

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

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

2020

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

ANCLA Christophe

Service Mesures et modélisation des Transferts et des Accidents graves

MARGERIT Yves – CHARRASSE Benoit

DAM / DIF – Unité Propulsion Nucléaire (INBS-PN)

BEZANCON Marc

Pilote de la rédaction

Groupe Suivi de Chantier et Sécurité (DIMP/SRTM)

BARRIL Sylvain

Résumé

Au titre de l'année 2020, 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.

Le rapport environnemental annuel présente les bilans des rejets liquides et atmosphériques ainsi que des transferts liquides pour l'année 2020.

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

TABLE DES MATIERES

	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.....	22
4.1	REGLES DE COMPTABILISATION	22
4.1.1	<i>Paramètres radioactifs</i>	22
4.1.2	<i>Substances chimiques</i>	22
4.2	OPERATIONS EXCEPTIONNELLES	22
4.2.1	<i>Bilan des opérations exceptionnelles (acides sulfuriques, tartrifuge, biocides) et quantités utilisées en 2020</i>	22
4.3	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	22
4.4	BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES	22
4.4.1	<i>Bilans des transferts des effluents liquides – Paramètres radioactifs</i>	22
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>	27
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	54
11.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	54
	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	<i>Transferts liquides</i>	57
13.2.2	<i>Rejets liquides</i>	58
13.2.3	<i>Rejets gazeux</i>	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	<i>Paramètres radioactifs</i>	59
15.1.2	<i>Substances chimiques</i>	59
15.2	OPERATIONS DE TRAITEMENTS DES TOURS AEROREFRIGERANTES.....	60
15.2.1	<i>Bilan des opérations de traitement des tours aéroréfrigérantes par acides sulfuriques, tartrifuge, biocides et quantités utilisées en 2020</i>	60
15.3	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	61
15.4	BILANS DES TRANSFERTS DES EFFLUENTS LIQUIDES	62
15.4.1	<i>Bilans des transferts des effluents industriels liquides suspects – Paramètres radioactifs</i>	62
15.4.2	<i>Bilans des transferts des effluents liquides radioactifs – Paramètres radioactifs</i>	64
15.4.3	<i>Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques</i>	64
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	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs</i>	66
15.6.2	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques</i>	68
15.7	BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES.....	69
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.	EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT	69
21.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	69

C BILANS ICPE

71

22.	PRESENTATION GENERALE DES ICPE ET RAPPEL DES PRINCIPALES PRESCRIPTIONS APPLICABLES (PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS, TRANSFERTS, REJETS ET NUISANCES	73
22.1	TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS.....	73
22.1.1	<i>Transferts liquides</i>	73
22.1.2	<i>Rejets liquides radiologiques et chimiques</i>	73
22.1.3	<i>Rejets gazeux</i>	75
22.2	NUISANCES.....	76
23.	BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU.....	76
23.1	QUANTITE D'EAU PRELEVEE DANS LE MILIEU	76
23.2	QUANTITE D'EAU CONSOMMEE PAR LES ICPE.....	77
24.	BILAN DES CONTRÔLES DES TRANSFERTS ET DES REJETS D'EFFLUENTS	78
24.1	REGLES DE COMPTABILISATION	78
24.1.1	<i>Paramètres radioactifs</i>	78

24.1.2	<i>Substances chimiques</i>	78
24.2	BILAN DE SUIVI DES LEGIONNELLES DANS LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	78
24.3	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES.....	80
24.3.1	<i>Bilan des rejets d'effluents liquides – Paramètres radioactifs</i>	80
24.3.2	<i>Bilan des rejets d'effluents liquides – Substances chimiques</i>	81
24.4	BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX	84
24.4.1	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs</i>	84
24.4.2	<i>Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques</i>	84
24.5	BILAN DES EAUX DE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES ET DE LA NAPPE PHREATIQUE	88
24.5.1	<i>Eaux pluviales – Paramètres radiologiques</i>	88
24.5.2	<i>Nappes phréatiques – Paramètres radiologiques</i>	89
24.5.3	<i>Eaux pluviales – Paramètres chimiques</i>	91
24.5.4	<i>Nappe phréatique – Substances chimiques</i>	93
25.	BILAN DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT	97
26.	MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES	97
27.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE	97
27.1	IMPACT ENVIRONNEMENTAL SUR LA FAUNE ET LA FLORE	97
27.2	IMPACT CHIMIQUE ET SANITAIRE SUR L'HOMME	97
28.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES	97
29.	EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT	97
30.	ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE	97
D	BILANS DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	99
D1	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT	101
31.	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	103
31.1	SURVEILLANCE DU MILIEU ATMOSPHERIQUE	103
31.1.1	<i>Retombées atmosphériques sèches</i>	103
31.1.2	<i>Retombées atmosphériques humides</i>	107
31.2	MESURES D'EXPOSITION EXTERNE (IRRADIATION)	108
31.2.1	<i>Mesures en continu : dosimétrie sur les stations de surveillance de l'environnement</i>	108
31.2.2	<i>Mesures en différé – Dosimétrie en clôture du site</i>	108
31.3	SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE.....	110
31.3.1	<i>Eaux de surface</i>	110
31.3.2	<i>Eaux de ruissellement</i>	112
31.3.3	<i>Eaux souterraines (nappes phréatiques)</i>	114
31.3.4	<i>Analyse pluriannuelle des résultats de surveillance de la nappe miocène de l'INB 56</i>	124
31.3.5	<i>Sédiments aquatiques</i>	125
31.3.6	<i>Indicateurs biologiques</i>	125
31.4	PRELEVEMENT DE SOL : POINT DE REFERENCE A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE	127
31.4.1	<i>Indicateurs biologiques</i>	127
31.4.2	<i>Produits de la chaîne alimentaire</i>	129
31.5	CONCLUSION.....	132
D2	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT	133
32.	BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT	135

32.1	PRESENTATION DES SITES DE PRELEVEMENTS.....	135
32.1.1	<i>Point de prélèvement amont</i>	136
32.1.2	<i>Point de prélèvement aval</i>	136
32.2	LE REJET	137
32.3	LES ANALYSES.....	137
32.4	PRINCIPES DES NQE ET DU SEQ-EAU	137
32.5	RESULTATS	139
32.5.1	<i>Analyses physico-chimiques sur l'eau</i>	139
32.5.2	<i>Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE)</i>	140
32.5.3	<i>Indice biologique diatomées (IBD)</i>	140
32.5.4	<i>Analyses sur sédiments</i>	141
32.5.5	<i>Analyses sur Bryophytes</i>	142
32.5.6	<i>Conclusion générale</i>	142
E	IMPACTS RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE	143
E1	ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS INB CIVILES	145
33.	ETUDE D'IMPACT DES REJETS RADIOLOGIQUES DES INB CIVILES.....	147
33.1	REJETS ATMOSPHERIQUES.....	147
33.1.1	<i>Emissaires de rejet</i>	147
33.1.2	<i>Points d'impact</i>	147
33.1.3	<i>Evaluation de l'impact</i>	147
33.2	REJETS LIQUIDES	148
33.2.1	<i>Point d'impact</i>	148
33.2.2	<i>Evaluation de l'impact</i>	148
33.3	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE	148
33.3.1	<i>Terme source</i>	148
33.3.2	<i>Impact</i>	148
33.3.3	<i>Synthèse des résultats</i>	150
33.4	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES.....	150
33.4.1	<i>Terme source</i>	150
33.4.2	<i>Impact</i>	150
33.4.3	<i>Synthèse des résultats</i>	151
33.5	CONCLUSION.....	151
E2	ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE DES REJETS INBS-PN	153
34.	ETUDE D'IMPACT REJETS RADIOLOGIQUES GAZEUX DE L'INBS-PN.....	155
34.1	REJETS ATMOSPHERIQUES.....	155
34.1.1	<i>Emissaires de rejet</i>	155
34.1.2	<i>Points d'impact</i>	155
34.1.3	<i>Evaluation de l'impact</i>	155
34.2	REJETS LIQUIDES	155
34.2.1	<i>Point d'impact</i>	156
34.2.2	<i>Evaluation de l'impact</i>	156
34.3	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS EMIS PAR VOIE ATMOSPHERIQUE	156
34.3.1	<i>Terme source</i>	156

34.3.2	<i>Impact</i>	156
34.3.3	<i>Synthèse des résultats</i>	157
34.4	EVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES.....	157
34.4.1	<i>Terme source</i>	157
34.4.2	<i>Impact</i>	157
34.4.3	<i>Synthèse des résultats</i>	158
34.5	CONCLUSION.....	158

E3 IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, DES INB ET DE INBS-PN 161

35.	IMPACT CHIMIQUE GAZEUX.....	163
35.1	REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT SANITAIRE	163
35.1.1	<i>Emissaires de rejet</i>	163
35.1.2	<i>Points d'impact</i>	163
35.1.3	<i>Evaluation de l'impact</i>	163
35.1.4	<i>Caractérisation du risque</i>	163
35.1.5	<i>Valeurs toxicologiques de référence</i>	163
35.2	REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	164
35.3	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS ATMOSPHERIQUES.....	164
35.4	EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS ATMOSPHERIQUES.....	164
36.	IMPACT CHIMIQUE LIQUIDE.....	165
36.1	REJETS LIQUIDES-IMPACT SANITAIRE	165
36.1.1	<i>Points d'impact</i>	165
36.1.2	<i>Evaluation de l'impact sanitaires des rejets liquides à Saint-Paul-Lez-Durance</i>	165
36.2	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS LIQUIDES ET ATMOSPHERIQUES A SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE	166
36.3	EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES REJETS LIQUIDES	167
36.4	INFLUENCE DE LA NOUVELLE RATION ALIMENTAIRE DANS LES CALCULS D'IMPACT.....	168
36.5	CONCLUSION.....	169

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 171

37.	BILAN DES OPERATIONS D'OPTIMISATION.....	173
38.	OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU LES REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS	173

G ACTIONS DU CEA POUR L'AMELIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE 175

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 2020, 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 exploités 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 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 (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.

