0E-02
Profondeur (m)	80	85	77	100%	4	3,7
	RJH37					
Activité α globale (Bq/L)	6,2E-02			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	9,1E-02	1,2E-01 \pm 47.8%	6,7E-02 \pm 64.9%	75%	4	2,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	4,6E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	2,1E+00	4,2E+00	9,0E-01	100%	4	1,5E+00
Profondeur (m)	35	36	32	100%	4	1,7
	RJH33bis					
Activité α globale (Bq/L)	7,9E-02	9,4E-02 \pm 54.5%	6,9E-02 \pm 67.1%	75%	4	1,3E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,1E-01	1,2E-01 \pm 41.4%	1,0E-01 \pm 52.9%	100%	4	9,6E-03
Activité tritium (Bq/L)	8,5E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	2,1E+00	2,3E+00	1,8E+00	100%	4	2,2E-01
Profondeur (m)	49	49	48	100%	4	0,47

Pour tous ces forages, à l'exception des particuliers explicités ci-après, aucune valeur anormale n'a été identifiée.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Des forages dans certaines zones du Centre sont plus particulièrement surveillés en raison de marquages historiques connus.

Il s'agit des zones suivantes :

- Station des rejets ;
- Forage ZEDI 01 (Vallée des piles) ;
- INB 56 – Zone des Tranchées (forages P1, P3, P5, P6, P7, P16, P17, P19, P27, P31bis, etc.) et Zone Stockage des déchets (forages SD05, SD24/2, SD27, etc.) ;
- CABRI (forages CABRI04, CABRI05, CABRI06, CABRI07, CABRI08, CABRI09, CABRI 10) ;
- INB 37 A et B (forages STE02 Bis, STE03, et STE04).

Zone Station des rejets :

Les valeurs mesurées en 2022 sur les forages de la zone sont proches des seuils de décision (cf. tableau 72).

Zone Forage ZEDI 01 :

Le forage ZEDI 01 fait l'objet d'une surveillance mensuelle de l'activité tritium. Les valeurs mesurées en 2022 sont présentées dans le tableau 73.

Tableau 73 : Activités volumiques tritium (en Bq/l) et profondeur mesurées en 2022 dans le forage ZEDI 01

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
ZEDI 01						
Activité tritium (Bq/L)	4,4E+01	6,7E+01 ± 13.1%	6,7E+00 ± 50,8%	86%	14	2,0E+01
Profondeur (m)	32	37	31	100%	12	1,8

L'activité volumique en tritium est de l'ordre de 44 Bq/L en moyenne sur l'année 2022, supérieure à l'année 2021 (31 Bq/L). L'activité volumique tritium présente de fortes variations au cours de l'année avec des mesures comprises entre 6,7 Bq/L et une valeur maximale de 67 Bq/L. Ce phénomène est constaté depuis plusieurs années et peut être associé aux fluctuations de la hauteur de nappe.

Zone l'INB 56 – Zone des Tranchées et Zone Stockage des déchets

L'Installation Nucléaire de Base 56 est étendue sur deux zones distinctes : la zone des « Tranchées » et la zone « Stockage déchets ».

• Zone des Tranchées :

La zone des tranchées fait l'objet d'une surveillance réglementaire des eaux souterraines avec les forages P07, P17, et P31Bis. Les résultats d'analyses réalisées sur ces forages sont présentés dans le tableau 72.

Pour les Forages P07, P17, et P31Bis, aucune valeur anormale n'a été identifiée sur ces forages. Les valeurs significatives sont proches des seuils de décision.

• Zone Stockage Déchets :

Les forages SD05 et SD24/2 font l'objet d'une surveillance réglementaire mensuelle : les résultats d'analyses sur ces deux forages sont présentés dans le tableau 72.

Le forage SD05 fait également l'objet d'une surveillance réglementaire particulière avec une mesure semestrielle du 90-(Sr-Y) et par spectrométrie alpha.

○ le forage SD05 :

- Les analyses alpha globales réalisées en 2022 présentent une valeur moyenne de 0,58 Bq/L en légère hausse par rapport à celle relevée en 2021 (0,50 Bq/L). Les valeurs en Pu239+Pu240 sont en légère hausse de 0.34 Bq/L en 2022 contre 0,20 Bq/L en moyenne en 2021. Les valeurs en Pu238+Am241 augmentent également passant de 0,09 Bq/L en moyenne en 2021 à 0,20 Bq/L en 2022.
- Les résultats d'analyses en Sr-90 ont une activité moyenne de 4,31 Bq/L en 2022.
- L'activité bêta globale (qui s'explique essentiellement par la présence de 90-Sr+90-Y) est en légère hausse par rapport à 2021 avec une valeur moyenne de 12 Bq/L en 2022 contre 7 Bq/L en 2021. Les valeurs annuelles sont comprises entre 7 Bq/L et 19 Bq/L.
- L'activité en tritium est en légère augmentation en 2022 avec une valeur moyenne de 36 Bq/L contre 27 Bq/L en 2021. Les valeurs fluctuent au cours de l'année et passent de 11 Bq/L à 46 Bq/L. L'activité tritium continue à fluctuer en 2022 avec néanmoins des variations moins importantes qu'en 2021.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

- Les analyses mensuelles réalisées par spectrométrie gamma montrent des valeurs inférieures au seuil de décision en Cs-137 et en Co-60 au cours de l'année 2022.
- le forage SD24/2 :
 - Les résultats d'analyses alpha et bêta globales sont du même ordre de grandeur que les années précédentes. L'activité en tritium est inférieure au seuil de décision en 2022.

Zone Forages CABRI

Les forages CABRI10 et CABRI04 (CABRI SUD) font l'objet d'une surveillance réglementaire mensuelle dont les résultats sont présentés dans le tableau 72.

- **Le forage CABRI10** : les valeurs mesurées en tritium en 2022 (6,6 Bq/L) restent stables avec celles mesurées en 2021 (6,7 Bq/L).
- **Le forage CABRI04 (CABRI SUD)** : l'activité moyenne en tritium en 2022 est stable par rapport à 2021 (8,6 Bq/L en 2022 contre 8,5 Bq/L en 2021). Les valeurs fluctuent sur l'année entre 5,9 Bq/L et 12 Bq/L.

Zone Forages de la zone STE – STD (INB 37A et INB 37B)

Les forages STE02 Bis, STE03, et STE04 font l'objet d'un suivi réglementaire mensuel et les résultats des mesures effectuées en 2021 sur l'eau de ces forages sont reportés dans le tableau 72.

- **Le forage STE2 Bis** : Les niveaux d'activité alpha global et bêta global en 2022 sont comparables à ceux mesurés ces dernières années. Toutes les autres valeurs sont inférieures au seuil de décision.
- **Le forage STE3 et STE4** : ces forages ne présentent aucune valeur anormale. Les activités mesurées en 2022 sont du même ordre de grandeur qu'en 2021.

30.3.4 Analyse pluriannuelle des résultats de surveillance de la nappe miocène de l'INB 56

Conformément à la décision ASN n° 2017-DC-0597, la mise en perspective pluriannuelle des résultats de surveillance de la nappe miocène au niveau de l'INB56 est présentée dans le tableau 74.

Tableau 74 : Historiques des résultats de surveillance de la nappe miocène jusqu'en 2022 sur le site du Parc d'entreposage et des Tranchées

Zone	Piézomètre	Chronique	Côte piézométrique (m NGF)				Activité alpha globale (Bq/l)				Activité bêta/gamma globale (Bq/l)				Activité tritium (Bq/l)			
			min	max	Date du maximum enregistré	moy	min	max	Date du maximum enregistré	moy	min	max	Date du maximum enregistré	moy	min	max	Date du maximum enregistré	moy
Parc	SD3	1985 à 2022	293,60	299,04	1997	298,06	0,05	0,20	1985	0,09	0,04	0,64	1991 / 1997	0,14	2,33	67,00	1994	11,12
	SD5	1985 à 2022	295,45	306,43	2011	301,33	0,05	6,00	1994	0,78	0,12	250,00	2012	29,30	5,54	1600,00	2001	107,45
	SD20	1985 à 2022	296,70	301,18	2011	298,81	0,05	0,38	1988	0,11	0,08	4,30	1993	0,41	2,75	30,00	1992	11,29
	SD22	1985 à 2022	295,45	300,10	1988	298,52	0,05	0,18	1994	0,10	0,05	0,74	1985	0,20	2,09	75,00	1998	10,67
	SD24-2	1980 à 2022	295,08	303,36	1984	298,90	0,03	0,16	2002	0,07	0,04	1,30	1993	0,13	3,37	280,00	1999	49,63
	SD26	1985 à 2022	294,84	307,98	2022	298,11	0,03	0,13	1985	0,07	0,04	0,81	1988	0,15	2,36	192,00	1995	36,70
	SD27	1985 à 2022	300,99	304,94	2011	302,01	0,05	2,80	2001	0,32	0,48	37,00	2001	13,49	5,37	243,00	1999	52,42
	SD28	1985 à 2022	292,04	303,14	1985	299,12	0,03	0,14	1994	0,07	0,05	0,62	1988	0,14	2,55	247,00	1997	70,67
	SD29	1985 à 2022	295,23	303,58	1985	298,71	0,03	0,14	1994	0,07	0,05	3,40	1986	0,17	2,47	23,00	1986	8,88
	SD32bis	2006 à 2022	295,36	301,52	2011	296,85	0,05	0,20	2014	0,09	0,05	0,20	2009 / 2014	0,10	-	-	2015	2,24
	SD35	2003 à 2022	293,73	297,93	2011	296,17	0,04	0,14	2016	0,07	0,03	12,10	2003	0,57	1,80	13,32	2003	3,50
	SD40	2004 à 2022	298,47	305,77	2011	301,86	0,03	0,10	2013	0,06	0,05	0,10	2013	0,07	-	-	2012	2,61
	SD41	2003 à 2022	297,21	306,65	2011	301,24	0,04	0,07	2003	0,05	0,17	1,70	2012	0,71	3,77	40,39	2012	11,85
	SD42	2003 à 2022	284,00	303,46	2011	297,22	0,06	1,10	2004	0,05	0,14	8,92	2022	2,65	4,52	133,90	2005	33,33
	SD44	2003 à 2022	297,38	306,38	2011	301,03	0,05	0,08	2018	0,06	0,04	1,77	2005	0,60	4,35	30,16	2005	12,42
	TFA3	1998 à 2022	290,57	295,95	2014	293,67	0,04	0,18	1998	0,08	0,05	0,55	1999	0,09	2,45	9,00	1998	5,04
	P1	1976 à 2022	279,75	287,58	1979	283,41	0,01	1,48	1978	0,12	0,04	2,80	1987	0,24	1,48	31,10	1985,00	9,07
	P3	1976 à 2022	283,19	289,35	1997	286,25	0,03	0,38	1988	0,07	0,04	6,00	1988	0,25	1,48	30,00	1982	7,90
	P4	1976 à 2022	284,16	289,79	1978	286,90	0,04	0,60	1990	0,12	0,04	8,60	1990	0,60	4,60	837,00	2011	139,17
Tranchées	P7	1976 à 2022	278,91	288,37	1978	285,36	0,03	0,12	1982 / 1987 à 1989	0,06	0,04	1,48	1978	0,33	1,48	27,00	1993	7,71
	P17	1978 à 2022	282,03	288,54	2012	284,76	0,04	0,10	1992 / 2004 / 2006	0,06	0,01	0,75	1986	0,15	2,43	32,00	1987	6,73
	P19	1978 à 2022	275,58	281,49	1997	279,16	0,04	0,13	1989	0,07	0,03	1,90	1989	0,19	2,38	8,00	1993	5,43
	P27	1976 à 2022	278,94	284,64	1978	281,23	0,03	2,20	1978	0,28	0,05	0,37	1999	0,09	2,62	8,51	2018	5,25
	P32	1994 à 2022	282,99	289,25	1995	287,26	0,04	0,10	1998	0,07	0,06	0,49	2016	0,17	2,67	13,00	1998	6,92
	P35	2003 à 2022	284,53	288,70	2011	286,15	0,04	0,08	2017	0,06	0,05	0,34	2011	0,10	2,33	29,50	2016	12,25
	P36	2003 à 2022	281,44	287,86	2015	284,55	0,04	0,08	2017	0,05	0,05	0,24	2006	0,13	3,01	63,84	2022	41,82
	P38	2007 à 2022	282,78	286,07	2020	284,01	0,04	0,08	2011	0,06	0,05	0,23	2009	0,07	-	-	-	2,75
	P40	2007 à 2022	288,69	293,53	2014	291,87	0,04	1,69	2007	0,19	0,05	1,90	2007	0,17	-	-	-	3,41
	P42	2007 à 2022	286,27	288,97	2014	287,50	0,10	0,74	2012	0,24	0,91	2,80	2011	1,92	7,92	213,20	2007	59,65

Le battement de la nappe miocène sur le Parc est en moyenne compris entre 5 et 19 m.

Le battement de la nappe miocène sur le site des Tranchées est en moyenne compris entre 3 et 9 m.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Dans l'ensemble, l'activité en tritium est plus marquée sur le site du Parc que sur le site des Tranchées. Cette activité est par ailleurs très variable selon les ouvrages (de 2 à 110 Bq/l sur le site du Parc et de 2 à 140 Bq/l en moyenne sur le site des Tranchées).

On enregistre une valeur maximale en tritium égale à 63,84 Bq/l pour le piézomètre P36 de la zone des Tranchées au cours de l'année 2022. Cette valeur est proche de l'activité maximale en tritium relevée au cours de l'année 2019 (63,1 Bq/l).

Les activités les plus élevées en alpha global et en bêta global sont très localisées sur les deux sites, avec des valeurs plus importantes sur le Parc, notamment sur le piézomètre SD05. Les activités relevées sur ce forage s'expliquent par sa proximité avec les fosses.

On note une valeur maximale en bêta global sur l'année 2022 égale à 8,92 Bq/l (contre 7,70 Bq/l en 2014) pour le piézomètre SD42 de la zone du Parc.

Le piézomètre SD 27 présente également des activités élevées. Il se situe en effet dans le prolongement de l'écoulement de la nappe dans la zone du forage SD05.

Les piézomètres présentant des activités les plus élevées sur le site des tranchées sont ceux situés sur le périmètre du site : P04 et P42.

30.3.5 Sédiments aquatiques

Des prélèvements de sédiments sont réalisés annuellement à Manosque (en Durance en amont du Centre), à Vinon-sur-Verdon (dans le Verdon) et au lieu-dit Saint-Eucher (en Durance, à 800 m en aval de l'exutoire du Centre).

Les résultats des analyses des sédiments prélevés en 2022 sont reportés dans le Tableau 75.