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	3,7E+01		5,3E-03	5,7E-04
24 CABRI	1,5E+01		4,8E-02	6,4E-04
25 RAPSODIE	2,5E-01		1,0E-02	7,5E-04
32 ATPu			3,5E-02	5,0E-03
37 A et 37 B (Effluents Industriels)	2,0E+00	2,0E-01	2,25E-01	5,7E-03
37-B (distillats)	9,0E+02	3,0E-01	3,8E-02	1,0E-03
39 MASURCA	1,0E-03		6,0E-05	3,0E-05
42/95 Eole/Minerve			4,0E-04	1,3E-04
52 ATUe			1,0E-03	1,12E-03
54 LPC			1,5E-02	5,0E-03
55 LECA/STAR			8,0E-02	8,0E-03
56 Parc d'entreposage des déchets radioactifs	2,34E-04		3,33E-04	3,6E-05
92 PHEBUS	6,6E-02		1,0E-03	1,4E-03
123 LEFCA			5,6E-03	3,5E-04
156 CHICADE	2,96E+01		2,96E-02	4,0E-03
164 CEDRA			2,0E-04	6,2E-05
171 AGATE (effluents industriels)	1,5E+00	5,6E-05	1,5E-03	2,0E-04
171 AGATE (distillats)	9,2E+02	1,8E-01	5,0E-02	2,0E-03
172 RJH	1,5E+00		1,4E-03	2,0E-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'Épuration des Effluents Industriels (STEP EI) sont précisées 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 2020 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 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 (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 réglementés 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)
Mercurure (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 du chapitre 6.3 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, 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 2019.

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 22.3.

A – BILANS INB CIVILES

3. BILAN DES CONSOMMATIONS D'EAU

La quantité d'eau consommée par les INB pour l'année 2020 s'élève à 12 377 m³. Pour mémoire, la consommation totale en eau potable sur la période 2016-2020 est présentée dans le tableau 1 ci-après :

Tableau 1 : Consommation totale en eau potable des INB sur la période 2016 - 2020

Période 2016-2020 – consommation des INB	2020	2019	2018	2017	2016
Total volume consommé en eau potable (en m ³)	12 377	10 792	13 748	15 632	15 244

Cette quantité d'eau potable consommée en 2020 correspond à 7,3% 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 CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 91 du 30/01/2020, sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Répartition mensuelle des consommations d'eau en m³ par INB pour l'année 2020

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL consommé 2020 (m ³)	Prévision annuelle 2020 (m ³)	Ecart en % avec la prévision annuelle
INB 22	46	44	50	18	4	22	18	16	26	10	16	77	347	300	16%
INB 24	17	147		0	7	13	6	1	5	2	4	10	212	1000	-79%
INB 25	277	37		41	16	107	70	73	80	55	33	40	829	1100	-25%
INB 32	57	158		102	33	112	259	143	310	293	173	540	2180	1200	82%
INB 37 A	16	17		5	2	9	14	14	19	12	18	13	139	300	-54%
INB 37 B	12	12		11	4	12	12	7	35	35	22	29	191	150	27%
INB 39	13	7		61	3	6	6	9	14	8	11	9	147	180	-18%
INB 42 & 95	17	13		14	8	33	28	15	36	13	10	21	208	350	-41%
INB 52	3	10		1	1	3	15	7	16	3	3	2	64	130	-51%
INB 53	2	3		1	1	3	2	3	3	1	4	2	25	100	-75%
INB 54	45	48		57	14	98	41	25	40	38	70	144	620	1000	-38%
INB 55	76	53	19	17	24	40	60	207	62	76	64	137	835	1500	-44%
INB 56	37	40		49	24	56	43	33	58	45	38	39	462	500	-8%
INB 92	8	7		8	6	12	7	5	13	5	7	5	83	180	-54%
INB 123	26	38		10	9	11	20	18	31	17	17	21	218	350	-38%
INB 156	45	57		67	16	36	26	27	32	28	32	31	397	400	-1%
INB 164	47	12		9	5	5	9	6	12	13	12	13	143	250	-43%
INB 169	14	8		10	4	9	22	26	13	8	9	10	133	150	-11%
INB 171	12	53		8	4	9	17	24	25	14	10	13	189	300	-37%
INB 172	813	269			746	419	326	736	436	210	284	716	4955	5000	-1%

NB : La relève d'index compteur pour les consommations du mois de mars n'a pas pu avoir lieu pour la majorité des INB suite à la décision gouvernementale de confinement. Par conséquent, à noter que les données du mois d'Avril correspondent à la somme des consommations mars+avril, sauf pour l'INB 55, INB22 et l'INB172. Pour l'INB 172, la donnée du mois de mai correspond à la somme des consommations des mois de mars-avril-mai.

A – BILANS INB CIVILES

Les écarts entre les consommations réelles et les prévisions supérieures ou inférieures à 40% en 2020 sont expliquées 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 2020

INB	Ecart en % avec la prévision	Eléments d'explication pour les différences >ou< à 40%
INB 24	-79%	Consommation bien inférieure à la prévision 2020, justifiée par l'impact de la crise sanitaire, les essais prévus en 2020 n'ayant pas eu lieu comme initialement prévus.
INB 32	82%	Consommation supérieure aux prévisions liée à une fuite d'eau après compteur au Nord du bâtiment 258.
INB 37 A	-54%	Baisse globale de la consommation en eau par rapport à 2019 et inférieure à la prévision 2020, justifiée par l'impact de la crise sanitaire (confinement puis mesures de télétravail) et une plus faible activité nécessitant de l'eau.
INB 42 & 95	-41%	Baisse de la consommation en eau par rapport à 2019 et inférieure à la prévision 2020, justifiée par l'impact de la crise sanitaire (confinement puis mesures de télétravail). Les consommations au bâtiment 232 sont du même ordre de grandeur sur les trois dernières années.
INB 52	-51%	Baisse globale de la consommation en eau par rapport à 2018 et du même ordre de grandeur par rapport à 2019. La consommation reste inférieure à la prévision 2020, du fait du maintien d'une meilleure maîtrise des consommations.
INB 53	-75%	Baisse globale de la consommation en eau par rapport à 2018 et 2019 et inférieure à la prévision 2020, justifiée par une baisse conjuguée des activités et des effectifs sur site sur 2020 en sus de l'impact de la crise sanitaire.
INB 55	-44%	Consommation globale plus faible qu'en 2019 liée à une activité plus faible de mars à juin et inférieure à la prévision 2020, justifiée par l'impact de la crise sanitaire (confinement puis mesures de télétravail).
INB 92	-54%	Baisse de la consommation globale par rapport aux années précédentes et inférieure à la prévision 2020, justifiée par l'impact de la crise sanitaire et une baisse des activités et des effectifs dans le périmètre de l'INB.
INB 164	-43%	Consommation globale plus faible qu'en 2019 liée à une activité plus faible de mars à juin et inférieure à la prévision 2020, justifiée majoritairement par l'impact de la crise sanitaire (confinement).

D'autre part, il est à noter qu'en 2020, un prélèvement de 5500 m³ d'eau brute issue du canal de Provence a été réalisé dans le cadre du maintien en condition opérationnelle de la conduite des eaux de refroidissement de l'INB 172, qui n'est actuellement pas raccordée au réacteur.

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 des Rayonnements (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 2020

Il n'y a plus de 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 2020.

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 2020 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.

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.

A – BILANS INB CIVILES

Tableau 4 : Activité des effluents liquides transférés pour l'année 2020 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	6,34E-01	1,71			2,94E-04	5,56	4,80E-06	0,84	45,3
INB 24	7,21E-04	0,00			2,67E-04	0,56	6,41E-07	0,10	95,0
INB 25	5,44E-03	2,18			1,55E-04	1,55	1,36E-06	0,18	96,0
INB 32					9,01E-05	0,26	6,45E-06	0,13	297,5
INB 37 A et 37 B Effluents	2,94E-03	0,15	2,05E-03	1,03	9,86E-04	0,44	4,20E-05	0,74	594,5
INB 37 distillats	Pas de transferts								
INB 39	Pas de transferts								
INB 42-95	Pas de transferts								
INB 52					1,36E-05	1,36	3,27E-06	0,29	9,7
INB 53	Pas de transferts								
INB 54					9,65E-05	0,64	1,26E-05	0,25	180,5
INB 55					5,48E-05	0,07	3,32E-06	0,04	8,0
INB 56	3,84E-05	16,39			1,71E-05	5,15	1,10E-07	0,31	4,1
INB 92	Pas de transferts								
INB 123					2,13E-05	0,38	9,80E-07	0,28	68,5
INB 156	1,08E-03	0,00			4,77E-04	1,61	5,13E-07	0,01	56,0
INB 164	Pas de transferts								
INB 169	Pas de transferts								
INB 171	4,92E-05	0,00	2,96E-05	52,94	3,37E-05	2,25	4,19E-08	0,02	8,6
INB 171 Distillats	4,29E+00	0,47	3,19E-02	17,73	3,48E-03	6,96	2,03E-06	0,10	580,2
Cumul annuel 2020	4,93E+00		3,40E-02		5,99E-03		7,81E-05		2044

* Les pourcentages sont donnés par installation.

Sont 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).

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 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
Cumul annuel 2017	3,50E+00	1,18E-02	5,84E-03	4,92E-05	3010,1
Cumul annuel 2016	1,20E-01	4,11E-03	5,20E-03	1,30E-04	3443,9

A – BILANS INB CIVILES

4.4.2 Bilans des transferts des effluents liquides – Substances chimiques

Les INB 39, 42-95, 53, 92, 164 et 169 n'ont pas fait l'objet, en 2020, 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 2020, sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Flux d'effluents Industriels transférés en 2020 à la STEP EI depuis les INB en kg/an

INB	22	24	25	32	37	52	54	55	56	123	156	171	172	TOTAL
Volume transféré en m³	4,53E+01	9,50E+01	9,60E+01	2,98E+02	6,25E+02	9,70E+00	1,81E+02	8,00E+00	4,08E+00	6,85E+01	5,60E+01	5,89E+02	2,00E+00	2,08E+03
DCO	4,98E-01		4,42E+00	5,10E+00	5,07E+00	1,94E-01	1,32E+01	8,16E-01	0,00E+00	1,84E+00	1,22E+00	2,95E+00	1,50E-01	3,55E+01
MEST	1,13E+00		7,88E+00	4,07E+00	7,62E+00	3,88E-02	4,39E+00	1,74E+00	0,00E+00	1,35E+00	3,20E-02	0,00E+00	2,06E-01	2,85E+01
DBO5	0,00E+00		3,25E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,47E+00	2,80E-02	0,00E+00	3,01E-01	2,08E-01	0,00E+00	5,00E-02	3,38E+00
Arsenic					0,00E+00						0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
Cadmium											0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00
Chrome			1,95E-03		1,13E-02					5,11E-04	7,20E-04		0,00E+00	1,45E-02
Chrome hexavalent			6,21E-04		0,00E+00						0,00E+00		0,00E+00	6,21E-04
Cuivre			3,64E-02	4,89E-02		4,85E-04	4,89E-02	9,33E-03			2,40E-03		2,60E-05	1,47E-01
Mercure			1,07E-04		1,20E-04			4,44E-05			8,00E-05		6,00E-06	3,57E-04
Nickel		0,00E+00	2,05E-03	5,36E-03	5,31E-03			1,05E-03			7,60E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,45E-02
Plomb		1,56E-04	1,21E-02		2,11E-02			5,20E-03			2,92E-03		0,00E+00	4,15E-02
Zinc	2,82E-02	0,00E+00	8,55E-02	1,78E-01	5,73E-02	0,00E+00	1,69E-01	2,93E-02		5,89E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,98E-04	6,07E-01
Phosphore	1,36E-02	0,00E+00	8,53E-02	2,08E-01	1,91E-01	0,00E+00	3,07E-01	1,04E-02	3,55E-04	5,15E-02	2,09E-01	2,68E-02	7,40E-04	1,10E+00
NGL	6,21E-02	7,70E-02	6,17E-01	4,40E+00	5,24E-01	7,91E-02	4,07E+00	3,45E-02	6,98E-03	5,69E-01	2,08E+00	6,83E-01	2,80E-03	1,32E+01
Chlorures	7,25E-01	0,00E+00	1,12E+00	1,51E+01	1,21E+00	3,20E-01	9,82E+00	3,16E-01	1,31E-01	2,84E+00	3,08E+00	8,65E-02	5,80E-02	3,48E+01
Cyanures											9,60E-04		0,00E+00	9,60E-04
Fluorures			2,26E-02		4,45E-02	5,14E-03		2,68E-03		8,53E-03	2,00E-03		3,40E-04	8,58E-02
Hydrocarbures	0,00E+00		1,01E-01	2,17E-01	6,25E-02		2,41E-02	2,48E-03	0,00E+00	9,12E-03	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00	5,27E-01
Aluminium		3,64E-04	1,27E-01	4,88E-02	2,11E-01	4,17E-04	2,29E-02	3,40E-02		7,97E-03	0,00E+00	8,12E-03	1,08E-04	4,60E-01
Fer	1,20E-01	5,56E-03	5,02E-01	3,12E-01	3,12E-01	4,84E-03	2,80E-01	9,46E-02		8,84E-02	5,92E-02	2,20E-02	4,35E-02	1,85E+00
Bore			1,19E-02		1,59E-02					1,66E-03		0,00E+00	5,26E-04	3,00E-02
Sulfates			1,09E+01	3,79E+01	5,23E+00		1,49E+01			4,45E+00			1,20E-01	7,35E+01
Etain		0,00E+00			1,58E-04							0,00E+00	0,00E+00	1,58E-04
Manganese		1,82E-04			8,63E-03							0,00E+00	1,02E-03	9,83E-03
AOX			1,14E-03										4,00E-05	1,18E-03

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 2020 en pourcentage des valeurs limites identifiées dans les fiches de caractérisation

INB	22	24	25	32	37A	37B	52	54	55	56	123	156	171	171	172
Volume (%)	15,1%	9,5%	40,8%	19,8%	8,2%	24,7%	1,3%	15,0%	4,0%	40,8%	15,9%	16,0%	58,0%	43,2%	0,1%
DCO	7,1%		5,9%	3,4%	6,1%	/	0,1%	9,2%	3,4%	0,0%	1,4%	8,7%	/	2,0%	0,6%
MEST	2,8%		52,5%	9,1%	26,7%	1,3%	0,0%	12,2%	6,7%	0,0%	3,5%	8,0%	/	0,0%	2,3%
DBO5	0,0%		1,6%	0,0%		/	0,0%	6,9%	0,4%	0,0%	0,8%	6,9%	/	0,0%	0,6%
Arsenic						/						/			0,0%
Cadmium												0,0%			0,0%
Chrome			2,4%		47,0%						0,6%	1,4%			0,0%
Chrome hexavalent			12,4%			/						/			0,0%
Cuivre			14,6%	8,2%			/	27,2%	84,8%			2,7%			0,1%
Mercuré			2,7%			/			5,2%			/			0,1%
Nickel		0,0%	4,1%	7,1%	8,8%				14,2%			2,5%	/		0,0%
Plomb		0,3%	15,1%		10,6%				55,3%			1,9%			0,0%
Zinc	/	0,0%	65,8%	19,7%	5,0%	2,0%	0,0%	28,2%	9,8%		4,5%		/		0,1%
Phosphore	2,3%	0,0%	0,9%	3,5%	9,8%	/	0,0%	7,3%	1,5%	0,4%	1,2%	26,1%	/	44,7%	0,0%
NGL	0,5%	1,5%	6,2%	5,9%		3,1%	0,1%	6,8%	0,7%	2,3%	3,8%	9,7%	/	4,5%	0,0%
Chlorures	6,6%	0,0%	2,4%	10,1%	4,0%		0,4%	4,7%	2,0%	6,5%	3,3%	13,2%		2,2%	0,1%
Cyanures												32,0%			0,0%
Fluorures			0,5%			/	0,7%		1,3%		1,3%	2,0%			0,2%
Hydrocarbures	/		3,2%	24,1%	2,7%	/		2,0%	1,4%	0,0%	1,3%		/		0,0%
Aluminium		0,1%	25,4%	3,3%	8,6%	/	0,0%	3,2%	6,8%		0,7%		/		0,0%
Fer	20,1%	1,9%	132,2%	13,9%	10,4%		0,1%	23,4%	18,9%		4,0%	7,6%	/		8,7%
Bore			0,9%		11,4%	/					0,6%		/		0,5%
Sulfates			0,4%	15,8%	3,4%	/		24,9%			9,4%				0,1%
Etain		0,0%			2,6%	/							/		0,0%
Manganèse		0,2%				/							/		2,5%
AOX			0,7%												0,0%

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 2020 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 25 pour le paramètre Fer est de 0,5 kg en 2020 et ainsi dépasse la valeur mentionnée dans la fiche de caractérisation qui est de 0,38 kg/an. Des transferts concertés ont été mis en œuvre pour pouvoir transférer ces effluents à la STEP EI.