Tableau 75 : Activités des émetteurs gamma, du Sr-90 et des émetteurs alpha dans les sédiments prélevés en 2022

ACTIVITES	St-EUCHER	MANOSQUE	VINON	Ravin de la Bête
⁴⁰ K (en Bq/kg sec)	2,3E+02	2,1E+02	1,8E+02	3,5E+20
¹³⁷ Cs (en Bq/kgsec)	< 6,2E-01	< 8,5E-01	7,7E-01	4,2
²³⁸ Pu (en Bq/kg sec)	< 5,3E-01			
²³⁹ Pu et ²⁴⁰ Pu (en Bq/kg sec)	< 3,4E-01			
²⁴¹ Am (en Bq/kg sec)	< 3,7E-01			
⁹⁰ Sr (en Bq/kg sec)	< 5.5			
²³⁴ U (en Bq/kgsec)	17			
²³⁵ U (en Bq/kg sec)	6,8E-01			
²³⁸ U (en Bq/kg sec)	16			

Les émetteurs gamma mesurés sont le potassium 40, isotope radioactif du potassium, naturellement présent dans les sédiments, et le césium 137, radioélément artificiel, dont des traces dues aux retombées de l'accident de Tchernobyl de 1986, sont encore mesurables.

La valeur plus élevée au ravin de la bête est conforme aux valeurs moyennes des sédiments fluviaux en France (entre 1 et 10 Bq/kg) et en cohérence avec la valeur mesurée à l'amont du ravin (5,9 Bq/kg).

La spectrométrie alpha réalisée dans les sédiments de la Durance en aval du point de rejet (St-Eucher) montre des traces d'uranium. Les teneurs en uranium sont inférieures aux valeurs moyennes françaises (environ 19 Bq/kg sec).

30.3.6 Indicateurs biologiques

30.3.6.1 Flore aquatique

Des végétaux aquatiques sont prélevés en Durance en amont et en aval de l'exutoire du Centre et dans le Verdon, si possible aux mêmes points de prélèvement que les sédiments aquatiques.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Leurs échantillons sont analysés au laboratoire et les analyses portent sur :

- La recherche des émetteurs gamma par spectrométrie gamma,
- La mesure de l'activité en Strontium-90,
- La recherche des émetteurs alpha à l'aide d'une séparation radiochimique suivie d'une spectrométrie alpha bas niveau.
- L'activité en tritium.

Les résultats des analyses des végétaux aquatiques prélevés en 2022 ont été reportés dans le tableau 76.

Tableau 76 : Activités bêta globales, des émetteurs gamma, du Sr-90, des isotopes du Pu, de l'Am, de l'U, du ^3H et du ^{14}C dans les végétaux aquatiques prélevés en 2022

ACTIVITES	St-EUCHER	MANOSQUE	VINON
^{40}K (en Bq/kg frais)	7.5E+01	4.3E+01	8.1E+01
^{137}Cs (en Bq/kg frais)	3.0E-01	1.0E-01	< 3.1E-01
^{238}Pu (en Bq/kg frais)	< 2.7E-03		
^{239}Pu et ^{240}Pu (en Bq/kg frais)	< 7.7E-03		
^{241}Am	< 2.3E-02		
^{90}Sr (en Bq/kg frais)	<1.9E+00		
^3H libre (en Bq/kg frais)	NM		
^{14}C (en Bq/Kg de C tot)	NM		
^{234}U (en Bq/kg frais)	3.0E+00		
^{235}U (en Bq/kg frais)	4.5E-01		
^{238}U (en Bq/kg frais)	2.7E+00		

Cellules grisées : pas d'analyses spécifiques / NM : Non mesuré

Ce tableau montre qu'aucune activité anormale n'a été mise en évidence dans les végétaux aquatiques prélevés en 2022, comme pour les années précédentes.

Les analyses réalisées montrent la présence de potassium-40 (isotope radioactif du potassium) et d'uranium naturellement présents dans les végétaux. Les valeurs significatives en ^{137}Cs en amont et en aval du centre de Cadarache s'expliquent par la rémanence dans l'environnement de ce radionucléide issu des retombées atmosphériques globales.

30.3.6.2 Faune aquatique (poissons)

Chaque année, une campagne de pêche électrique est organisée avec l'IRSTEA. Cette campagne permet en effet de prélever différentes espèces de poissons ubiquistes et carnassières (i.e. chevesnes, barbeaux, hotus, truites, etc.) dans différents lieux :

- en amont du site de Cadarache : à Oraison (Durance) et à Vinon-sur-Verdon (Verdon),
- en aval du site : à l'exutoire de la canalisation des rejets du Centre et en Durance au lieu-dit Saint-Eucher (à 800 m à l'aval de l'exutoire).

Les résultats des analyses radiologiques réalisées sur les poissons en 2022 ont été reportés dans le tableau 77.

Tableau 77 : Activités des émetteurs gamma, des isotopes du Pu, de l'Am, de l'U, du ^3H et du ^{14}C dans les poissons prélevés en 2022

ACTIVITES	St-EUCHER	EXUTOIRE	MANOSQUE	VINON
^{40}K (en Bq/kg frais)	7,9E+01	1,14E+02	8,4E+01	8,5E+01
^{137}Cs (en Bq/kg frais)	<0,26	<0,72	<0,31	<0,30
^{238}Pu (en Bq/kg frais)		<1,6E-02		
^{239}Pu et ^{240}Pu (en Bq/kg frais)		<4,5E-02		
^{241}Am (en Bq/kg frais)		<9,8E-03		
^{90}Sr (en Bq/kg frais)		<2,9E-01		

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

ACTIVITES	St-EUCHER	EXUTOIRE	MANOSQUE	VINON
³ H libre (en Bq/kg frais)		<1,0E+00		
³ H lié (TOL) (en Bq/kg frais)		<2,9E-01		
¹⁴ C (en Bq/kg de C tot)		1,9E+02		
²³⁴ U (en Bq/kg frais)		2,3E-2		
²³⁵ U (en Bq/kg frais)		<5,6E-3		
²³⁸ U (en Bq/kg frais)		2,1E-2		

Cellules grisées : pas d'analyses spécifiques

Aucune activité anormale n'a été mise en évidence dans les poissons prélevés en 2022.

On note la présence de potassium 40, isotope radioactif du potassium, présent naturellement dans les poissons. Aucun radioélément artificiel n'a été détecté.

A titre de comparaison, l'IRSN présente des valeurs en potassium 40 dans les poissons de rivières qui fluctuent autour de 100 Bq/kg frais dans le bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020.

Les niveaux d'activité en carbone 14 sont proches des valeurs trouvées communément dans les produits biologiques (200 à 250 Bq/kg).

Concernant les uraniums, l'IRSN estime, chez les poissons du Rhône, la concentration en ²³⁸U (moyenne sur 1 000 échantillons) à $1,0 \pm 0,2$ Bq/kg frais. Les mesures réalisées sur les poissons de la Durance sont bien en dessous de ces valeurs.

30.4 PRELEVEMENT DE SOL : POINT DE REFERENCE A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE

Le prélèvement annuel réglementaire de sol s'effectue à Saint-Paul-Lez-Durance à proximité de la station de surveillance atmosphérique sur lequel une spectrométrie gamma et une spectrométrie alpha sont réalisées. Les résultats des analyses radiologiques réalisées sur la terre en 2022 ont été reportés dans le tableau 78.

Tableau 78 : Activités en bêta global et des émetteurs gamma et alpha de l'échantillon de terre (sol) prélevé à Saint-Paul-Lez-Durance en 2022

	Activités (Bq/kg sec)						
	¹³⁷ Cs	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu et ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am	²³⁴ U	²³⁵ U	²³⁸ U
SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE	1,8E+01 ± 23 %	< 2,0E-01	4,8E-01 ± 29 %	< 3,2E-01	1,9E+01 ± 8,8%	7,0E-01 ± 27 %	1,8E+01 ± 8,9%

On trouve des traces de radioactivité artificielle, telle que le césium-137 ou le plutonium-(239+240).

A titre indicatif, des analyses ont été réalisées sur des échantillons de terre prélevés à une trentaine de kilomètres du Centre de Cadarache. Les activités mesurées en césium-137, et en plutonium-239 et plutonium-240 sont comparables à celles mesurées dans l'échantillon prélevé à Saint-Paul-lez-Durance. Les traces de césium-137 sont cohérentes avec le niveau moyen d'activité mesuré sur le territoire français consécutif des retombées de l'accident de Tchernobyl de 1986. Les traces de plutonium et d'américium sont, elles, cohérentes avec le marquage dû aux retombées des essais aériens d'armes nucléaires (de 1945 à 1980).

Concernant les valeurs en uranium l'IRSN estime que les activités en uranium des sols en France varient de quelques Bq/kg sec à quelques centaines de Bq/kg sec avec une moyenne autour de 40 Bq/kg. Nous avons des valeurs cohérentes avec ces références au niveau du sol prélevé.

30.4.1 Indicateurs biologiques

30.4.1.1 Flore : végétaux bio-indicateurs

Chaque trimestre, des prélèvements de thym (végétal indicateur) sont effectués sur les stations de Ginasservis, de la Verrerie, de la Grande Bastide, et de Saint-Paul-Lez-Durance.

Après traitement, les échantillons sont analysés par le laboratoire :

- la recherche des émetteurs gamma et notamment du potassium-40 par spectrométrie gamma.

Une fois par an, des mesures de l'activité en tritium (organiquement lié et libre), carbone-14 et une spectrométrie alpha sont également effectuées.

Les résultats d'analyse des végétaux bio-indicateurs prélevés en 2022 ont été reportés dans le tableau 79.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 79 : Activités des émetteurs gamma, alpha, tritium libre et TOL, et en carbone 14 dans les végétaux bio-indicateurs prélevés sur les stations de surveillance de l'environnement en 2022

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
GINASSERVIS (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	2,62E+02	3,10E+02 ± 17 %	2,15E+02 ± 15 %	100 %	4	3,9E+01
¹³⁷ Cs	< 2,4E+00	-	-	0 %	4	-
¹³⁴ Cs	< 2,9E+00	-	-	0 %	4	-
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,35E+02 ± 13,6 %	-	-	100 %	1	-
³ H libre	< 7,8E-01	-	-	0 %	2	-
³ H TOL	< 6,6E-01	-	-	0 %	2	-
²³⁴ U	1,2E-01 ± 16%	-	-	100 %	1	-
²³⁵ U	< 1,5E-02	-	-	0 %	1	-
²³⁸ U	1,2E-01 ± 16 %	-	-	100 %	1	-
²³⁸ Pu	< 1,1E-01	-	-	0 %	1	-
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	< 4,8E-02	-	-	0 %	1	-
²⁴¹ Am	< 1,0E-02	-	-	0 %	1	-
VERRERIE (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	1,95E+02	2,50E+02 ± 19 %	1,71E+02 ± 18 %	100 %	4	3,8E+01
¹³⁷ Cs	< 2,4E+00	-	-	0 %	4	-
¹³⁴ Cs	< 2,8E+00	-	-	0 %	4	-
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,01E+02 ± 14,1 %	-	-	100 %	1	-
³ H libre	< 9,2E-01	-	-	0 %	2	-
³ H TOL	< 5,1E-01	-	-	0 %	2	-
²³⁴ U	9,0E-02 ± 12 %	-	-	100 %	1	-
²³⁵ U	< 6,5E-03	-	-	0 %	1	-
²³⁸ U	8,5E-02 ± 12 %	-	-	100 %	1	-
²³⁸ Pu	< 2,4E-03	-	-	0 %	1	-
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	< 8,5E-30	-	-	0 %	1	-
²⁴¹ Am	8,0E-03 ± 34 %	-	-	100 %	1	-

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
GRANDE-BASTIDE (Bq/kg frais)						
40K	2,88E+02	4,19E+02 ± 15 %	1,99E+02 ± 15 %	100 %	4	9,6E+01
137Cs	< 2,3E+00	-	-	0 %	4	-
134Cs	< 2,6E+00	-	-	0 %	4	-
14C (Bq/kg frais de C total)	2,27E+02 ± 13,7 %	-	-	100 %	1	-
3H libre	< 7,7E-01	-	-	0 %	2	-
3H TOL	< 5,3E-01	-	-	0 %	2	-
234U	2,4E-01 ± 9,2 %	-	-	100 %	1	-
235U	9,7E-03 ± 30 %	-	-	100 %	1	-
238U	2,2E-01 ± 9,4 %	-	-	100 %	1	-
238Pu	< 5,4E-03	-	-	0 %	1	-
239Pu + 240Pu	1,3E-02 ± 37 %	-	-	100 %	1	-
241Am	2,6E-02 ± 19 %	-	-	100 %	1	-
ST-PAUL-LEZ-DURANCE (Bq/kg frais)						
40K	2,61E+02	3,48E+02 ± 16 %	1,82E+02 ± 15 %	100 %	4	6,8E+01
137Cs	< 2,45E+00	-	-	0 %	4	-
134Cs	< 2,73E+00	-	-	0 %	4	-
14C (Bq/kg frais de C total)	2,67E+02 ± 14,3 %	-	-	100 %	1	-
3H libre	< 7,4E-01	-	-	0 %	2	-
3H TOL	< 5,1E-01	-	-	0 %	2	-
234U	1,5E-01 ± 11%	-	-	100 %	1	-
235U	< 7,8E-03	-	-	0 %	1	-
238U	1,2E-01 ± 12%	-	-	100 %	1	-
238Pu	< 5,7E-03	-	-	0 %	1	-
239Pu + 240Pu	< 9,9E-03	-	-	0 %	1	-
241Am	8,3E-03 ± 34 %	-	-	100 %	1	-

Le tableau 79 montre que les principaux émetteurs gamma mesurés sont le potassium 40, isotope radioactif du potassium naturellement présent dans les végétaux. A titre indicatif, nous avons réalisé des analyses sur des échantillons de thym

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

prélevés à une trentaine de kilomètres de Cadarache. Les niveaux d'activité en potassium 40 sont de l'ordre de 210 Bq/kg frais.

Les niveaux d'activités mesurés dans le thym sont cohérents avec les traces encore présentes dans les sols en Cs-137 (retombées de Tchernobyl de 1986) et en Pu239+Pu240 (retombées des essais d'armes nucléaires de 1945 à 1980).

Les niveaux d'activité en carbone 14 sont proches des valeurs trouvées communément dans les végétaux (en moyenne 233 Bq/kg de carbone en 2022). Les valeurs en tritium libre et en tritium organiquement lié sont toutes inférieures aux seuils de décision.

Enfin les valeurs en uranium sont cohérentes avec les valeurs publiées par l'IRSN.

30.4.2 Produits de la chaîne alimentaire

30.4.2.1 Végétaux de consommation

Afin d'évaluer l'impact potentiel des rejets radioactifs du CEA Cadarache sur les produits de consommation d'origine végétale cultivés dans la région, des légumes sont achetés chez des producteurs dans des communes situées à proximité du Centre.

Dans la mesure du possible, différents types de végétaux de consommation sont sélectionnés sur chaque lieu de prélèvement : légumes-fruits, légumes-feuilles et légumes-racines.

Après traitement (étuvage, lyophilisation), les échantillons sont analysés par spectrométrie gamma permettant notamment la mesure du potassium 40.

Pour un échantillon sur chaque lieu de récolte, ces mesures sont complétées par des mesures de l'activité tritium, carbone 14, strontium-90 et par une spectrométrie alpha permettant notamment la mesure des transuraniens.