A – BILANS INB CIVILES

L'évolution des flux sur les 5 dernières est présenté 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

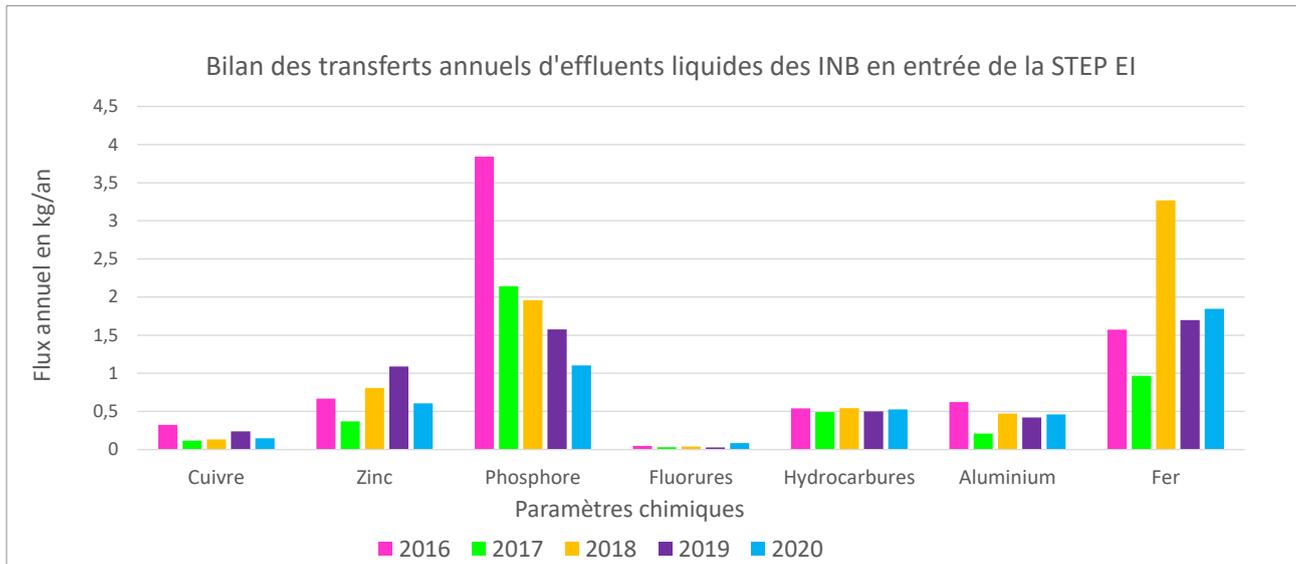


Figure 2 : Flux d'effluents Industriels (en kg/an) transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années (suite)

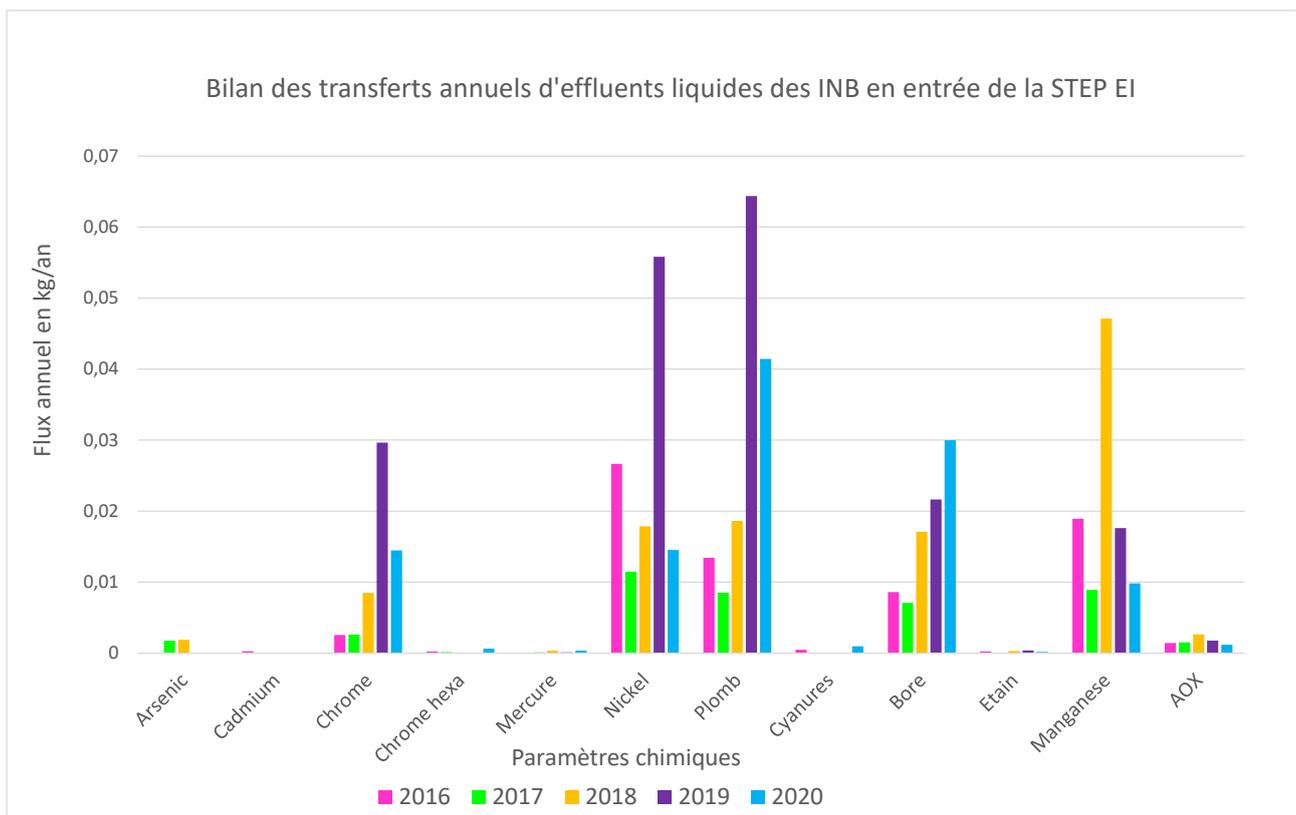


Figure 3 : Flux d'effluents Industriels (en kg/an) transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années (suite et fin)

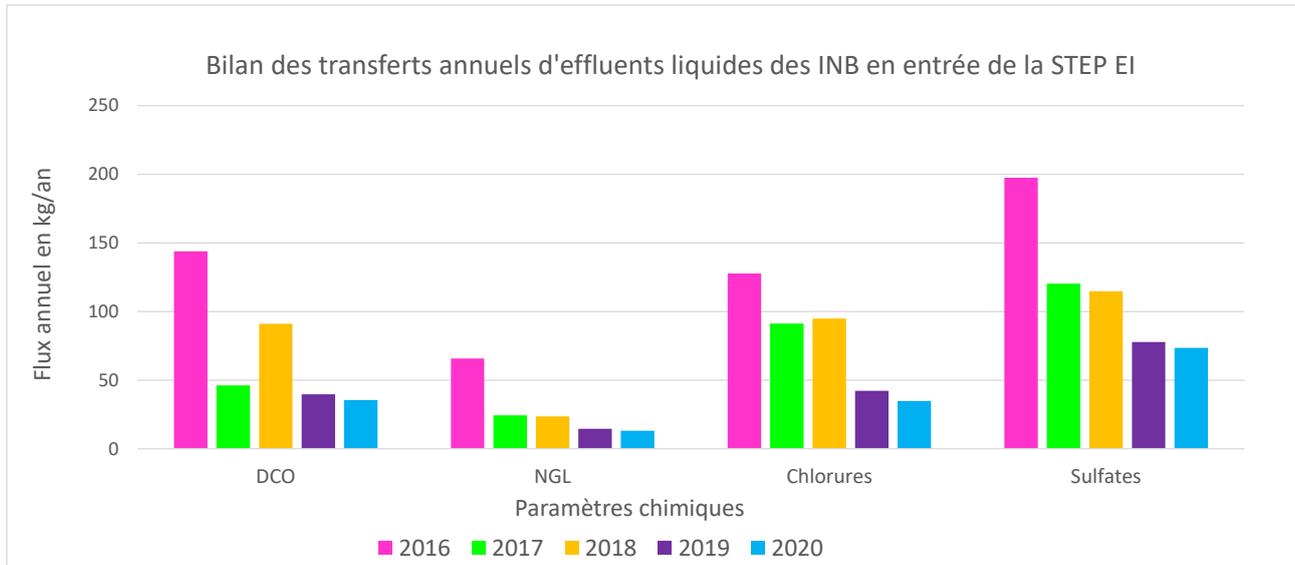
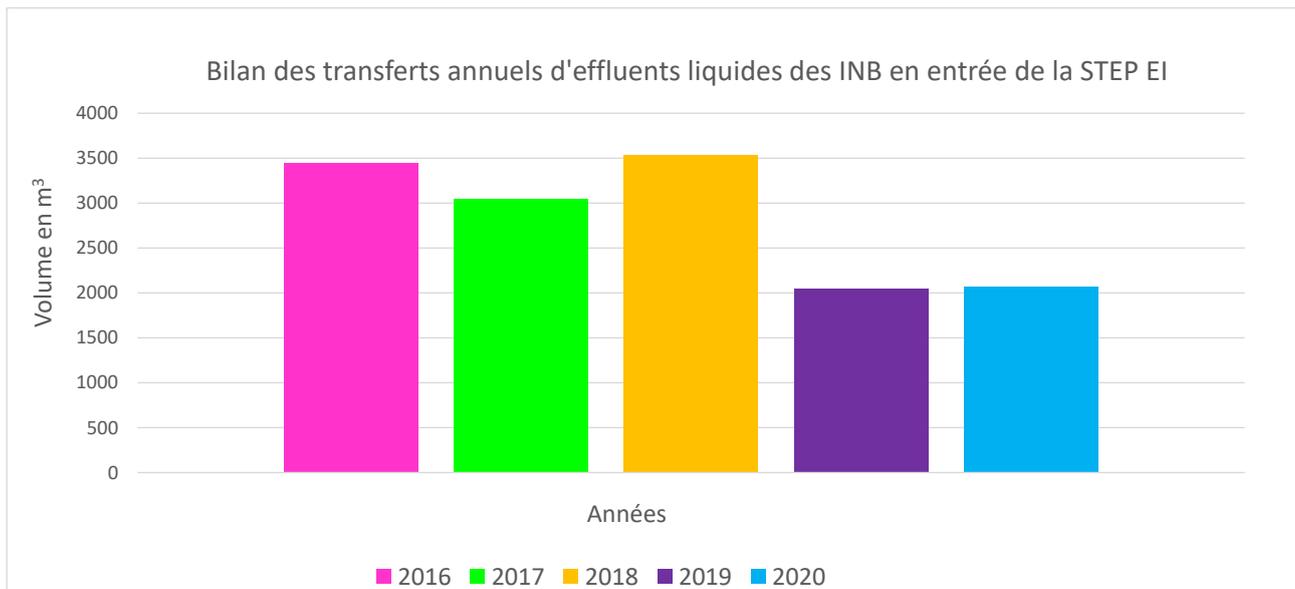


Figure 4 : Volumes annuels des effluents industriels transférés à la STEP EI depuis les INB sur les 5 dernières années



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

Durant l'année 2020, il n'y a pas eu de vidange d'eau de la conduite des eaux de refroidissement de l'INB 172-RJH dans le canal EDF de Jouques.

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 2020.

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 2020 pour les rejets atmosphériques

Rejets gazeux INB Civiles	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
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
Cumul annuel 2017	3,80E+01	9,1E-01	1,18E+04	1,20E-03	2,02E-03	1,32E-05
Cumul annuel 2016	4,55E+01	7,6E-01	1,13E+04	1,01E-03	1,94E-03	7,27E-06

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

Pour l'INB 156, un dépassement de seuil de décision sur les mesures d'absence de rejet tritium a été identifié au mois d'avril 2020. Ce dépassement a fait l'objet d'une déclaration d'évènement significatif le 26/05/2020.

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 CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 91 du 31/01/2020,
- 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. Ces éléments ne sont explicités que lorsqu'ils sortent des domaines de variabilité mentionnés dans le courrier CEA/DEN/CAD/DIR/CSN DO 91 du 31/01/2020.

Tableau 9 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 22 en 2020

Rejets gazeux INB 22	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14*	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,08E+00	4,74E-04	-	-	4,37E-06	2,31E-08
Février	1,05E+00	0,00E+00	-	-	4,22E-06	1,29E-08
Mars	1,33E+00	0,00E+00	-	-	3,28E-06	1,74E-08
Avril	1,08E+00	0,00E+00	-	-	4,08E-06	1,72E-08
Mai	1,16E+00	0,00E+00	-	-	3,73E-06	1,84E-08
Juin	1,02E+00	0,00E+00	-	-	4,12E-06	1,22E-08
Juillet	9,30E-01	0,00E+00	-	-	3,88E-06	4,24E-08
Août	1,40E+00	0,00E+00	-	-	3,77E-06	1,75E-08
Septembre	1,65E+00	0,00E+00	-	-	3,80E-06	1,70E-08
Octobre	1,57E+00	0,00E+00	-	-	4,25E-06	1,37E-08
Novembre	1,38E+00	0,00E+00	-	-	3,73E-06	2,87E-08
Décembre	1,37E+00	0,00E+00	-	-	4,13E-06	1,86E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	1,50E+01	4,74E-04	-	-	4,74E-05	2,39E-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	21,45	0,34	-	-	15,79	0,12
Prévisions annuelles GBq	3,00E+01	1,10E-04	-	-	5,00E-05	4,00E-07
%par rapport à la prévision	-49,95	330,91	-	-	-5,30	-40,23

* Rejet concerté

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

Carbone 14 (rejets concertés) : Les rejets concertés en C14 sont liés à l'ouverture des puits contenant les combustibles entreposés à CASCAD. En 2020, les puits ouverts ont généré un rejet concerté en Carbone14 de 4,74E-04 GBq. Cette valeur est dépendante de l'avancement des programmes et difficile à prévoir.

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

Tritium – Emetteurs Alpha : La valeur réelle de rejet est inférieure à la plage de variabilité annoncée (respectivement 50% et 40% au lieu de 30%). Pour le tritium, le rejet est dû à l'évaporation de l'eau tritiée de la piscine. Bien que régulière cette diminution est difficilement quantifiable à l'avance. En effet le CEB est un outil expérimental permettant d'étudier entre autre le comportement du tritium. Les rejets en alpha sont stables depuis 2018. La prochaine prévision pour 2021 prendra des estimations de rejets en émetteurs alpha revues à la baisse.

Les dépassements par rapport aux prévisions, en dehors du domaine de variabilité annoncé, restent compatibles avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

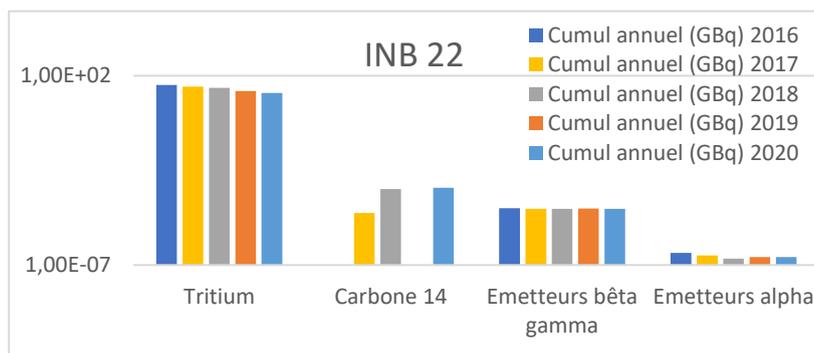


Tableau 10 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 24 en 2020

Rejets gazeux INB 24	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,55E-01	6,82E-03	3,58E+02	5,73E-06	6,20E-07	2,63E-09
Février	2,79E-01	6,43E-03	2,57E+02	5,73E-06	6,07E-07	2,14E-09
Mars	1,96E-01	5,38E-03	2,88E+02	5,92E-06	5,13E-07	2,08E-09
Avril	1,65E-01	5,58E-03	2,57E+02	6,77E-06	5,82E-07	1,69E-09
Mai	1,80E-01	5,88E-03	3,62E+02	7,07E-06	6,48E-07	3,96E-09
Juin	2,42E-01	6,54E-03	3,50E+02	3,12E-05	7,39E-07	2,91E-09
Juillet	2,01E-01	8,23E-03	3,78E+02	1,03E-05	9,65E-07	4,02E-09
Août	9,20E-01	8,15E-03	3,72E+02	8,78E-06	8,29E-07	4,34E-09
Septembre	2,21E-01	7,55E-03	3,69E+02	8,25E-06	8,56E-07	3,03E-09
Octobre	7,03E+01	1,25E-02	3,60E+02	6,69E-06	5,87E-07	2,90E-09
Novembre	3,54E-01	8,74E-03	3,87E+02	7,56E-06	8,01E-07	2,70E-09
Décembre	2,45E-01	6,51E-03	4,10E+02	7,14E-06	5,81E-07	3,11E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	7,35E+01	8,83E-02	4,15E+03	1,11E-04	8,33E-06	3,55E-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	7,35	58,89	73,94	5,55	83,28	3,55
Prévisions annuelles GBq	6,00E+00	1,00E-01	4,00E+03	1,00E-04	8,00E-06	8,00E-08
%par rapport à la prévision	+1124,30	-11,66	+3,70	+11,07	+4,10	-55,61

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

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

Tritium : La valeur réelle de rejet est fortement supérieure à la plage de variabilité annoncée (1124% au lieu de 50%). Celle-ci s'explique par le fait qu'au cours de l'année 2020, il y a eu un seul rejet concerté en tritium sur l'INB 24 CABRI. Ce rejet a été réalisé suite au contrôle annuel d'étalonnage des capteurs et de vérification des automatismes de sécurité du circuit hélium. Une quantité résiduelle de tritium, piégée lors de la purification de l'hélium 3 réalisée en 2019, a contribué au dépassement bien supérieur à la plage de variabilité annoncée.

Emetteurs Alpha : La valeur réelle de rejet est inférieure à la plage de variabilité annoncée (56% au lieu de 30%).

En 2020, il n'y a eu aucun essai ni manipulation particulière sur l'INB, ce qui explique une valeur annuelle de rejet inférieures à la plage de variabilité annoncée pour les émetteurs alpha.