Compte-tenu d'un manque de producteur susceptible de fournir des légumes en 2022, la collecte des végétaux de consommation de Saint-Paul-lez-Durance n'a pu être réalisée.

Les résultats des analyses des végétaux de consommation prélevés en 2022 sont reportés dans le Tableau 80.

Tableau 80 : Activités des émetteurs gamma (K-40 et Cs-137), tritium libre et TOL, carbone 14, et les isotopes du Pu, de l'Am et de l'U dans les végétaux de consommation prélevés en 2022

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
LEGUMES-FEUILLES						
⁴⁰ K (Bq/kg frais)	1,45E+02	1,70E+02 ± 13 %	1,07E+02 ± 13 %	100%	3	34
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 3,7E-01			0%	3	
¹³⁴ Cs (Bq/kg frais)	< 4,3E-01			0 %	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,2			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 9,2E-02			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	1,77E+02 ± 15,4 %			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 8,9E-02			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 2,2E-03			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 7,6E-04			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 3E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	4,4E-02 ± 9,3%			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	2,9E-03 ± 29%			100%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	4,3E-02 ± 9,6%			100%	1	

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
LEGUMES-FLEURS						
⁴⁰ K (Bq/kg frais)	6,9E+01	1,03E+02 ± 12 %	5,0E+01 ± 13 %	100%	3	30
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 1,2E-01			0%	3	
¹³⁴ Cs (Bq/kg frais)	< 1,4E-01			0%	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,3			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 5,3E-02			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	2,02E+02 ± 14,4 %			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 4,5E-02			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 1,6E-03			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 1,6E-03			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 1,0E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	2,1E-03 ± 16%			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	< 3,0E-04			0%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	1,8E-03 ± 24%			100%	1	
LEGUMES-RACINES						
⁴⁰ K (Bq/kg frais)	1,40E+02	1,96E+02 ± 13 %	4,3E+01 ± 15 %	100%	3	84
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 6,4E-01			0%	3	
¹³⁴ Cs (Bq/kg frais)	< 7,7E-01			0%	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,1			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 2E-01			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	2,26E+02 ± 14,2 %			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 1,6E-01			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 2,7E-03			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 1,8E-03			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 4,5E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	2,6E-03 ± 13 %			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	< 1,2E-03			0%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	2,7E-02 ± 14 %			100%	1	

Les analyses réalisées montrent la présence de potassium 40, isotope radioactif du potassium naturellement présent dans les végétaux, avec des activités de l'ordre de 40 à 200 Bq/kg frais.

Les activités mesurées en ⁹⁰Sr, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, ²³⁸Pu, ²⁴¹Am et ¹³⁷Cs sont toutes inférieures aux seuils de décision.

Les mesures ³H sont également toutes inférieures aux seuils de décision.

Les valeurs en uranium sont cohérentes et inférieures avec les valeurs publiées par l'IRSN.

D1 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Les niveaux d'activité en carbone 14 sont proches des valeurs trouvées communément dans les végétaux (environ 202 Bq/kg de carbone en moyenne en 2022).

30.4.2.2 Lait de chèvre

Afin d'évaluer l'impact des rejets radioactifs du CEA Cadarache sur les produits de consommation d'origine animale de type laitage, un échantillon de lait de chèvre est collecté tous les trimestres chez un éleveur situé à Gréoux-les-Bains.

Les analyses radiologiques réalisées trimestriellement sur ces échantillons sont une spectrométrie gamma permettant notamment la mesure de l'iode 131 et du potassium 40.

Une fois par an, une analyse complémentaire est faite sur un échantillon pour mesurer le carbone 14 et le tritium (libre et TOL).

A noter qu'en hiver pendant quelques mois, aucun prélèvement n'est réalisé car le lait produit par les chèvres à cette période de l'année est réservé à l'allaitement des chevreaux.

Les résultats des analyses des échantillons de lait prélevés en 2022 ont été reportés dans le tableau 81.

Tableau 81 : Activités des émetteurs gamma (iode 131, césium 137, du potassium 40), du carbone 14 et du tritium (dont TOL) dans le lait de chèvre prélevé en 2022

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
LA VERDIÈRE						
¹³¹ I (en Bq/l)	< 0,36			0 %	4	
¹³⁴ Cs (en Bq/l)	< 0,38			0 %	4	
¹³⁷ Cs (en Bq/l)	< 0,35			0 %	4	
⁴⁰ K (en Bq/l)	55.5	61 ± 16 %	42 ± 18 %	100 %	4	9
14-C (en Bq/kg de C)	199,5E ± 14%			100 %	1	
3-H libre (en Bq/l)	< 1,23			0 %	1	
3-H lié - TOL (en Bq/l)	< 0,16			0 %	1	
90-Sr	< 0,085			0 %	1	

Les mesures en césium-137 et en iode-131 sont inférieures aux seuils de décision.

Le potassium-40, isotope radioactif du potassium, et le carbone 14, isotope radioactif du carbone, sont des composants naturels présents dans le lait.

A titre indicatif, des analyses ont été réalisées sur des échantillons de lait de chèvre prélevés à une trentaine de kilomètres de Cadarache. Les niveaux d'activité en potassium 40 sont du même ordre de grandeur (de 40 à 65 Bq/L).

Les niveaux d'activité en carbone 14 sont proches des valeurs trouvées communément dans les matières vivantes.

Aucun autre radioélément artificiel n'a été détecté.

30.5 CONCLUSION

Le bilan 2022 des rejets radioactifs liquides et atmosphériques du CEA Cadarache, ainsi que les résultats des contrôles de radioactivité dans l'environnement du Centre en 2022 montrent :

- **Rejets liquides et gazeux :**

Les niveaux d'activité des différents paramètres des rejets du Centre par rapport aux niveaux d'activités autorisées fixés pour les rejets liquides en Durance sont les suivants :

- 0,06 % de l'autorisation annuelle pour les émetteurs alpha,
- 18,05 % pour les émetteurs bêta-gamma,
- 0,07 % pour le tritium,
- 0,27 % pour le carbone 14.

Pour les rejets gazeux des installations, ces valeurs sont reportées et comparées aux limites propres à chaque installation dans les tableaux au § 4.5.1 de la partie A – Bilan INB civiles.

- **Surveillance des eaux souterraines :**

Pour ce qui concerne la surveillance des eaux souterraines du site, seuls les prélèvements sur quelques forages présentent des activités significatives, et font l'objet d'une surveillance régulière depuis plusieurs années. Les zones plus particulièrement surveillées sont :

- Station des rejets ;
- Forage ZEDI1 (Vallée des piles) ;
- INB 56 – Zone des Tranchées et Zone Stockage des déchets ;
- CABRI ;
- INB 37A et INB 37 B.

Pour ces zones spécifiques, aucune évolution significative n'a été constatée pour les activités mesurées dans les forages par rapport aux autres années hormis pour les forages de la zone Stockage des déchets de l'INB 56.

- **Surveillance de l'environnement sur et autour du site**

Les analyses effectuées sur les prélèvements réalisés sur et autour du site ainsi que les mesures en continu montrent des valeurs souvent inférieures aux seuils de décision des appareils de mesure ou comparables aux niveaux de radioactivité mesurés habituellement dans des lieux hors de l'influence du Centre de Cadarache (radioactivité naturellement présente ou radioactivité artificielle résultant d'événements passés - traces des retombées de l'accident de Tchernobyl en 1986 ou des essais aériens des armes nucléaires entre 1945 à 1980).

Ces mesures montrent l'absence d'impact significatif du fonctionnement actuel et passé des installations du CEA de Cadarache sur son environnement.

D2

***Bilan des mesures de
surveillance chimique dans
l'environnement***

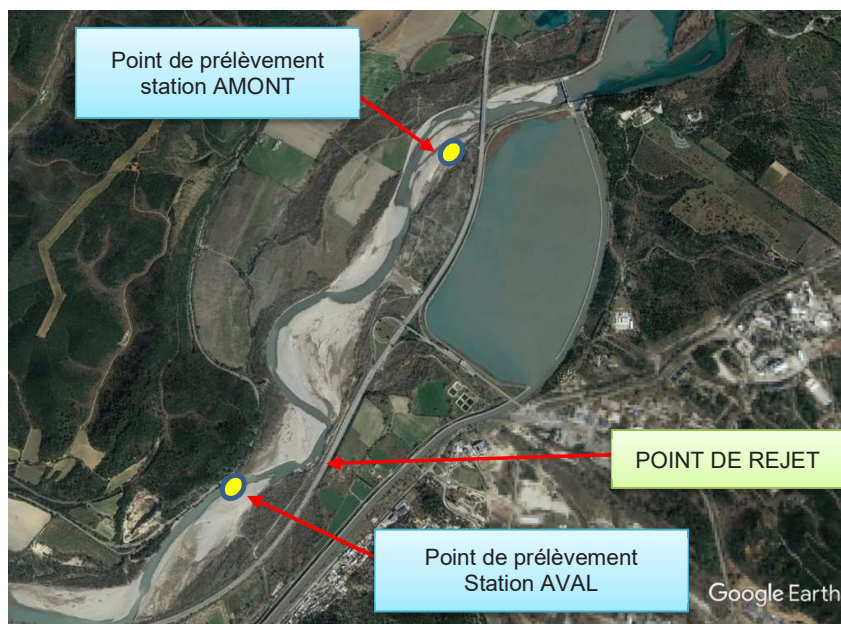
31. BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

Le bilan des mesures de surveillance dans l'environnement est consigné dans le rapport annuel du suivi de l'impact du rejet du CEA Cadarache sur la Durance pour l'année 2022. Une synthèse de ce rapport est présentée dans ce chapitre.

31.1 PRESENTATION DES SITES DE PRELEVEMENTS

Les sites de prélèvements sont localisés sur la figure 50.

Figure 50 : Localisation des sites de prélèvement de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



31.1.1 Point de prélèvement amont

Ce point de prélèvement est situé en amont du site de Cadarache et en aval du barrage sur la Durance. La distance entre le point de prélèvement amont et le rejet du Centre est d'environ 1800 m.

Figure 51 : Localisation du point de prélèvement amont de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

31.1.2 Point de prélèvement aval

Le point aval est situé à environ 600 m du rejet du CEA Cadarache

Figure 52 : Localisation du point de prélèvement aval de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



31.2 LE REJET

Le rejet du CEA Cadarache provient de la station de rejet qui regroupe les effluents issus des stations d'épuration.

31.3 LES ANALYSES

Les paramètres mesurés et analysés ont été soumis à l'approbation de l'inspection des installations classées.

Les campagnes de prélèvements, leur périodicité et la nature des prélèvements et les paramètres analysés, sont indiqués dans le tableau 82.

Tableau 82: Prélèvements et analyses chimiques

Lieu de prélèvement	Nature du prélèvement	Fréquence	MES	DBO5,	DCO	Azote Kjeldahl	Nitrates	Nitrites	Ammonium	Orthophosphates	Carbonate	Titre alcalimétrique	Arsenic,	Cadmium,	Mercure,	Cuivre	Chrome	Chrome hexavalant	Nickel	Plomb	Zinc	Fer	Aluminium	Phosphore total	Coliformes	Tétrachlorure de carbone	IBD	IBG-DCE
Stations amont + aval	eau	Mensuelle sur 24 h	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									✓	✓	✓		
	sédiment	Annuelle				✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
	bryophyte	Annuelle											✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓						
	eau pour analyses hydro-biologiques	Annuelle																									✓	✓

Les prélèvements des campagnes mensuelles et annuelle, pour l'eau, les sédiments et les bryophytes, ont été effectués par la société JCM ENVIRONNEMENT. Les prélèvements annuels pour l'IBG-DCE et IBD ainsi que l'ensemble des analyses ont été effectués par le laboratoire CARSO-LSEH, sous-traitant de la société JCM ENVIRONNEMENT.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

31.4 PRINCIPES DES NQE ET DU SEQ-EAU

A titre indicatif, les résultats sont comparés à l'ancienne grille d'évaluation SEQ-Eau (données Rés'Eau : <http://www.reseau.eaufrance.fr>), ce qui permet de conclure sur la qualité du milieu naturel pour chaque paramètre mesuré, contrairement aux NQE (Normes de Qualité Environnementales) qui ne sont définies que pour certains paramètres.

Tableau U : Valeurs des NQE disponibles pour les paramètres suivis

Paramètres	NQE-MA* en µg/l	NQE-CMA** en µg/l
Arsenic	0,83	Pas de valeur
Cadmium	0,15	0,9
Mercure	Pas de valeur	0,07
Tétrachlorure de carbone	12	Non applicable

* Moyenne Annuelle

** Concentration Maximale Admissible

Principe du SEQ-EAU:

Le tableau V ci-dessous reprend les classes d'aptitudes en fonction des paramètres analysés sur les divers échantillons d'eau.

Pour les paramètres métaux, les valeurs retenues sont celles qui correspondent à une dureté de l'eau moyenne (sachant que la dureté de la Durance varie de 19 à 28°f (degré français)).

Tableau V : Extrait grille SEQ-Eau

Paramètres analytiques	Unités	Limites de classes d'état				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène						
Oxygène dissous (1 ^{er} jour)	mg O2/l	> 8	7,9 à 6	5,9 à 4	3,9 à 3	< 3
Oxygène dissous (2 ^{ème} jour)						
Taux de saturation en O2 dissous (1 ^{er} jour)	%	> 90	89 à 70	69 à 50	49 à 30	< 30
Taux de saturation en O2 dissous (2 ^{ème} jour)						
DBO5	mg O2/l	< 3	3,1 à 6	6,1 à 10	10,1 à 25	> 25
Température						
Température de l'eau (1 ^{er} jour) - eaux salmonicoles	°C	< 20	20,1 à 21,5	21,6 à 25	25,1 à 28	> 28
Température de l'eau (2 ^{ème} jour) - eaux salmonicoles						
Température de l'eau (1 ^{er} jour) - eaux cyprinicoles		< 24	24,1 à 25,5	25,6 à 27	27,1 à 28	> 28
Température de l'eau (2 ^{ème} jour) - eaux cyprinicoles						
Nutriments						
Orthophosphates	mg PO4/l	< 0,1	0,1 à 0,5	0,6 à 1	1,1 à 2	> 2
Phosphore total	mg P/l	< 0,05	0,05 à 0,2	0,21 à 0,5	0,51 à 1	> 1
Azote ammoniacal	mg NH4/l	< 0,1	0,1 à 0,5	0,51 à 2	2,1 à 5	> 5
Nitrites	mg NO2/l	< 0,1	0,1 à 0,3	0,31 à 0,5	0,51 à 1	> 1
Nitrates	mg NO3/l	< 10	10 à 50	*	*	*
Acidification						
pH (1er jour) - seuil mini	u.pH	> 6,5	6,5 à 6	5,9 à 5,5	5,4 à 4,5	< 4,5
pH (1er jour) - seuil maxi		< 8,2	8,2 à 9	9,1 à 9,5	9,6 à 10	> 10
pH (2ème jour) - seuil mini		> 6,5	6,5 à 6	5,9 à 5,5	5,4 à 4,5	< 4,5
pH (2ème jour) - seuil maxi		< 8,2	8,2 à 9	9,1 à 9,5	9,6 à 10	> 10

* les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des valeurs seuils fiables pour cette limite

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

31.5 RESULTATS

31.5.1 Analyses physico-chimiques sur l'eau

Les résultats d'analyses, sous le format SEQ-Eau, sur les deux stations suivies sont synthétisés dans le tableau 83.