Les dépassements par rapport aux prévisions, en dehors du domaine de variabilité annoncé, restent compatibles avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

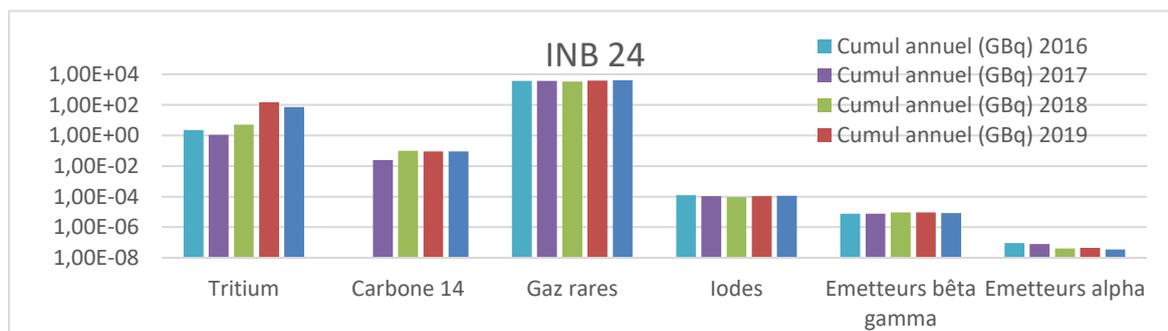


Tableau 11 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 25 en 2020

Rejets gazeux INB 25	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	3,53E-02	-	-	-	3,51E-06	6,82E-09
Février	2,59E-02	-	-	-	3,27E-06	1,53E-08
Mars	2,41E-02	-	-	-	3,44E-06	1,66E-08
Avril	2,40E-02	-	-	-	3,37E-06	1,95E-08
Mai	2,25E-02	-	-	-	3,13E-06	1,04E-08
Juin	3,14E-02	-	-	-	3,50E-06	1,15E-08
Juillet	2,45E-02	-	-	-	3,81E-06	8,83E-09
Août	3,28E-02	-	-	-	3,61E-06	1,60E-08
Septembre	1,28E-01	-	-	-	3,61E-06	1,03E-08
Octobre	8,22E-02	-	-	-	3,69E-06	1,72E-08
Novembre	5,87E-02	-	-	-	3,89E-06	1,17E-08
Décembre	7,18E-02	-	-	-	3,80E-06	1,41E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	5,61E-01	-	-	-	4,26E-05	1,58E-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	1,60	-	-	-	1,85	0,08
Prévisions annuelles GBq	2,00E-01	-	-	-	4,00E-05	1,50E-07
%par rapport à la prévision	+180,6	-	-	-	+6,57	+5,50

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

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

Tritium : La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (181% au lieu de 50%). Les prévisions de rejet tritium ont été légèrement sous-estimées (activité rejetée inférieure à 2% de la limite annuelle) et devront être pris en compte dans les prochaines prévisions basées notamment sur une moyenne des années précédentes.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

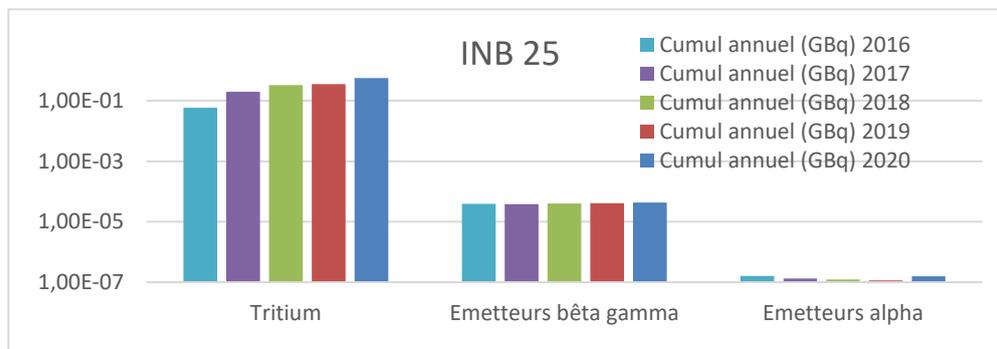


Tableau 12 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 32 en 2020

Rejets gazeux INB 32	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	4,77E-06	6,51E-07
Février	-	-	-	-	4,64E-06	5,51E-07
Mars	-	-	-	-	4,32E-06	1,26E-07
Avril	-	-	-	-	6,95E-06	1,15E-07
Mai	-	-	-	-	6,13E-06	2,97E-07
Juin	-	-	-	-	7,47E-06	9,18E-08
Juillet	-	-	-	-	4,71E-06	5,71E-07
Août	-	-	-	-	5,58E-06	9,39E-08
Septembre	-	-	-	-	4,64E-06	1,26E-07
Octobre	-	-	-	-	6,92E-06	9,97E-08
Novembre	-	-	-	-	3,97E-06	1,33E-07
Décembre	-	-	-	-	4,57E-06	4,66E-07
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	6,47E-05	3,32E-06
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	21,56	1,66
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	5,00E-05	3,50E-06
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	29,36	-5,12

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

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

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

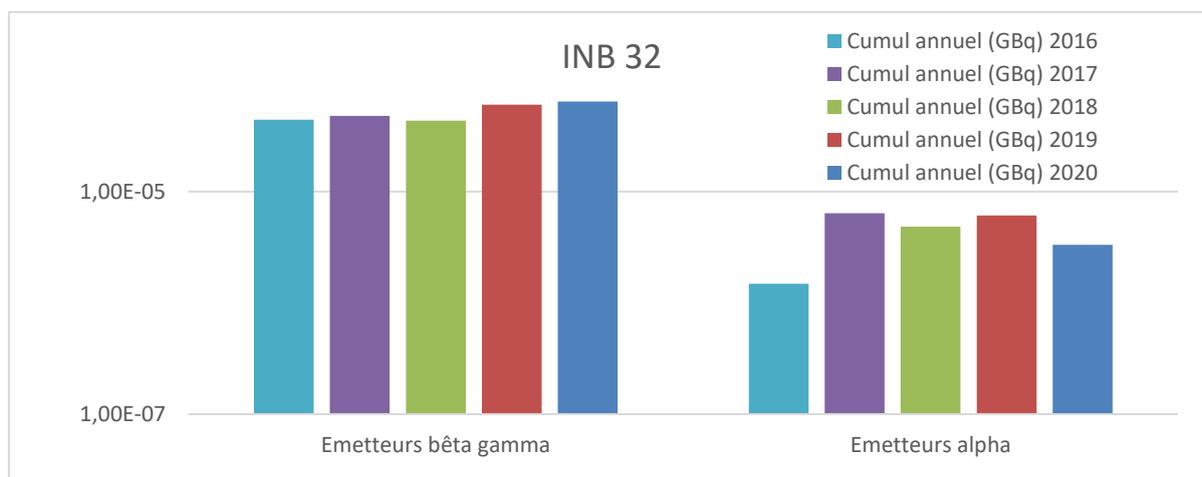


Tableau 13 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 37 A en 2020

Rejets gazeux INB 37 A	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	8,88E-03	-	-	-	1,16E-06	2,01E-07
Février	9,76E-03	-	-	-	1,31E-06	2,38E-07
Mars	1,14E-02	-	-	-	1,25E-06	2,20E-08
Avril	8,38E-03	-	-	-	1,33E-06	6,34E-09
Mai	8,91E-03	-	-	-	1,35E-06	8,84E-09
Juin	9,10E-03	-	-	-	1,20E-06	6,91E-09
Juillet	8,92E-03	-	-	-	2,73E-06	1,41E-08
Août	7,77E-03	-	-	-	1,41E-06	1,84E-08
Septembre	9,52E-03	-	-	-	1,58E-06	6,19E-08
Octobre	9,33E-03	-	-	-	1,29E-06	7,53E-08
Novembre	9,73E-03	-	-	-	1,14E-06	7,01E-09
Décembre	8,71E-03	-	-	-	1,11E-06	8,11E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	1,10E-01				1,69E-05	6,68E-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	0,23				24,10	2,67
Prévisions annuelles GBq	1,60E-01				3,00E-05	9,50E-08
%par rapport à la prévision	-30,99				-43,77	+603,15

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

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

Emetteurs Alpha : La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (603% au lieu de 30%). Cet écart est en lien avec la reprise des activités de production MI début 2020 et les opérations de maintenance particulières.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