Tableau 83 : Résultats 2022 des analyses chimiques de l'eau de la Durance

Paramètres	Unité	10 au 11 janvier 2022		02 au 03 février 2022		02 au 03 mars 2022		14 au 15 avril 2022		02 au 03 mai 2022		01 au 02 juin 2022		18 au 19 juillet 2022		24 au 25 août 2022		05 au 06 septembre 2022		03 au 04 octobre 2022		02 au 03 novembre 2022		01 au 02 décembre 2022	
		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION		STATION	
		AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL	AMONT	AVAL
Analyses AU FORFAIT																									
Matières En Suspension (MES)	mg/L	70	33	35	2,6	8,1	4,5	11	7,6	13	35	41	20	13	18	38	24	316	147	22	24	< 2	30	163	60
Demande Biologiques en Oxygène à 5 jours (DBO ₅)	mg O ₂ /L	1,8	1,7	1,3	1,7	3,0	1,7	2,1	2,9	2,8	1,7	1,5	3,0	1,1	6,0	1,8	3,0	1,9	4,0	2,1	1,0	1,8	1,7	0,9	1,0
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg O ₂ /L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	29	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Azote total Kjeldahl (NTK)	mg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	3,0	2,9	2,8	3,4	3,6	3,9	2,0	3,1	2,7	1,9	1,5	1,9	2,2	1,9	2,0	1,3	2,2	2,1	1,6	1,8	2,3	3,2	2,1	2,9
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0,01	< 0,01	0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,02	0,04	0,04	0,01	0,03	0,02	< 0,01	0,02	0,05	0,02
Carbonates (CaCO ₃)	mg/L	178,50	185,00	156,00	162,50	171,50	179,00	142,50	150,50	166,00	158,00	131,00	140,00	128,00	135,00	141,00	131,50	135,50	149,00	131,50	139,50	148,00	139,00	165,50	151,50
Arsenic	µg/l	0,37	0,27	0,42	0,37	0,18	0,18	0,48	0,42	0,32	0,37	0,76	0,64	0,72	0,68	0,59	0,61	0,72	0,62	0,45	0,43	0,57	0,61	0,92	0,49
Cadmium	µg/l	< 0,010	0,016	< 0,010	< 0,010	0,062	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,010	0,017	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,039	0,067	< 0,010	< 0,010	0,011	0,010	0,028	0,017	
Mercure	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Phosphore total	mg/L	0,021	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,010	0,011	< 0,010	0,020	0,018	0,010	0,011	0,010	0,013	0,024	0,030	< 0,010	0,021	0,018	< 0,010	0,024	0,039	0,013
Titre alcalimétrique (TA)	°F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tétrachlorure de carbone	µg/L	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
Coliformes thermotolérants	UFC/100 ml	1200	45	52	25	200	50	17	2	300	350	240	41	750	940	1200	1200	350	150	910	460	120000	210000	150	520

	TRES BONNE QUALITE
	BONNE QUALITE
	MOYENNE
	MEDIOCRE
	MAUVAISE

Les deux stations présentent, sur l'ensemble des campagnes mensuelles, une bonne qualité de l'eau. Les résultats sont assez similaires entre l'amont et l'aval.

La mauvaise qualité de l'eau au niveau bactériologique au mois de novembre s'explique par les fortes pluies qui se sont abattues la veille du bilan 24h dans la région occasionnant probablement des by-pass d'eaux usées sur certains collecteurs qui se sont déversées dans la Durance en amont des deux stations de mesure et par ce fait, une augmentation de la population bactérienne.

Les fortes concentrations mesurées en matières en suspension à certaines périodes s'expliquent en grande partie par la remise en suspension des sédiments provoquées par quelques lâchers de barrage ou des régulations du débit de réserve opérées par EDF au niveau du barrage. En effet, l'eau était relativement turbide à ces moments-là, voire boueuse.

A noter également une légère augmentation de la concentration en arsenic sur les deux stations depuis le mois de juin, qui peut s'expliquer par la période de sécheresse survenue à partir de l'été et qui a pu engendrer une surconcentration de ce paramètre.

En conclusion, le rejet des effluents en provenance du centre de Cadarache n'impacte pas la qualité du milieu naturel.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

31.5.2 Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE)

L'Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE) permet d'évaluer la qualité biologique générale d'une station d'échantillonnage située sur un cours d'eau à partir de la composition des peuplements de macro- invertébrés vivant sur le fond. La faune benthique présente traduit la qualité physico-chimique des eaux et la diversité des habitats.

Les notes d'indices IBG-DCE de la campagne d'août 2022 sont synthétisées dans le tableau 84.

Tableau 84 : Résultats 2022 de l'Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE)

Etat biologique *	Station amont	Station aval
	Bon	Moyen
Equivalent I.B.G.N. (/ 20)	15	12

Nota : La ligne « Etat biologique * » fait référence à l'arrêté du 27 juillet 2015. Elle a pour but de comparer les valeurs de l'ancien système de cotation (code couleur) avec le nouveau système de l'arrêté du 27 juillet 2018 basé sur une note sur 20 (ligne Equivalent I.B.G.N. / 20).

L'analyse des listes faunistiques donne un bon état biologique sur la station amont (15/20) et un état biologique moyen (12/20) sur la station aval.

Cet écart est principalement lié à une baisse de la variété taxonomique sur la station aval. Toutefois, il ne s'agit pas d'une diminution du nombre de taxons polluosensibles. Les plans d'échantillonnage sont assez similaires sur les deux sites, seul le prélèvement de sables à l'amont n'est pas retrouvé à l'aval et s'est reporté sur les surfaces uniformes, moins biogènes.

L'expertise de la structure des peuplements et des traits biologiques des invertébrés ne révèle pas de perturbation en lien avec le rejet. A l'aval, la communauté macrobenthique est plus équilibrée et les signes de perturbation potentielle sont davantage identifiés sur la station amont (les profils ovovivipares, polysaprobies et eutrophes sont légèrement plus accentués).

La macrofaune semble être indicatrice d'un milieu avec un apport vraisemblablement modéré en nutriments et en matières organiques sur les deux stations.

A noter une faible densité d'individus cette année 2022, certainement en lien avec un étiage particulièrement sévère.

Globalement, il est difficile de relier l'écart des notes équivalents-IBGN de la Durance avec l'impact potentiel du rejet du CEA de Cadarache.

Cet écart est à relativiser car les organismes polluosensibles sont bien présents sur les deux stations. La baisse de la variété taxonomique peut éventuellement s'expliquer dans la légère différence de substrats prélevés.

31.5.3 Indice biologique diatomées (IBD)

Les principaux résultats, lors de la campagne de 2022, sont présentés dans le tableau 85.

Tableau 85 : Résultats 2022 de l'Indice Biologique Diatomées (IBD)

Qualité biologique (HER 6-7/2) *	Station amont	Station aval
	Très Bon	Très Bon
IBD (/ 20)	17,4	15,9

* suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

L'indice diatomées indique une très bonne qualité sur les deux stations. Cependant, les notes en aval sont plus basses qu'en amont avec principalement l'augmentation d'espèces indifférentes aux nutriments, hypereutrophes et eutrophes en aval.

D'après l'IBD, le rejet du CEA Cadarache pourrait avoir un impact sur la qualité de la Durance.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Bilan hydrobiologique

Selon le compartiment invertébrés, l'état biologique diffère sur les deux stations avec un bon état à l'amont et un état moyen à l'aval. Néanmoins, il apparaît difficile de conclure sur un impact du rejet du CEA de Cadarache puisque l'analyse des peuplements ne semble pas révéler de perturbation supplémentaire en aval du rejet et l'écart entre les indices biologiques (15 et 12/20) peut s'expliquer par les légères différences entre les substrats prélevés.

Concernant les diatomées, sur les deux stations, les indices IBD indiquent une très bonne qualité biologique avec quelques signes d'une dégradation sur la station aval. L'expertise des peuplements indique qu'à l'aval, les espèces ont plus d'affinités avec les eaux eutrophes et les milieux où la matière organique est un peu plus importante.

Ainsi, le rejet du CEA de Cadarache pourrait influencer les communautés de diatomées. Cet impact est toutefois à relativiser au vu de l'atteinte du très bon état biologique avec cet indicateur.

31.5.4 Analyses sur sédiments

A titre indicatif, le tableau 86 reprend les classes d'aptitudes en fonction des paramètres analysés sur l'échantillon de sédiments.

Tableau W : Extrait grille SEQ-Eau sédiments

PARAMETRES	CLASSE D'APTITUDE				
	Eau de très bonne qualité	Eau de bonne qualité	Eau de qualité moyenne	Eau de qualité médiocre	Eau de mauvaise qualité
	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classe de qualité → Indice de qualité →	80	60	40	20	
NTK (mg/kg)	-	-	-	-	-
As (mg/kg)	1	9,8	33	-	-
Cd (mg/kg)	0,1	1	5	-	-
Cu (mg/kg)	3,1	31	140	-	-
Cr (mg/kg)	4,3	43	110	-	-
Cr VI (mg/kg)	-	-	-	-	-
Ni (mg/kg)	2,2	22	48	-	-
Pb (mg/kg)	3,5	35	120	-	-
Zn (mg/kg)	12	120	460	-	-
Fe (mg/kg)	-	-	-	-	-
Hg (mg/kg)	0,02	0,2	1	-	-
Al (mg/kg)	-	-	-	-	-

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

Tableau 86 : Résultats 2022 des analyses sur les sédiments

PARAMETRES	Unité	STATION AMONT	STATION AVAL
Azote total Kjeldhal (NTK)	mg/kg MS	< 7,14	8
Arsenic (As)	mg/kg MS	4,08	4,60
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,10	0,10
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	14,91	14,79
Chrome (Cr)	mg/kg MS	39,21	35,40
Chrome hexavalent (Cr VI) <i>sur extrait aqueux</i>	mg/kg MS	< 0,053	< 0,053
Nickel (Ni)	mg/kg MS	37,83	34,99
Plomb (Pb)	mg/kg MS	10,01	10,28
Zinc (Zn)	mg/kg MS	65,14	71,16
Fer (Fe)	mg/kg MS	18 633	19 083
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,027	0,032
Aluminium (Al)	mg/kg MS	30 120	24 045
Bore (B)	mg/kg MS	53,09	41,90

Les sédiments sont caractéristiques d'une bonne qualité du milieu naturel, par rapport au tableau précédent excepté pour le paramètre Nickel qui se situe dans la classe de qualité moyenne, pour les stations amont et aval.

31.5.5 Analyses sur Bryophytes

A titre indicatif, le tableau 87 reprend les classes d'aptitude en fonction des paramètres analysés sur l'échantillon de bryophytes.

Tableau X : Extrait grille SEQ-Eau bryophytes

		CLASSE D'APTITUDE				
PARAMETRES	Classe de qualité →	Eau de très bonne qualité	Eau de bonne qualité	Eau de qualité moyenne	Eau de qualité médiocre	Eau de mauvaise qualité
	Indice de qualité →	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
		80	60	40	20	
As (mg/kg de poids sec)		4,5	9	27	54	-
Hg (mg/kg de poids sec)		0,15	0,30	0,85	1,7	-
Cd (mg/kg de poids sec)		1,2	2,5	7	14	-

Tableau 87 : Résultats 2022 des analyses sur les bryophytes

PARAMETRES	Unité	STATION AMONT	STATION AVAL
Arsenic (As)	mg/kg MS	1,36 (- 0,99) = 0,37	2,13 (- 0,99) = 1,14
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	< 0,05	< 0,05
Mercure (Hg)	mg/kg MS	< 0,049	< 0,046

Les concentrations sont similaires d'une station à l'autre pour les paramètres Cadmium et Mercure.

La concentration anormalement élevée en Arsenic sur la station Aval par rapport à la station Amont peut provenir d'une erreur d'analyse car, pour rappel, les bryophytes sont des supports extérieurs qui sont introduits dans la Durance sur une durée de 3 semaines environ, où vient se fixer l'arsenic présent dans l'eau. Or, la concentration mesurée en arsenic est similaire sur les deux stations lors des campagnes mensuelles, voire légèrement supérieure en amont. De ce constat, il est donc illogique de mesurer plus d'arsenic en aval par rapport à l'amont.

31.5.6 Conclusion générale

Toutes les mesures réalisées en amont et en aval de la Durance présentent des caractéristiques relativement similaires.

Les résultats des deux stations pour les campagnes de l'eau, des sédiments, des bryophytes et les IBG-DCE/IBD de l'année 2022 démontrent dans l'ensemble une bonne qualité du milieu récepteur (la Durance).

Les différences de résultats entre les stations amont et aval peuvent être expliquées par les épisodes pluvieux survenus juste avant le prélèvement avec une eau de la Durance turbide, par la différence notable des conditions hydrauliques (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, température de l'eau) entre les deux stations de prélèvement.

L'augmentation de certains métaux sur les deux stations de prélèvement peut s'expliquer par la baisse des débits en Durance.

En conclusion, le rejet du CEA de Cadarache ne semble pas avoir d'impact significatif sur la qualité du milieu récepteur.

E

ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE

Pour une meilleure lisibilité notamment au niveau des conclusions, le chapitre concernant l'impact radiologique des rejets liquides en Durance se retrouve de manière identique dans les chapitres concernés relatifs aux INB civiles et à l'INBS PN

E1

***Etudes d'impact radiologique
des rejets INB Civiles***

32. ETUDE D'IMPACT DES REJETS RADIOLOGIQUES DES INB CIVILES

Les conclusions de l'étude de l'impact des rejets radioactifs par voie atmosphérique pour l'ensemble des Installations Nucléaires de Base civiles (INB) et par voie liquide pour l'ensemble des installations du Site de Cadarache sont présentées dans ce chapitre.

Cette étude rassemble les évaluations des doses dues à l'irradiation externe et à l'incorporation de radionucléides. Cette étude d'impact est assujettie à une étude de sensibilité. Les résultats s'appliquent, sur le groupe de personnes représentatives de Saint-Paul-Lez-Durance et sur le Hameau de Cadarache (pour ce dernier uniquement pour l'impact des rejets atmosphériques).

32.1 REJETS ATMOSPHERIQUES

Les INB de Cadarache procèdent à des rejets atmosphériques radioactifs liés à leurs procédés. Ces rejets peuvent être considérés comme continus tout au long de l'année et sont donc traités comme tels dans cette étude d'impact.

32.1.1 Emissaires de rejet

A l'exception des émissions diffuses des INB 56 et 164 qui sont prises au plus proche de leurs localisations réelles, l'émissaire de rejet retenu est celui de référence pour le Centre de Cadarache, considéré comme le barycentre de toutes les installations. Cet émissaire de référence est situé au niveau de l'INB 22 PEGASE.

De manière conservatrice, dans les calculs, la hauteur de la cheminée a été considérée égale à 15 m, hauteur représentative des cheminées des installations civiles présentes sur le centre de Cadarache.