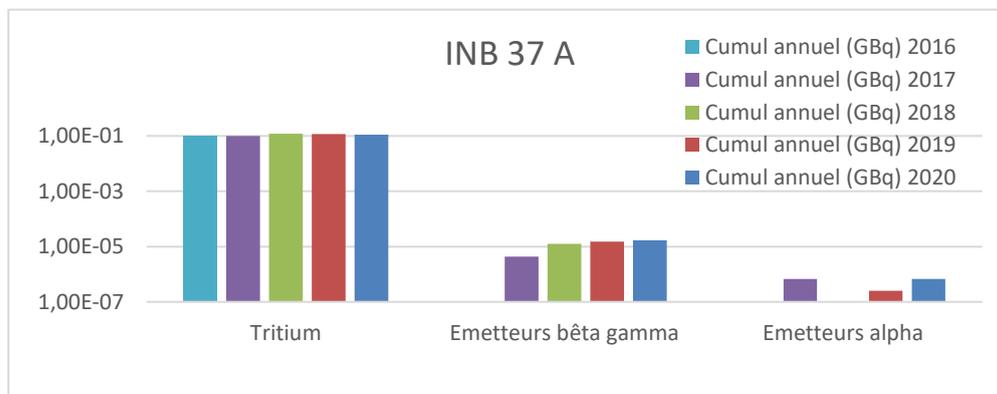


Tableau 14 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 37 B en 2020

Rejets gazeux INB 37 B	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,25E-02	-	-	-	2,17E-06	2,54E-08
Février	1,23E-02	-	-	-	2,18E-06	1,02E-07
Mars	1,19E-02	-	-	-	1,83E-06	1,44E-08
Avril	1,13E-02	-	-	-	2,09E-06	1,05E-08
Mai	1,14E-02	-	-	-	1,88E-06	1,71E-08
Juin	1,11E-02	-	-	-	2,05E-06	1,32E-08
Juillet	1,13E-02	-	-	-	2,00E-06	3,11E-08
Août	9,37E-03	-	-	-	1,56E-06	3,19E-08
Septembre	1,19E-02	-	-	-	1,85E-06	4,18E-08
Octobre	1,22E-02	-	-	-	1,73E-06	1,20E-08
Novembre	1,21E-02	-	-	-	1,97E-06	1,48E-08
Décembre	1,13E-02	-	-	-	2,13E-06	1,15E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	1,39E-01				2,34E-05	3,26E-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	2,31				13,78	0,93
Prévisions annuelles GBq	1,50E-01				2,00E-05	5,00E-07
%par rapport à la prévision	-7,55				+17,15	-34,86

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

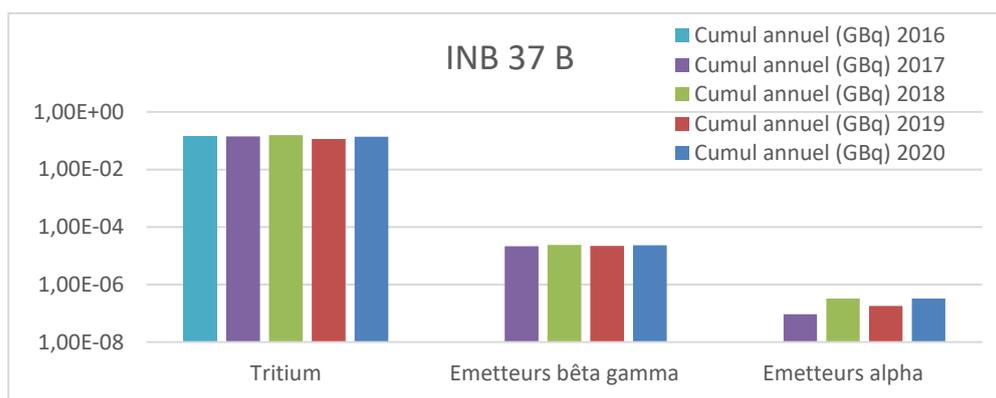


Tableau 15 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 39 en 2020

Rejets gazeux INB 39	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	6,88E-07	5,64E-09
Février	-	-	-	-	6,69E-07	3,19E-09
Mars	-	-	-	-	7,35E-07	7,72E-09
Avril	-	-	-	-	7,76E-07	6,35E-09
Mai	-	-	-	-	6,89E-07	8,22E-09
Juin	-	-	-	-	5,64E-07	5,65E-09
Juillet	-	-	-	-	6,78E-07	8,07E-09
Août	-	-	-	-	7,47E-07	3,49E-09
Septembre	-	-	-	-	6,90E-07	7,13E-09
Octobre	-	-	-	-	6,39E-07	2,76E-09
Novembre	-	-	-	-	7,38E-07	1,10E-08
Décembre	-	-	-	-	6,38E-07	5,35E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	8,25E-06	7,46E-08
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	1,70E-05	1,40E-05
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	3,00E-06	2,00E-06
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	48,53	0,53
Prévisions annuelles GBq					8,00E-06	5,70E-08
%par rapport à la prévision					+3,14	+30,82

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

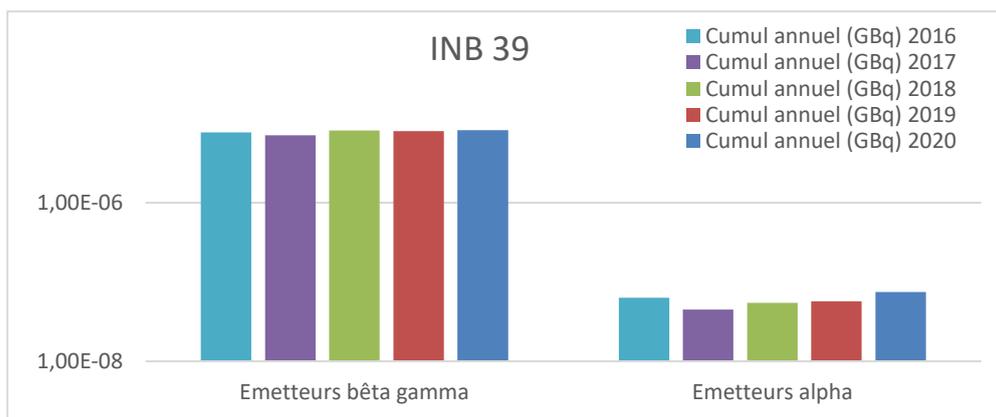


Tableau 16 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 42-95 en 2020

Rejets gazeux INB 42-95	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	3,63E-04	-	-	-	1,21E-07	4,55E-10
Février	3,62E-04	-	-	-	1,30E-07	7,96E-10
Mars	4,18E-04	-	-	-	1,52E-07	9,44E-10
Avril	4,21E-04	-	-	-	1,24E-07	2,47E-09
Mai	4,61E-04	-	-	-	1,51E-07	1,19E-09
Juin	4,93E-04	-	-	-	1,48E-07	1,48E-09
Juillet	5,77E-04	-	-	-	1,57E-07	2,01E-09
Août	5,70E-04	-	-	-	1,60E-07	1,06E-09
Septembre	4,71E-04	-	-	-	1,55E-07	9,00E-10
Octobre	4,84E-04	-	-	-	1,78E-07	7,78E-10
Novembre	5,05E-04	-	-	-	1,64E-07	8,20E-10
Décembre	4,68E-04	-	-	-	1,59E-07	9,09E-10
Cumul annuel (GBq) 2020	5,59E-03	-	-	-	1,80E-06	1,38E-08
Autorisation annuelle (GBq)	1,70E-02	-	-	-	2,60E-06	2,20E-06
Limites mensuelles (GBq)	3,00E-03	-	-	-	4,00E-07	4,00E-07
% Autorisation annuelle	32,90	-	-	-	69,22	0,63
Prévisions annuelles GBq	8,00E-03	-	-	-	2,00E-06	3,30E-08
%par rapport à la prévision	-30,09	-	-	-	-10,01	-58,15

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

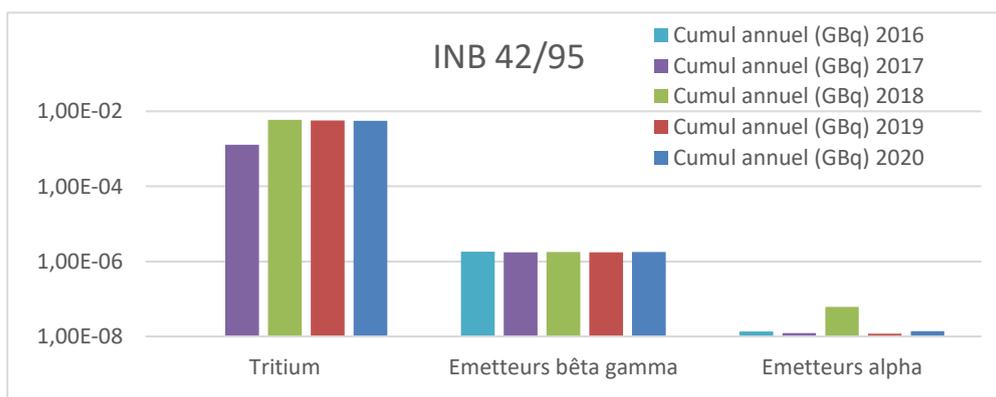


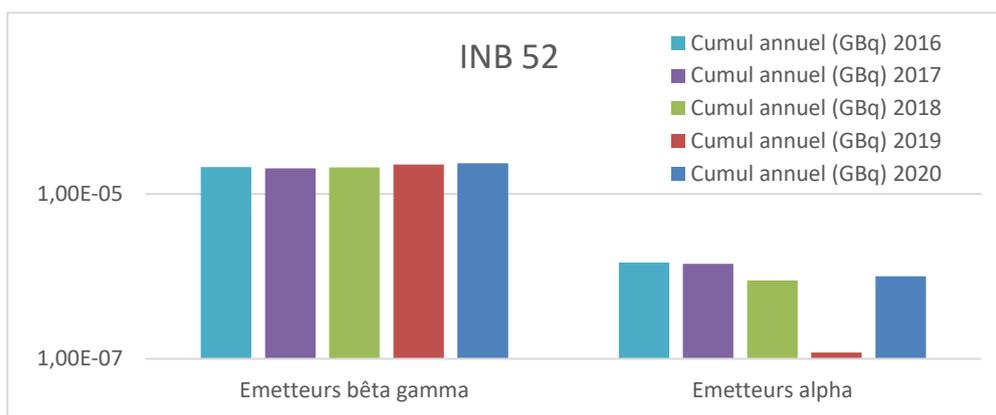
Tableau 17 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 52 en 2020