Pour les rejets diffus, ils sont considérés émis au niveau du sol au point correspondant aux émissaires E61 pour l'INB 56 et E77 pour l'INB 164.

32.1.2 Points d'impact

Les concentrations au sol et dans l'atmosphère et l'impact associé sont calculés à la commune de Saint-Paul-Lez-Durance, située à proximité du centre et sous l'influence des rejets potentiels, pour laquelle on prend comme hypothèse une présence permanente à l'extérieur et une forte consommation de produits d'origine locale.

Une partie des aliments consommés est d'origine sauvage (champignon, aromates, sanglier). Pour ces aliments il est considéré qu'ils proviennent d'une zone forestière proche du centre et exposés aux rejets potentiels.

Un calcul est également présenté pour la population (3 classes d'âge) vivant au Hameau de Cadarache (résidence étudiante CEA). Pour cette population, il n'y a pas de consommation de produits locaux, compte tenu de l'absence de culture à cet endroit.

32.1.3 Evaluation de l'impact

Pour l'évaluation de l'impact sanitaire pour la population, les voies d'exposition considérées sont :

- l'exposition externe due au passage du panache,
- l'exposition externe due aux dépôts sur le sol,
- l'exposition interne par inhalation,
- l'exposition interne par ingestion (uniquement pour Saint Paul Lez Durance),
- l'exposition interne transcutanée dans le cas du tritium.

L'évaluation de l'impact est réalisée avec le logiciel GASCON de la plateforme CERES.

Ces évaluations sont faites pour une année de fonctionnement des installations.

La forme chimique du tritium retenue est HTO (eau tritiée), forme pénalisante dans les calculs d'exposition et la plus répandue dans les transferts via la chaîne alimentaire. Le calcul considère la transformation d'une partie de cette eau tritiée en tritium organiquement lié (TOL).

Pour les rejets atmosphériques, les calculs pour le carbone 14 sont conduits en considérant qu'il est émis sous forme de dioxyde de carbone, et transformé en molécules organiques par les végétaux par un processus de photosynthèse. Les calculs prennent en compte une constance du rapport isotopique du radionucléide avec l'atome stable, dans les différents maillons de la chaîne de transfert.

32.2 REJETS LIQUIDES

Les effluents liquides sanitaires et industriels, produits au niveau des installations, rejoignent respectivement les stations d'épuration sanitaire et industrielle avant d'être rejetés dans le milieu naturel « la Durance » via un exutoire unique.

Les effluents liquides industriels pris en compte pour l'impact radiologiques ont deux origines distinctes :

- la vidange des cuves d'effluents suspects dans le réseau des effluents industriels (REI), après contrôle du respect des valeurs de transfert ;
- les distillats issus du traitement des effluents actifs par l'INB 171 AGATE, après contrôle du respect des valeurs de transfert.

32.2.1 Point d'impact

Les concentrations dans l'eau de la Durance sont estimées au niveau du cours d'eau. En ce point, on admettra, pour le calcul de l'impact, une utilisation importante de l'eau pour l'irrigation des cultures et la présence d'un lieu de pêche. Il est fait l'hypothèse que ce point de concentrations maximales correspond à la commune de Saint-Paul-Lez-Durance.

Le débit minimal de la Durance (débit d'étiage) est estimé à $2,8 \text{ E}+08 \text{ m}^3/\text{an}$ (soit $9 \text{ m}^3/\text{s}$), qui est le débit de réserve garanti par EDF. Cette hypothèse permet de garantir l'obtention de concentrations maximales dans l'eau du cours d'eau.

Comme la commune de Saint-Paul-Lez-Durance est alimentée par la source de Font-Renaude, et en secours par le Centre de Cadarache (station d'alimentation en eau potable), il n'est pas pris en compte dans les calculs de consommation d'eau de boisson provenant de la Durance.

32.2.2 Evaluation de l'impact

Pour l'évaluation de l'impact sanitaire, les voies d'exposition considérées sont :

- l'exposition externe due aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation (remise en suspension),
- l'exposition interne par ingestion.

L'évaluation de l'impact des rejets liquides radiologiques est réalisée avec le logiciel ABRICOT de la plateforme CERES.

32.3 EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE

Ce chapitre présente de manière synthétique l'impact sur l'homme des rejets d'effluents radioactifs émis par voie atmosphérique pour l'ensemble des INB civiles du Centre de Cadarache.

32.3.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les déclarations des rejets de l'année 2022 par les INB civiles du Centre.

32.3.2 Impact

Les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents émis par voie atmosphérique par les INB civiles du Centre de Cadarache sont présentés dans le Tableau 88 et le Tableau 89 respectivement pour la commune de Saint-Paul-Lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache.

Tableau 88 : Impact dosimétrique 2022 (en mSv/an) dû aux rejets d'effluents atmosphériques des INB civiles du Centre de Cadarache à Saint-Paul-Lez-Durance Répartition des doses par voie d'exposition (mSv.an⁻¹)

Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	5,30E-04	4,90E-04	4,70E-04
Irradiation panache	3,60E-07	3,60E-07	3,60E-07
Dose transcutanée	7,15E-07	1,00E-06	1,13E-06
Exposition aux dépôts			
1 an	1,10E-08	1,10E-08	1,10E-08
Exposition par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache			
Dose ingestion directe			
Total ingestion direct	9,50E-06	7,00E-06	8,40E-06
Exposition par ingestion de produits contaminés par transfert racinaire			
Total ingestion indirect	3,24E-09	5,80E-09	8,84E-09
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	5,42E-04	5,02E-04	4,82E-04

Tableau 89 : Impact dosimétrique 2022 (en mSv/an) dû aux rejets des effluents atmosphériques des INB civiles du Centre de Cadarache au Hameau de Cadarache

Répartition des doses par voie d'exposition au Hameau (mSv.an⁻¹)

Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	1,30E-03	1,10E-03	1,10E-03
Irradiation panache	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
Dose transcutanée	2,08E-06	2,91E-06	3,43E-06
Exposition aux dépôts			
1 an	7,10E-08	7,10E-08	7,10E-08
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	1,30E-03	1,10E-03	1,10E-03

Le Tableau 90 présente la contribution (en pourcentage) de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle après 1 an de fonctionnement à Saint-Paul-Lez-Durance et au Hameau de Cadarache,

Tableau 90 : Contribution (en pourcentage) de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul lez-Durance et au Hameau

famille d'isotopes	Enfant 1 an		Enfant 10 ans		Adulte	
	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance
β - γ global	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%
Carbone 14	0,00%	0,29%	0,00%	0,26%	0,00%	0,29%
α global	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%
Tritium	0,50%	2,16%	0,80%	1,99%	0,95%	2,51%
Iodes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Radon	99,37%	97,47%	99,04%	97,68%	98,88%	97,11%
Gaz rares	0,13%	0,07%	0,15%	0,07%	0,15%	0,08%

On constate que la dose est quasiment totalement due au radon et à ses descendants.

Afin de mettre en évidence la contribution à la dose relative des autres isotopes, le tableau 91 présente la contribution par famille hors radon.

Tableau 91 : Contribution (%) des familles d'isotopes à la dose due aux isotopes autres que le radon, rejetés par les INB civiles

famille d'isotopes	Enfant 1 an		Enfant 10 ans		Adulte	
	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance	Hameau	Saint-Paul-Lez-Durance
β - γ global	0,94%	0,12%	0,75%	0,14%	0,68%	0,14%
Carbone 14	0,03%	11,62%	0,03%	11,07%	0,03%	10,21%
α global	0,46%	0,05%	0,54%	0,08%	0,67%	0,10%
Tritium	78,43%	85,55%	83,35%	85,59%	85,30%	86,93%
Iodes	0,19%	0,04%	0,12%	0,03%	0,07%	0,02%
Gaz rares	19,95%	2,63%	15,21%	3,08%	13,26%	2,61%

32.3.3 Synthèse des résultats

La dose efficace totale due aux rejets atmosphériques des INB civiles présentes sur le centre de Cadarache est au maximum de l'ordre de 1,3E-03 mSv/an pour un enfant au Hameau (cas peu probable) et 1,1E-03 mSv/an pour un adulte au Hameau.

La dose pour les populations des communes est essentiellement due à la voie "inhalation" des isotopes de la famille du radon, y compris à Saint-Paul-lez-Durance, où la voie ingestion est présente.

32.4 EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES

Ce chapitre présente de manière synthétique l'impact des rejets d'effluents industriels liquides du Centre de Cadarache sur l'homme, comprenant toutes les installations implantées sur le site.

32.4.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les rejets liquides mesurés au point PS2 (bassins 3000 m³) avant rejet en Durance.

32.4.2 Impact

Les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents liquides du Site de Cadarache sont présentés dans le Tableau 92.

Tableau 92 : Impact dosimétrique (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance dû aux rejets d'effluents liquides pour l'année 2022 de l'ensemble des installations du Centre de Cadarache

Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Irradiation externe due au dépôt - 1 an	1,7E-07	1,7E-07	1,7E-06
Inhalation (remise en suspension) - 1 an	4,3E-11	6,9E-11	8,6E-10
Ingestion total	4,4E-06	2,5E-06	2,7E-06
Dose annuelle totale	1,2E-05	1,2E-05	1,9E-05

Le Tableau 93 présente la contribution de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle calculée après 1 an de fonctionnement.

Tableau 93 : Contribution de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul-Lez-Durance suite aux rejets liquides pour l'année 2022 en Durance du Centre de Cadarache

Groupes de dose	Enfant 1-2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
β-γ global	84,7%	87,1%	89,3%
Carbone 14	12,3%	10,1%	7,8%
α global	2,8%	2,7%	2,8%
Tritium	0,2%	0,2%	0,1%

32.4.3 Synthèse des résultats

La dose efficace suite aux rejets liquides est de l'ordre de 1,9E-05 mSv par an pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance.

32.5 CONCLUSION

Cette étude présente l'impact sanitaire des émissions radioactives par voie atmosphérique pour les INB civiles et par voie liquide pour toutes les installations du centre de Cadarache pour l'année 2022.

Compte tenu de ces hypothèses, pour l'ensemble des INB civiles du Centre, les cumuls des doses efficaces (exposition due aux rejets liquides et atmosphériques) délivrées aux adultes, aux enfants de 10 ans et aux enfants âgés de 1 à 2 ans, après un an de fonctionnement du Site de Cadarache pour la commune de Saint-Paul-lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache, sont présentés respectivement dans les tableaux 94 et 95.

E1 – ETUDE D'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS INB CIVILES

Tableau 94 : Impact dosimétrique 2022 (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance après 1 an de fonctionnement pour l'ensemble des INB civiles (rejets gazeux) et de l'ensemble des installations (rejets liquides) du Centre de Cadarache

Rejets	Enfant 1 à 2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
Atmosphériques	5,42E-04	5,02E-04	4,82E-04
Liquides	1,2E-05	1,2E-05	1,9E-05
Total	5,54E-04	5,14E-04	4,99E-04

Tableau 95 : Impact dosimétrique 2022 (en mSv/an) au Hameau après 1 an de fonctionnement pour l'ensemble des INB civiles du Centre de Cadarache

Rejets	Enfant 1 à 2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
Atmosphériques	1,30E-03	1,10E-03	1,10E-03
Total	1,30E-03	1,10E-03	1,10E-03

En ce qui concerne les INB civiles du centre, la dose efficace due aux rejets radioactifs atmosphériques après 1 an de fonctionnement est au maximum de l'ordre de $1,3\text{E-}3$ mSv/an pour un enfant de 1 à 2 ans vivant au Hameau, $1,1\text{E-}3$ mSv/an pour un adulte et enfant de 10 ans vivant au Hameau et de $5,42\text{E-}04$ mSv.an⁻¹ pour un enfant de 1 à 2 ans de Saint-Paul-lez-Durance. Elle est due essentiellement aux rejets de radon.

La dose efficace maximale correspondant aux rejets des effluents liquides du site est, quant à elle, de $1,9\text{E-}05$ mSv/an pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance.

En conséquence, la dose totale induite par les rejets du centre de Cadarache (toutes INB, et tous types de rejets confondus) est de l'ordre de $1,3 \mu\text{Sv/an}$ ($1,3 \text{E-}03$ mSv/an) pour la population du hameau.

Cette dose est largement inférieure à la limite autorisée pour le public, qui est de 1 mSv/an.

On retiendra de l'évaluation de l'impact sur la population riveraine (Saint-Paul-lez-Durance) des estimations de doses annuelles très inférieures à $10\mu\text{Sv/an}$; dose considérée comme 'triviale' c'est-à-dire au-dessous de la laquelle aucune action n'est jugée nécessaire au titre de la radioprotection (CIPR-104 et Directive Euratom 2013/59).

Pour mémoire, la radioactivité naturelle moyenne en France conduit annuellement à une dose efficace de l'ordre de 2,9 mSv (rapport IRSN/2015-00001).

E2

***Etudes d'impact radiologique
des rejets INBS-PN***

33. ETUDE D'IMPACT REJETS RADIOLOGIQUES GAZEUX DE L'INBS-PN

Les conclusions de l'étude de l'impact des rejets radioactifs par voie atmosphérique pour l'ensemble des installations nucléaires de l'INBS-PN et par voie liquide pour l'ensemble des installations du Site de Cadarache sont présentées dans ce chapitre.

Cette étude rassemble les évaluations des doses dues à l'irradiation externe et à l'incorporation de radionucléides. Les résultats s'appliquent, sur le groupe de référence de Saint-Paul-Lez-Durance et sur le Hameau de Cadarache (pour ce dernier uniquement pour l'impact des rejets gazeux).

33.1 REJETS ATMOSPHERIQUES

Les installations de l'INBS-PN de Cadarache procèdent à des rejets atmosphériques radioactifs liés à leurs procédés. Ces rejets peuvent être considérés comme continus tout au long de l'année et sont donc traités comme tels dans cette étude d'impact.

33.1.1 Emissaires de rejet

L'émissaire de rejet retenu pour l'INBS-PN est celui de l'installation Réacteur d'essai (RES) dont la hauteur est de 50 m.

33.1.2 Points d'impact

Les concentrations au sol et dans l'atmosphère et l'impact associé sont calculés à la commune de Saint-Paul-Lez-Durance, située à proximité du site et sous l'influence des rejets potentiels, pour laquelle on prend pour hypothèse une présence permanente à l'extérieur et une forte consommation de produits d'origine locale.

Un calcul est également présenté pour la population (3 classes d'âge) vivant au Hameau de Cadarache (résidence étudiante CEA). Pour cette population, il n'y a pas de consommation de produits locaux, compte tenu de l'absence de culture à cet endroit.

33.1.3 Evaluation de l'impact

Pour l'évaluation de l'impact sanitaire pour la population, les voies d'exposition considérées sont :

- l'exposition externe au panache,
- l'exposition externe aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation,
- l'exposition interne par ingestion (uniquement à Saint Paul Lez Durance).

Ces évaluations sont faites pour une année de fonctionnement des installations.

33.2 REJETS LIQUIDES

Les effluents liquides sanitaires et industriels, produits au niveau des installations, rejoignent respectivement les stations d'épuration sanitaire et industrielle avant d'être rejetés dans le milieu naturel « la Durance » via un exutoire unique.

Les effluents liquides industriels pris en compte pour l'impact radiologiques ont deux origines distinctes :

- la vidange des cuves d'effluents suspects dans le réseau d'eaux industrielles (REI), après contrôle du respect des valeurs de transfert.
- les distillats issus du traitement des effluents actifs par l'INB 171 AGATE, après contrôle du respect des valeurs de transfert.

33.2.1 Point d'impact

Les concentrations dans l'eau de la Durance sont estimées au niveau du cours d'eau. En ce point, on admettra, pour le calcul de l'impact, une utilisation importante de l'eau pour l'irrigation des cultures et la présence d'un lieu de pêche. Il est fait l'hypothèse que ce point de concentrations maximales correspond à la commune de Saint-Paul-Lez-Durance.

Le débit minimal de la Durance (débit d'étiage) est estimé à $2,80 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{an}$ (soit $9 \text{ m}^3/\text{s}$), qui est le débit de réserve garanti par EDF.

Comme la commune de Saint-Paul-Lez-Durance est alimentée par la source de Font-Renaude, et en secours par le Centre de Cadarache (station d'alimentation en eau), il n'est pas pris en compte dans les calculs de consommation d'eau de boisson provenant de la Durance. L'eau utilisée pour l'irrigation des cultures vient de la Durance.

33.2.2 Evaluation de l'impact

Pour l'évaluation de l'impact sanitaire, les voies d'exposition considérées sont :

- l'exposition externe aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation (remise en suspension),
- l'exposition interne par ingestion (pour Saint Paul Lez Durance uniquement)

33.3 EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE

Ce chapitre présente de manière synthétique l'impact sur l'homme des rejets d'effluents radioactifs émis par voie atmosphérique pour l'ensemble des installations de l'INBS-PN.

33.3.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les déclarations des rejets de l'année 2022 par l'INBS-PN.

33.3.2 Impact

Les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents émis par voie atmosphérique par l'INBS-PN du Site de Cadarache sont présentés dans le tableau 96 et le Tableau 97, respectivement pour la commune de Saint-Paul-Lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache.

Tableau 96 : Impact dosimétrique (en mSv/an) dû aux rejets d'effluents atmosphériques de l'INBS-PN sur 2022 à Saint-Paul-Lez-Durance

Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	4,7E-09	5,2E-09	4,9E-09
Irradiation panache	4,7E-07	4,7E-07	4,7E-07
Dose transcutanée	3,0E-10	4,2E-10	4,9E-10
Exposition aux dépôts			
1 an	2,1E-09	2,1E-09	2,1E-09
Exposition par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache			
Dose ingestion directe			
Total végétaux direct	9,6E-07	7,7E-07	8,9E-07
Total animaux direct	2,0E-07	1,8E-07	1,5E-07
Total ingestion direct	1,2E-06	9,5E-07	1,0E-06
Exposition par ingestion de produits contaminés par transfert racinaire			
Jardin indirect 1 an	6,1E-09	5,4E-09	6,3E-09
Animal indirect 1 an	2,0E-12	2,6E-12	5,3E-12
Céréales indirect 1 an	8,7E-11	1,2E-10	9,7E-11
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	1,7E-06	1,4E-06	1,5E-06

Tableau 97 : Impact dosimétrique (en mSv/an) dû aux rejets des effluents atmosphériques de l'INBS-PN sur 2022 au Hameau de Cadarache

Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	3,8E-09	4,2E-09	4,1E-09
Irradiation panache	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07
Dose transcutanée	2,7E-10	3,7E-10	4,4E-10
Exposition aux dépôts			
1 an	2,0E-09	2,0E-09	2,0E-09
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07

Le tableau 98 présente la contribution (en pourcentage) de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle après 1 an de fonctionnement à Saint-Paul-Lez-Durance.

Tableau 98 : Contribution de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul-Lez-Durance suite aux rejets atmosphériques de l'INBS-PN sur l'année 2022

Famille d'isotopes	Enfant 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Gaz rares	28,54%	32,93%	31,00%
β-γ global	0,22%	0,28%	0,39%
Tritium	0,32%	0,31%	0,36%
Carbone 14	70,59%	66,15%	67,98%
Iodes	0,21%	0,16%	0,10%
α global	0,12%	0,17%	0,18%

La dose est essentiellement liée aux rejets de carbone 14 pour la population de St Paul lez Durance (voie ingestion), alors qu'elle est essentiellement liée aux gaz rares pour la population de saint Paul lez Durance (irradiation externe par le panache).

33.3.3 Synthèse des résultats

La dose efficace annuelle est au plus de l'ordre de 3,7E-07 mSv/an pour une personne vivant au Hameau et 1,7E-06 mSv/an pour un enfant de Saint-Paul-lez-Durance.

33.4 EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES

Ce chapitre présente de manière synthétique l'impact des rejets d'effluents industriels liquides du Centre de Cadarache sur l'homme, comprenant toutes les installations implantées sur le site.

33.4.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les rejets liquides mesurés au point PS2 (bassins 3000 m³) avant rejet en Durance.

33.4.2 Impact

Les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents liquides du Site de Cadarache sont présentés dans le Tableau 99.

Tableau 99 : Impact dosimétrique (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance dû aux rejets d'effluents liquides pour l'année 2022 de l'ensemble des installations du Centre de Cadarache

Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Irradiation externe due au dépôt - 1 an	1,7E-07	1,7E-07	1,7E-06
Inhalation (remise en suspension) - 1 an	4,3E-11	6,9E-11	8,6E-10
Ingestion total	4,4E-06	2,5E-06	2,7E-06
Dose annuelle totale	1,2E-05	1,2E-05	1,9E-05

Le Tableau 100 présente la contribution de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle calculée après 1 an de fonctionnement.

Tableau 100 : Contribution de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul-Lez-Durance suite aux rejets liquides pour l'année 2022 en Durance du Centre de Cadarache

Groupes de dose	Enfant 1-2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
β - γ global	84,7%	87,1%	89,3%
Carbone 14	12,3%	10,1%	7,8%
α global	2,8%	2,7%	2,8%
Tritium	0,2%	0,2%	0,1%

33.4.3 Synthèse des résultats

La dose efficace suite aux rejets liquides est de l'ordre de 1,9E-05 mSv par an pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance.

33.5 CONCLUSION

Cette étude présente l'impact sanitaire des émissions radioactives par voie atmosphérique pour l'INBS-PN et par voie liquide pour toutes les installations du site CEA de Cadarache pour l'année 2022.

Compte tenu de ces hypothèses, pour l'INBS-PN, les cumuls des doses efficaces (exposition due aux rejets liquides et atmosphériques) délivrées aux adultes, aux enfants de 10 ans et aux enfants âgés de 1 à 2 ans, après 1 an de fonctionnement du Site de Cadarache pour la commune de Saint-Paul-lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache, sont présentés respectivement dans les tableaux 101 et 102.

Tableau 101 : Impact dosimétrique (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance après 1 an de fonctionnement de l'INBS-PN (rejets gazeux) et de l'ensemble des installations (rejets liquides) du Site CEA de Cadarache

Rejets	Enfant 1 à 2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
Atmosphériques	1,7E-06	1,4E-06	1,5E-06
Liquides	1,2E-05	1,2E-05	1,9E-05
Total	1,4E-5	1,4E-5	2,1E-5

Tableau 102 : Impact dosimétrique (en mSv/an) au Hameau de Cadarache après 1 an de fonctionnement de l'INBS-PN

Rejets	Enfant 1 à 2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
Atmosphériques	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07
Total	3,7E-07	3,7E-07	3,7E-07

En ce qui concerne l'INBS-PN, la dose efficace due aux rejets radioactifs atmosphériques après 1 an de fonctionnement est de l'ordre de 1,7E-06 mSv/an pour les enfants de 1 à 2 ans vivant à Saint Paul lez Durance. Elle concerne principalement les rejets de Carbone 14.

La dose efficace suite aux rejets liquides est de l'ordre de 1,9E-05 mSv par an pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance.

En conséquence, la dose maximale totale induite par les rejets liquides du Site de Cadarache et les rejets atmosphériques de l'INBS-PN est de l'ordre de 2,1 E-05 mSv/an pour la population de Saint-Paul-lez-Durance.

Cette dose est largement inférieure à la limite autorisée pour le public, qui est de 1 mSv.an⁻¹.

On retiendra de l'évaluation de l'impact sur la population riveraine (St Paul lez Durance) des estimations de doses annuelles très inférieures à 10µSv/an ; dose considérée comme « triviale » c'est-à-dire au-dessous de laquelle aucune action n'est jugée nécessaire au titre de la radioprotection (CIPR -104 et Directive Euratom 2013/59).

Pour mémoire, la radioactivité naturelle moyenne en France conduit annuellement à une dose efficace de l'ordre de 2,9 mSv (rapport IRSN/2015-00001).

E3

***Impact chimique des rejets gazeux et des rejets liquides en
Durance des ICPE, des INB
Civiles et de l'INBS-PN***

34. IMPACT CHIMIQUE GAZEUX

34.1 REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT SANITAIRE

Les installations du site de Cadarache dont les rejets atmosphériques sont réglementés et disposant d'une surveillance pérenne sont l'ICPE HRT (dispositifs VAUTOUR et KALINA), l'ICPE Chaufferie Centrale, l'INBS-PN, l'INB 25 Rapsodie et l'INB 55 LECA-STAR. Pour l'année 2022, les quantités horaires ou annuelles de substances émises à l'environnement par voie atmosphérique sont mentionnées dans le tableau ci-après. Par ailleurs, pour KALINA, aucun rejet n'a été effectué pour l'année 2022.

Les rejets sont estimés de manière théorique en multipliant la concentration mesurée au débit nominal de l'émissaire et en multipliant la quantité horaire rejetée par la durée annuelle de fonctionnement. Dans le cas où il existe des mesures de flux, la valeur maximale a été retenue pour estimer les quantités annuelles émises (cas de l'INB 55, de l'INB25, de l'INBS pour l'installation ME).

34.1.1 Emissaires de rejet

Les calculs sont réalisés à partir des émissaires respectifs de chaque installation émettrice. Dans le calcul, les émissaires inférieurs à 10 m sont considérés à 0 m.

34.1.2 Points d'impact

Les calculs d'impact sont réalisés au niveau de deux groupes de population, le Hameau (résidence étudiante CEA) et la commune de Saint-Paul-lez-Durance.

34.1.3 Evaluation de l'impact

Les concentrations moyennes sont calculées au niveau du sol pour les deux groupes de population retenus. Des concentrations moyennes horaires sont estimées pour l'ensemble des rejets. Des concentrations moyennes annuelles sont estimées pour les installations ayant un fonctionnement continu sur l'année.

La voie d'exposition étudiée suite à des émissions atmosphériques de substances chimiques présentant un risque toxique et/ou cancérigène est l'immersion dans le panache, qui conduit à une exposition interne par inhalation.

Pour une substance donnée, la concentration moyenne inhalée par les individus exposés est estimée à partir de la concentration moyenne dans l'air.

Pour les rejets d'aérosols (métaux), la voie ingestion est prise en compte dans le cas des rejets continus (chroniques).

La dose journalière d'exposition (DJE) est estimée à partir de la concentration dans les aliments et la consommation de ces aliments par les individus exposés.

Pour le Hameau de Cadarache (résidence étudiante), on considère qu'il n'y a pas de consommation de produits agricoles locaux (pas de jardin ni d'élevage).

Quel que soit le groupe de population étudié, on tient compte de la présence d'adultes, d'enfants de 10 ans et d'enfants âgés de 1 à 2 ans.

34.1.4 Caractérisation du risque

Pour les substances ayant un effet à seuil, c'est-à-dire non cancérigène, le risque d'apparition d'un effet est estimé à partir du calcul du quotient de danger, QD, qui est le rapport entre la concentration moyenne inhalée ou la dose journalière d'exposition et la dose de référence, c'est-à-dire la valeur toxicologique de référence.

Si ce rapport est supérieur à 1, il est considéré que la possibilité d'apparition d'un effet ne peut pas être exclue. Si ce rapport est inférieur à 1, on considérera l'apparition d'un effet comme peu probable et le risque non préoccupant.

Pour les substances ayant un effet sans seuil, c'est-à-dire cancérigène, le risque d'apparition d'un effet est estimé à partir du calcul de l'excès de risque individuel, ERI, qui est le produit de la concentration moyenne inhalée ou la dose journalière d'exposition avec la dose de référence, c'est-à-dire la valeur toxicologique de référence.

Si ce produit est supérieur à 10^{-5} , il est considéré que la possibilité d'apparition d'un effet ne peut pas être exclue. Si ce rapport est inférieur à 10^{-5} , on considérera l'apparition d'un effet comme peu probable et le risque non préoccupant.

34.1.5 Valeurs toxicologiques de référence

Pour estimer les effets à l'homme, on utilise des valeurs toxicologiques de référence (VTR), établies à partir d'études expérimentales chez l'animal mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'homme. Les VTR sont établies pour une durée donnée et pour une voie d'absorption donnée, la voie orale, c'est-à-dire l'ingestion ou la voie inhalation.

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

On distingue généralement les substances chimiques pouvant avoir des effets « à seuil » et les substances chimiques pouvant avoir des effets “sans seuil”.

Le choix des VTR est conforme à la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) du 31 octobre 2014.

34.2 REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'impact environnemental résultant des rejets d'effluents gazeux peut être estimé en comparant les concentrations maximales dans l'air aux normes de qualité de l'air mentionnées dans l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

34.3 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Tableau 103 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) au Hameau de Cadarache pour la voie inhalation

QD (sans unité)	Fluorures (HF)	Chlorure d'hydrogène (HCl)	Oxyde d'azote (NO _x)	Plomb (Pb)	Mercure (Hg)	Antimoine (Sb)
Le Hameau	1,17E-05	3,06E-05	2,91E-03	3,61E-07	4,50E-06	1,10E-05

ERI (sans unité)	Plomb (Pb)
Le Hameau	9,28E-13

Tableau 104 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) à Saint-Paul-lez-Durance pour la voie inhalation

QD (sans unité)	Fluorures (HF)	Chlorure d'hydrogène (HCl)	Oxyde d'azote (NO _x)	Plomb (Pb)	Mercure (Hg)	Antimoine (Sb)
Saint-Paul-lez-Durance	7,80E-06	1,53E-05	1,59E-03	1,62E-07	2,02E-06	4,93E-06

ERI (sans unité)	Plomb (Pb)
Saint-Paul-lez-Durance	4,17E-13

Tableau 105 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) intégrant la voie inhalation et la voie ingestion à Saint-Paul-lez-Durance – rejets atmosphériques

Substance	QD – Effet à seuil (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Antimoine (Sb)	6.64E-06	5.76E-06	5.67E-06
Mercure (Hg)	2.26E-06	2.14E-06	2.12E-06
Plomb (Pb)	3.04E-07	2.34E-07	2.23E-07
Zinc (Zn)	1.25E-07	6.68E-08	4.57E-08
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1.59E-03	1.59E-03	1.59E-03
Chlorure d'hydrogène (HCl)	1.53E-05	1.53E-05	1.53E-05
Fluorure d'hydrogène (HF)	7.80E-06	7.80E-06	7.80E-06
Somme	1.62E-03	1.62E-03	1.62E-03
Substance	ERI – Effet sans seuil (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Plomb (Pb)	8,19E-13	2,04E-11	2,08E-11

L'ensemble des QD, ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 1. On considère donc que l'apparition d'un effet est peu probable et le risque non préoccupant.

Les ERI sont inférieurs à 10⁻⁵. On considère donc que la probabilité d'apparition d'un effet cancérogène n'est pas supérieure à celle d'une population non exposée.

34.4 EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Concernant l'impact environnemental des rejets par voie atmosphérique, les concentrations ajoutées ont été comparées aux valeurs de qualité de l'air. Quelle que soit la substance considérée, les concentrations ajoutées sont toujours inférieures aux valeurs relatives à la qualité de l'air.

35. IMPACT CHIMIQUE LIQUIDE

35.1 REJETS LIQUIDES-IMPACT SANITAIRE

Après traitement, les effluents sanitaires (STEP ES) et industriels (STEP EI) sont mélangés et envoyés dans des bassins pour contrôles avant leur rejet dans la Durance via l'émissaire de rejet du Centre, hormis pour le cas des effluents de réfrigération du réacteur RES qui sont directement rejetés dans la Durance après contrôle.

La STEP EI du Centre de Cadarache reçoit les effluents industriels de toutes les installations du site (hormis pour le cas des effluents de réfrigération du réacteur RES), ainsi que les distillats de la station de traitement des effluents de l'INB 171. On considérera pour les calculs que les caractéristiques chimiques des effluents industriels ne sont pas modifiées lors du passage par la STEP EI.

Les effluents des installations du Centre de Cadarache sont rejetés dans la Durance. Par conservatisme, le débit d'étiage est retenu dans les calculs et a pour valeur $2,8 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ par an (soit $9 \text{ m}^3/\text{s}$). Les concentrations ajoutées dans l'eau sont calculées pour évaluer l'impact à Saint-Paul-lez-Durance, se situant à environ 2 km en aval du point de rejet en Durance.

35.1.1 Points d'impact

Les calculs d'impact sont réalisés au niveau du Hameau et de Saint-Paul-lez-Durance.

35.1.2 Evaluation de l'impact sanitaires des rejets liquides à Saint-Paul-Lez-Durance

La voie d'exposition étudiée suite à des rejets liquides de substances chimiques présentant un risque toxique et/ou cancérigène est la consommation de denrées alimentaires contaminées par irrigation et la consommation de poisson de pêche, qui conduit à une exposition interne par ingestion.

Comme la commune de Saint-Paul-lez-Durance est alimentée en eau potable par la source de Font-Reynaude (source de l'Abéou) et en secours par le centre de Cadarache, la consommation d'eau de boisson provenant de la Durance n'est pas prise en compte. On retient comme voie de transfert l'utilisation de l'eau de la Durance pour l'irrigation des cultures et la consommation de poissons pêchés en Durance.

De façon très pénalisante, on considère un taux de présence égal à 100 % quel que soit le lieu étudié. A Saint Paul Lez Durance, on considère l'autoconsommation totale de produits agricoles locaux (jardin potager et élevage) exposés aux rejets atmosphériques et liquides, ainsi que la consommation de poissons pêchés en Durance.

Pour le Hameau de Cadarache (résidence étudiante), on considère qu'il n'y a pas de consommation de produits agricoles locaux (pas de jardin ni d'élevage). Quel que soit le groupe de population étudié, on tient compte de la présence d'adultes, d'enfants de 10 ans et d'enfants âgés de 1 à 2 ans.

Tableau 106 : Quotients de danger (QD) à Saint-Paul-lez-Durance pour les rejets liquides

Substance	Quotient de danger QD (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Aluminium (Al)	3,25E-06	1,76E-06	1,43E-06
Bore (B)	8,90E-06	4,79E-06	3,96E-06
Composés organohalogénés AOx	1,72E-06	9,13E-07	7,60E-07
Cadmium (Cd)	2,00E-06	8,56E-07	8,58E-07
Chrome (Cr III)	1,74E-08	8,92E-09	7,65E-09
Chrome (Cr VI)	4,42E-07	2,26E-07	1,94E-07
Cuivre (Cu)	9,89E-07	4,15E-07	4,19E-07
Etain (Sn)	2,18E-09	2,42E-10	8,42E-10
Hydrocarbure (naphtalène)	9,30E-04	4,14E-04	3,96E-04
Manganèse (Mn)	5,98E-07	2,39E-07	2,57E-07
Mercure (Hg Tot) *	5,60E-05	7,34E-07	2,09E-05
Nickel (Ni)	5,58E-06	2,91E-06	2,44E-06
Plomb (Pb)	5,32E-06	2,75E-06	2,33E-06
Zinc (Zn)	4,97E-05	5,97E-06	1,89E-05

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

Substance	Quotient de danger QD (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Somme*	6,05E-02	3,15E-02	2,43E-02

* Somme la plus pénalisante pour le calcul du quotient de danger, prenant en compte le mercure sous forme de mercure organique

L'ensemble des QD, ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 1 ; on considère donc que l'apparition d'un effet toxique est peu probable et le risque non préoccupant.

Pour les effets cancérogènes, les doses journalières d'exposition (DJE) calculées à Saint-Paul-lez-Durance et les excès de risque individuel (ERI) associés sont présentées dans le tableau 107.

Tableau 107 : Excès de risque individuel (ERI) à Saint-Paul-lez-Durance pour les rejets liquides

Substance	Excès de risque Individuel ERI (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
AOx (Bromoforme)	1,17E-10	6,19E-11	5,14E-11
Chrome (Cr VI)	8,52E-11	4,36E-11	3,74E-11
Naphtalène	9,56E-07	4,26E-07	4,07E-07
Plomb (Pb)	6,97E-11	3,61E-11	3,05E-11
Somme	9,56E-07	4,26E-07	4,07E-07

Les ERI, ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 10^{-5} ; on considère donc que la probabilité d'apparition d'un effet cancérogène n'est pas supérieure à celle d'une population non exposée.

35.2 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS LIQUIDES ET ATMOSPHERIQUES A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE

Le cumul des Quotients de danger (QD) pour Saint-Paul-lez-Durance est présenté dans le tableau 108.

Tableau 108 : Quotients de danger (QD) pour la voie ingestion et inhalation à Saint- Paul-lez-Durance

Substance	Quotient de danger QD (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Aluminium (Al)	3,25E-06	1,76E-06	1,43E-06
Antimoine (Sb)	6,64E-06	5,76E-06	5,67E-06
Bore (B)	8,90E-06	4,79E-06	3,96E-06
Cadmium (Cd)	2,00E-06	8,56E-07	8,58E-07
Chlorure d'hydrogène (HCl)	1,53E-05	1,53E-05	1,53E-05
Chrome (Cr-III)	1,74E-08	8,92E-09	7,65E-09
Chrome (Cr VI)	4,42E-07	2,26E-07	1,94E-07
Composés organohalogénés (AOx)	1,72E-06	9,13E-07	7,60E-07
Cuivre (Cu)	9,89E-07	4,15E-07	4,19E-07
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1,59E-03	1,59E-03	1,59E-03
Etain (Sn)	2,18E-09	2,42E-10	8,42E-10
Florure d'hydrogène (HF)	7,80E-06	7,80E-06	7,80E-06
Hydrocarbure (naphtalène)	9,30E-04	4,14E-04	3,96E-04
Manganèse (Mn)	5,98E-07	2,39E-07	2,57E-07
Mercure (Hg tot)*	5,83E-05	2,87E-06	2,30E-05
Nickel (Ni)	5,58E-06	2,91E-06	2,44E-06
Plomb (Pb)	5,62E-06	2,98E-06	2,55E-06
Zinc (Zn)	4,98E-05	6,04E-06	1,89E-05
Somme*	2,69E-03	2,06E-03	2,07E-03

* Somme la plus pénalisante pour le calcul du quotient de danger, prenant en compte le mercure sous forme de mercure organique

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

L'ensemble des QD, ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 1 ; on considère donc que l'apparition d'un effet est peu probable et le risque non préoccupant.

Le cumul des Excès de risque individuel (ERI) pour Saint-Paul-lez-Durance est présenté dans le tableau 109.

Tableau 109 : Excès de risque individuel (ERI) pour la voie ingestion et inhalation à Saint-Paul-lez-Durance

Substance	Excès de risque Individuel ERI (sans unité)		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
AOx (Bromoforme)	1,17E-10	6,19E-11	5,14E-11
Chrome (Cr VI)	8,52E-11	4,36E-11	3,74E-11
Hydrocarbure (naphtalène)	9,56E-07	4,26E-07	4,07E-07
Plomb (Pb)	7,05E-11	5,65E-11	5,13E-11
Somme	9,56E-07	4,26E-07	4,07E-07

Les ERI, ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 10^{-6} ; on considère donc que la probabilité d'apparition d'un effet cancérogène n'est pas supérieure à celle d'une population non exposée.

35.3 EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS LIQUIDES

Pour évaluer l'impact sur le milieu « Durance », la faune et la flore aquatiques, le ratio « PEC /PNEC » est présenté pour chaque substance dans le tableau 110.

Tableau 110 : Ratio PEC/PNEC

Substance PEC / PNEC	PEC / PNEC
Aluminium (Al)	2,67E-03
Bore (B)	2,83E-05
Cadmium (Cd)	2,77E-05
Chlorure (Cl)	2,06E-03
Chrome (Cr III)	9,92E-06
Chrome (Cr VI)	8,64E-07
Cuivre (Cu)	6,56E-04
Etain (Sn)	5,62E-07
Fer (Fe)	9,12E-02
Hydrocarbure (naphtalène)	7,05E-02
Manganèse (Mn)	2,59E-05
Mercure organique	5,11E-05
Nickel (Ni)	8,16E-05
Plomb (Pb)	1,19E-04
Zinc (Zn)	3,23E-03

Les ratios PEC/PNEC sont tous inférieurs à la valeur indicatrice de 1 et ne mettent pas en évidence un risque potentiel pour la faune et la flore aquatique pour des substances prises séparément. L'effet des mélanges est généralement abordé par la somme des indices de risques IR (ratio PEC/PNEC). La somme des IR est de 0.17, valeur inférieure à la valeur indicatrice de 1. L'IR estimé le plus élevé est celui du fer (0.09). Au vu des hypothèses très conservatives considérées dans cette évaluation (terme source majoré, spéciation simplifiée, dilution instantanée, modèle de dispersion simplifié, débit d'étiage), la somme des IR est très largement conservative.

Les substances ne présentant pas de PNEC dans la littérature, ne disposent pas non plus de NQE. On utilise à titre indicatif les valeurs de qualité dans les eaux brutes. Le ratio [concentration ajoutée dans la Durance]/[valeur limite « eau potable »] est présenté dans le tableau 111.

Tableau 111 : Ratio Concentration ajoutée / VL « eau potables »

Substance	Concentration ajoutée/VL
Ammonium (NH_4^{4+})	2,14E-02
Nitrates (NO_3^-)	1,13E-04
Sulfate (SO_4^{2-})	2,33E-04

Les concentrations moyennes ajoutées dans l'eau n'ont pas d'effets significatifs sur la qualité de l'eau et la faune et la flore aquatique.

35.4 CONCLUSION

Vis-à-vis de l'impact sanitaire, l'ensemble des Quotient de danger (QD), ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 1 ; on considère donc que l'apparition d'un effet est peu probable et le risque non préoccupant.

Les Excès de risque individuels (ERI), ainsi que la somme de ceux-ci, sont inférieurs à 10^{-5} ; on considère donc que la probabilité d'apparition d'un effet cancérogène n'est pas supérieure à celle d'une population non exposée.

Vis-à-vis de l'impact sur la faune et la flore, les concentrations moyennes ajoutées dans l'air ou dans l'eau n'ont pas, selon des hypothèses pénalisantes, d'effet sur la qualité de l'air, de l'eau, et sur la faune et la flore.

F

BILAN CONCERNANT LES
OPERATIONS DE
MAINTENANCE DES
EQUIPEMENTS ET
OUVRAGES INTERVENANT
DANS L'EVALUATION DE LA
CONSOMMATION D'EAU OU
LES REJETS ET
TRANSFERTS D'EFFLUENTS

F – BILAN CONCERNANT LES OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU LES REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS

Cette partie présente le bilan des opérations de maintenance réalisées sur les équipements et ouvrages intervenant dans l'évaluation de la consommation d'eau ou les rejets et transferts d'effluents.

36. BILAN DES OPERATIONS D'OPTIMISATION

Les opérations d'optimisation comprennent les mesures prises pour limiter la consommation d'eau.

Ainsi, sur l'année 2022, les opérations suivantes ont été poursuivies :

- installation ou renouvellement de compteurs d'eau supplémentaires afin de maintenir le suivi des consommations ;
- suivi mensuel de la consommation au niveau des compteurs installés sur le Centre (environ 380), afin d'identifier au plus tôt les anomalies de consommations ;
- suivi mensuel de l'indicateur « Indice Linéaire de Perte », afin de poursuivre le maintien du réseau d'alimentation en eau potable ;
- campagnes de recherche de fuites sur le réseau d'alimentation en eau potable ;
- opérations de maintenance décrites au chapitre 38 ;
- remplacement de chasses d'eau par des modèles plus économiques ;
- sensibilisation des installations afin d'identifier les fuites d'eau après compteur ; le suivi de consommations en eau potable est réalisé mensuellement ;
- sensibilisation des usagers sur les économies d'eau.

37. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU LES REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS

L'ensemble des équipements (hydrauliques, électromécaniques, électroniques et électriques) associés aux installations de production et distribution d'eau potable et de traitement des effluents fait l'objet d'opérations de contrôles et/ou maintenance en fonction du type d'équipements.

L'ensemble des organes réseaux et équipements de mesures en service fait l'objet de contrôles de bon fonctionnement et/ou maintenance définis en fonction de la typologie ouvrages/organes/équipements.

Sur la base de ces opérations, un programme de renouvellement/changement d'organes réseaux type vannes (24/an), poteaux incendie (7/an), compteurs (autant que de besoin dans l'année) est mis en œuvre dans le cadre du maintien en condition opérationnelles du réseau de distribution d'eau potable et organes associés.

Les maintenances correctives majeures marquant l'année 2022 au droit des installations de production et de distribution d'eau potable et de traitement des effluents ont été :

- remplacement de canalisations du concentrateur du pulsator sur une des files de production d'eau potable ;
- remplacement du tronçon de canalisation de sortie filtre à sable N°5 de l'usine de production d'eau potable.

Les maintenances correctives ou contrôles de bon fonctionnement spécifiques marquant de l'année 2022, dans le périmètre des réseaux de prélèvement d'eau brute, d'adduction d'eau potable jusqu'à la bride aval du compteur d'eau et des réseaux de collecte, à compter du premier regard en sortie des bâtiments ou groupe de bâtiments des réseaux du centre sont présentées ci-dessous :

- quatre opérations de réparation réseaux suite à constat de fuite ou campagne de recherche de fuite ou de casse réseaux ;
- environ 1 km de réseaux de collecte d'effluents curé afin de maintenir en tout point du réseau le libre écoulement gravitaire des effluents ;
- environ 6 km d'inspection télévisuelle de contrôle réalisés sur les réseaux d'effluents ;
- 1,1 km de réhabilitation des réseaux de collecte des effluents réalisées.

G

ACTIONS DU CEA POUR
L'AMELIORATION DE LA
GESTION
ENVIRONNEMENTALE

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

Le CEA de Cadarache, avait choisi depuis de nombreuses années de s'orienter vers une démarche volontaire de certification selon les référentiels normatifs ISO 9001 version 2015 (qualité), ISO 45001 version 2018 (santé-sécurité) et ISO 14001 version 2015 (environnement).

Créée en 2020 en remplacement de la DEN, la Direction des Energies (DES) poursuit cette démarche en définissant sa politique en qualité, santé, sécurité, sûreté, environnement et met en œuvre un Système de Management Qualité Sécurité Environnement (SMQSE) selon ces référentiels. La DES est certifiée ISO 9001 et 14001 par AFNOR certification, ce qui marque la reconnaissance par cet organisme indépendant de la conformité du système de management intégré de la DES vis-à-vis de ces référentiels internationaux.

En 2022, la décision d'engager les unités hors DES dans une démarche de certification vis-à-vis des référentiels ISO 9001 et/ou 14001 a été prise. Dans le domaine environnemental, l'axe prioritaire de la politique du CEA de Cadarache est la protection de l'environnement, y compris la prévention des pollutions :

- en veillant à la conformité réglementaire des installations ;
- en partageant le retour d'expérience ;
- en limitant les impacts environnementaux de ses activités par la maîtrise des consommations d'eau et d'énergie, des rejets liquides et gazeux et des déchets conventionnels en augmentant leur part valorisable.

Cette politique en matière de gestion environnementale s'articule autour des objectifs suivants :

- limiter l'impact sur les ressources naturelles par la maîtrise des consommations ;
- limiter l'impact sur l'environnement par la maîtrise des rejets liquides et gazeux ;
- maintenir et renforcer la culture Qualité-Sécurité-Environnement sur le site.

A titre indicatif, quelques actions réalisées en 2022, afin d'améliorer notre performance environnementale, ou poursuivies dans la continuité des années précédentes, sont reprises ci-dessous.

Objectif : Limiter notre impact sur les ressources naturelles par la maîtrise de nos consommations d'eau et d'énergie

✓ Consommation d'eau potable

- Suivi de la consommation en eau potable des installations :

Des compteurs sur installation avec mise à disposition des suivis de consommations permettent un suivi régulier des consommations en eau potable et, le cas échéant, une recherche de consommation anormale et d'actions associées à mener par les installations.

- Suivi des pertes sur le réseau de distribution en eau potable :

Un suivi de l'indice linéaire de perte sur le réseau de distribution du centre, en $\text{m}^3/\text{j}/\text{km}$ de réseau, permet une vigilance particulière concernant les fuites d'eau sur les canalisations enterrées.

Résultat atteint : Indice linéaire de perte d'eau sur le réseau de distribution $< 3 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}$

- Respect des prévisions annuelles de consommation d'eau potable et justification des écarts

Les INB réalisent une prévision annuelle de leur consommation en eau potable et justifient les écarts à la plage de variabilité annoncée.

Résultat atteint : Aucun dépassement de plus ou moins 40 % non justifié par rapport aux prévisions annuelles des INB de consommations d'eau potable.

Actions spécifiques :

Dans le cadre du placement en « vigilance sécheresse » du département des Bouches du Rhône, une communication a été réalisée auprès de l'ensemble du personnel pour l'informer sur la situation et sensibiliser chacun sur la nécessité de limiter au strict nécessaire la consommation d'eau, en particulier pendant cette période.

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

✓ Consommation de gaz (Chaufferie du Centre)

Le contrat d'exploitation-maintenance du Chauffage du Centre a été renouvelé en juillet 2022 par un marché intermédiaire de 3 ans afin de permettre la mise en place, à partir de juillet 2025, d'un Contrat de Performance Energétique sous la forme d'un Marché Public Global de Performance. Une étude de pré-figuration du réseau de chaleur par un bureau d'étude, a pris en compte les projets et l'évolution des bâtiments, incluant de nouvelles technologies de type « Géothermie sur sondes ou sur nappes », « Solaire thermique », « Boucle d'eau froide », « Biomasse », « Récupération d'énergie fatale ». En conclusion, pour la Chaufferie Centrale, l'installation de chaudière(s) biomasse est envisageable, et une étude complète, à mener, sur la récupération de chaleur du réacteur RES préfigurerait une économie sur le gaz naturel et sur l'eau.

Les Indicateurs de Performance Energétique :

- Indice linéique de perte réseau chauffage saison 2021-2022. Résultat atteint : 44,8 Wh/m/DJU pour un objectif 2021-2022 < 65 Wh/m/DJU
 - Consommation de gaz utilisé pour le chauffage saison 2021-2022. Résultat atteint : 23,04 MWh PCI /DJU pour un objectif 2021-2022 < 23 MWh/DJU
- Unité de cogénération

Une unité de cogénération alimentée au gaz naturel, exploitée par Cogestar 3, a été mise en service en novembre 2017. La Cogénération, portée par la loi sur la transition énergétique, a produit 35,7 % des besoins du Centre pour la saison 2021-2022.

✓ Performance énergétique

Des actions initiées depuis plusieurs années se sont poursuivies en 2022 :

- la formation des Correspondants Environnement des installations sur la thématique Performance énergétique / Economie d'énergie,
- l'exigence d'installer du matériel éligible aux Certificats d'Economie d'Energie (CEE) autant que possible,
- la collaboration spécifique du « référent énergie » avec ses homologues sur chaque Centre CEA, dans le cadre du projet national de « Performance Energétique, Maîtrise de l'Energie », sous l'égide de la Direction déléguée à l'Investissement et au Patrimoine, dont un des objectifs est la baisse de 3% par an des consommations du CEA,
- la participation à plusieurs projets de synergie avec des laboratoires de recherche de la DRT (Direction de la Recherche Technologique) et de la DES sur la thématique maîtrise de l'énergie.

En réponse au Plan de Sobriété décrété par l'Etat pour pallier l'augmentation considérable du prix de l'énergie et le risque sur sa fourniture, le Centre a développé un plan de 26 actions incluant des travaux, et dont la mesure phare est la constitution d'un groupe de travail entre les Directions Opérationnelles et la Direction du site, chargé de la mise en place et du suivi de ces actions.

✓ Consommation de carburant

La consommation de carburant en 2022 (essence et gasoil) a augmenté de 12 % par rapport à l'année 2021 en conséquence de la reprise de l'activité post COVID.

- Création de zones de transports doux :

Le centre continue l'aménagement de circuits piétonniers dans les différentes zones de vie. De nouveaux chemins piétons et pistes cyclables ont été intégrés.

- Gestion du parc de véhicules

L'introduction de véhicules électriques dans le parc de véhicules CEA, débutée en 2015, s'est poursuivie en 2022 avec un parc automobile totalisant à ce jour 180 véhicules de service et 60 véhicules spécialisés soit : 77 véhicules électriques et 1 véhicule hybride pour 115 véhicules essence et 47 diesel. L'augmentation du nombre de véhicules essence et diesel par rapport à 2022 s'explique par l'application des nouvelles directives ministérielles qui demandent de prendre en compte les véhicules spécialisés.

De nouvelles bornes d'alimentation des véhicules électriques (soit 144 points de recharge sur le site) ont été mises en place, ainsi qu'un système permettant la réservation de véhicules mutualisés.

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

- Déplacements

Le plan de mobilité du CEA de Cadarache propose à tous les salariés, extérieurs ou stagiaires des mesures dans le but d'optimiser les déplacements professionnels et/ou personnels en valorisant des transports collectifs. Plus de 30 lignes de bus sont ainsi proposées.

En 2022, le CEA de Cadarache a lancé une nouvelle solution de covoiturage via l'utilisation de l'application KAROS pour permettre à tous les salariés de bénéficier d'un service de covoiturage pour leurs trajets du quotidien.

Objectif : Limiter autant que possible notre impact sur l'environnement par la maîtrise de nos rejets liquides et gazeux

✓ Rejets liquides et gazeux

Objectifs :

- Aucun dépassement des limites réglementaires (effluents gazeux et liquides)
- Aucun dépassement non justifié par rapport aux plages de variabilité par rapport aux prévisions annuelles de rejets atmosphériques des INB

Les INB réalisent une prévision annuelle de leur rejets atmosphériques (radioactifs et chimiques) et justifient les écarts à la plage de variabilité annoncée.

Actions spécifiques :

- Un test poisson est réalisé avant rejet des effluents liquides du centre dans le milieu naturel, en plus d'analyses des paramètres physico-chimiques et radiologique. En 2022, avec l'accord de la DREAL, les truitelles utilisées jusqu'alors pour ce test ont été remplacées par des vairons, également très sensibles à la pollution, et déjà utilisés sur le centre pour le test bio-détection sur l'eau potable.
- Un chemisage a été réalisé au niveau de la canalisation de rejet des effluents liquides en Durance, suite à l'observation de désordres.

Objectifs : Limitation des émissions de gaz à effet de serre

Action spécifique : Suite à la détection de fuites de fluides frigorigènes au niveau de plusieurs groupes froids, un plan d'actions a été mis en place en vue de limiter les émissions involontaires de fluides frigorigènes : changement périodique de certains organes (flexibles...), en particulier pour les équipements installés en extérieur et soumis aux contraintes climatiques, positionnement des groupes froids sur des dispositifs anti-vibrations.

Objectif : Absence de radioéléments d'origine artificielle dans les eaux pluviales

Actions spécifiques : Les plans d'actions mis en place par les installations potentiellement concernées par la problématique de zones historiquement marquées afin d'améliorer la gestion des eaux pluviales sur des surfaces imperméabilisées se sont poursuivis.

✓ Déchets Nucléaires et conventionnels :

➤ Déchets Nucléaires

Objectif : Produire le moins de déchets nucléaires possibles (masse et volume) et privilégier le tri à la source.

Actions spécifiques : les actions permettant d'atteindre ces objectifs font partie de l'exploitation courante des installations. Le CEA participe ainsi à l'effort d'amélioration de la gestion des déchets TFA, demandé dans le cadre du PNGMDR, en visant en particulier à augmenter la densité des colis livrés au Centre de stockage des déchets TFA.

➤ Déchets Conventionnels

Objectif : Promotion du tri sélectif et de la valorisation.

Une réunion annuelle d'échange entre les correspondants déchets conventionnels du Centre a eu lieu afin notamment de partager le retour d'expérience et de rappeler les règles de gestion des déchets. Des communications régulières ont été réalisées auprès des installations et douze visites techniques d'installations ont également été organisées en 2022.

Actions spécifiques :

- L'entreprise titulaire du marché de gestion des déchets conventionnels a changé au 1^{er} juin 2022. De nouvelles filières sont apparues en limitant fortement l'incinération au profit de la valorisation des déchets dangereux.
- Une étude de faisabilité pour l'extraction et la valorisation des matériaux présents sur la dépose de terres, pierres et roches du centre, appelée Harmonie, a été réalisée. Les travaux se dérouleront courant 2023.

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

Objectif : Diminution de la production de déchets

Les actions permettant d'atteindre ces objectifs font partie de l'exploitation courante des installations.

Action spécifique : L'unité de compostage en service sur le centre permet de réaliser la maturation des déchets de légumerie, fonds d'assiette des restaurants d'entreprises, marc de café... dans le but de les valoriser en compost.

Objectif : Maintenir et renforcer la culture Qualité-Sécurité-Environnement sur le site

Le CEA de Cadarache réalise de nombreuses actions de communication interne et externe pour sensibiliser les salariés du CEA mais également le public à l'environnement. L'unité de communication du CEA de Cadarache est en charge de l'élaboration et du suivi du plan d'actions de communication.

Résultats attendus :

- Interne : Meilleure prise en compte de la préservation de l'environnement dans nos activités
- Externe : Meilleure connaissance de nos activités et nos impacts réels sur l'environnement

De plus, le thème de la « maîtrise de notre impact sur l'environnement » est repris dans plusieurs formations, sensibilisation ou information destinées aux salariés (accueil des nouveaux arrivants sur le centre, formation au poste de travail, formation des Chefs d'Installation, formation des Correspondants Environnement des installations, réunions semestrielles des Correspondants Environnement des installations du Centre, ...). Depuis 2017, la formation initiale des correspondants environnement a été réorganisée et complétée d'un socle commun à tous les centres CEA sur la sensibilisation à la gestion environnementale.

Les réunions annuelles d'échange et de coordination des principaux acteurs de la gestion environnementale qui ont été lancées en 2018 se sont poursuivies en 2022, dans l'objectif de faire un bilan des activités réalisées dans l'année et de présenter les perspectives d'actions pour l'année suivante.

Action spécifique :

- En 2022, le CEA Cadarache a établi une « Lettre de l'environnement » qui présente le bilan des actions menées au cours de l'année 2021 et répond également à la volonté de transparence du CEA quant à l'impact de ses activités sur l'environnement. Destinée en particulier à un public externe, mais également à l'ensemble des salariés du site, sa diffusion est prévue annuellement, uniquement sous format électronique. Elle est consultable sur les sites internet et intranet du CEA Cadarache.
- Le CEA poursuit son programme d'assainissement et de démantèlement de plusieurs de ses installations nucléaires de base (INB). Dans ce cadre, en 2022, les dossiers de demande de démantèlement des INB n°42-Eole, n°53-Magasin Central de Matières Fissiles (MCMF), n°92-Phébus et n°95-Minerve ont été mis à disposition du public dans les mairies environnantes ou sur une plate-forme dématérialisée pour permettre aux citoyens de d'informer sur ces différents projets et de formuler leurs observations.

Enfin, afin notamment de faire face aux très nombreuses évolutions réglementaires, le CEA de Cadarache a également mis en place en 2022 des actions centralisées spécifiques, comme par exemple :

- Dépôt du dossier de demande d'autorisation de production et de distribution d'eau potable auprès de l'Agence Régionale de Santé (ARS) dans le cadre du projet de mise en place d'une nouvelle station de production d'eau potable sur le centre, avec la publication d'un arrêté préfectoral autorisant l'alimentation en eau potable par le canal de Provence de la future unité de production en juillet 2022 ;
- Etablissement du schéma directeur de gestion de la forêt et des milieux naturels du CEA Cadarache sur la période 2021-2031 ;
- Poursuite de la mise à jour de l'arrêté préfectoral du Centre réglementant les ICPE (avec la publication d'un nouvel arrêté préfectoral en octobre 2022) ainsi que des décisions ASN n°2017-DC-0596 et 0597 relatives aux prélèvements, consommations d'eau et rejets des INB.