Rejets gazeux INB 52	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	2,00E-06	1,14E-07
Février	-	-	-	-	2,67E-06	1,99E-07
Mars	-	-	-	-	2,02E-06	8,40E-08
Avril	-	-	-	-	2,52E-06	1,45E-07
Mai	-	-	-	-	2,05E-06	7,01E-08
Juin	-	-	-	-	2,00E-06	1,07E-07
Juillet	-	-	-	-	1,56E-06	5,24E-08
Août	-	-	-	-	2,01E-06	4,68E-08
Septembre	-	-	-	-	1,73E-06	2,64E-08
Octobre	-	-	-	-	1,92E-06	5,43E-08
Novembre	-	-	-	-	1,46E-06	4,78E-08
Décembre	-	-	-	-	1,70E-06	5,79E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	2,36E-05	1,01E-06
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	1,00E-04	8,10E-05
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	3,00E-05	1,35E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	23,64	1,24
Prévisions annuelles GBq					2,00E-05	1,60E-06
%par rapport à la prévision					+18,22	-37,14

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 2020

Rejets gazeux INB 54	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	1,68E-06	2,84E-08
Février	-	-	-	-	1,69E-06	4,94E-08
Mars	-	-	-	-	1,54E-06	4,49E-08
Avril	-	-	-	-	2,66E-06	5,69E-08
Mai	-	-	-	-	1,46E-06	2,50E-08
Juin	-	-	-	-	1,59E-06	4,13E-08
Juillet	-	-	-	-	1,38E-06	4,43E-08
Août	-	-	-	-	2,19E-06	2,67E-08
Septembre	-	-	-	-	1,92E-06	3,24E-08
Octobre	-	-	-	-	1,88E-06	3,82E-08
Novembre	-	-	-	-	1,68E-06	2,76E-08
Décembre	-	-	-	-	1,73E-06	4,17E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	2,14E-05	4,57E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	7,13	0,23
Prévisions annuelles GBq					1,50E-05	9,00E-07
%par rapport à la prévision					+42,67	-49,24

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

Emetteurs Bêta-Gamma: La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (43% au lieu de 30%).

Emetteurs Alpha : La valeur réelle de rejet est inférieure à la plage de variabilité annoncée (49% au lieu de 30%).

Les écarts, mettant en jeu des valeurs de rejet très faibles, sont imputables aux variations mensuelles du rapport débit de ventilation/ débit DPRC associés aux valeurs limites de détection et ne sont donc pas imputables aux programmes.

Les dépassements par rapport aux prévisions, en dehors du domaine de variabilité annoncé, restent compatibles avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

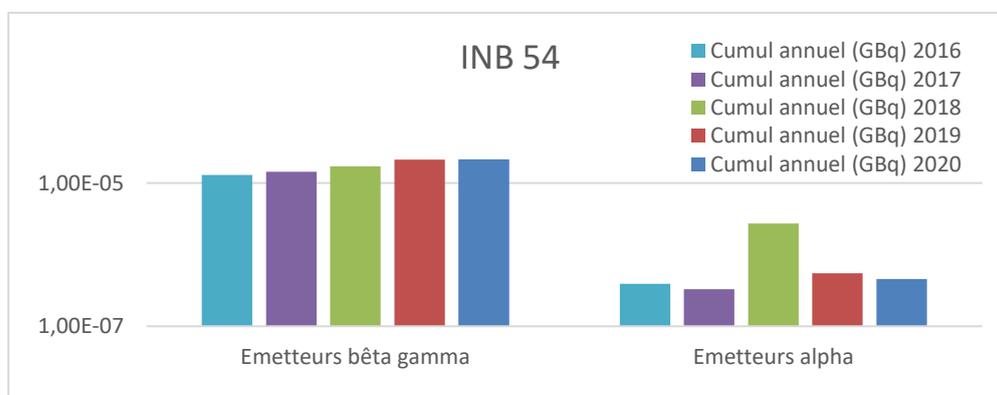


Tableau 19 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 55 LECA en 2020

Rejets gazeux INB 55 LECA E22	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	4,11E-01	5,92E-02	1,00E+02	5,46E-05	1,12E-04	8,45E-08
Février	1,82E-01	6,38E-02	9,63E+01	5,09E-05	1,14E-04	8,32E-08
Mars	2,55E-01	6,34E-02	1,11E+02	5,56E-05	1,15E-04	8,42E-08
Avril	1,22E-01	6,80E-02	1,04E+02	6,29E-05	1,30E-04	1,05E-07
Mai	1,72E-01	5,59E-02	1,14E+02	5,44E-05	1,09E-04	8,09E-08
Juin	1,21E-01	7,22E-02	9,60E+01	6,02E-05	1,23E-04	9,29E-08
Juillet	1,65E-01	7,43E-02	9,89E+01	5,79E-05	1,13E-04	7,79E-08
Août	1,76E-01	6,68E-02	8,93E+01	5,25E-05	1,05E-04	6,75E-08
Septembre	3,23E-01	7,75E-02	9,96E+01	5,05E-05	1,13E-04	1,08E-07
Octobre	2,12E-01	5,93E-02	9,96E+01	4,82E-05	1,12E-04	6,89E-08
Novembre	2,38E-01	6,14E-02	1,02E+02	5,24E-05	1,13E-04	1,27E-07
Décembre	3,38E-01	4,87E-02	1,17E+02	5,35E-05	1,26E-04	2,87E-07
Cumul annuel (GBq) 2020	2,72E+00	7,70E-01	1,23E+03	6,54E-04	1,39E-03	1,27E-06
Autorisation annuelle (GBq)	1,50E+03	3,8E+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-05
% Autorisation annuelle	0,18	20,27	5,12	6,81	4,78	1,29
Prévisions annuelles GBq	4,50E+00	5,20E-01	1,20E+03	6,24E-04	1,20E-03	1,59E-06
%par rapport à la prévision	-39,67	+48,18	+2,31	+4,74	+15,52	-20,31

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 est inférieure à la plage de variabilité annoncée (40% au lieu de 30%). Cet écart par rapport à la prévision reste faible et est pris en compte dans les prochaines prévisions basées notamment sur une moyenne des années précédentes.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

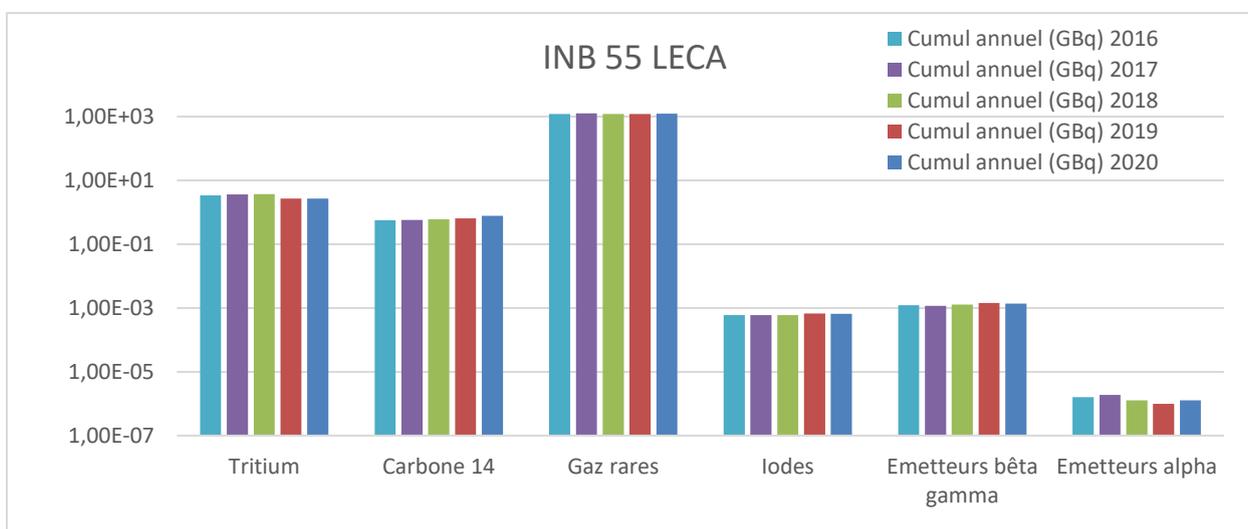


Tableau 20 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 55 STAR en 2020

Rejets gazeux INB 55 STAR E64	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	5,28E-02	2,33E-02	3,77E+01	2,04E-05	4,57E-05	2,56E-08
Février	2,19E-02	2,61E-02	3,83E+01	1,96E-05	4,90E-05	2,35E-08
Mars	3,23E-02	2,14E-02	4,01E+01	2,16E-05	4,23E-05	2,90E-08
Avril	2,47E-02	2,25E-02	3,44E+01	2,24E-05	4,26E-05	3,41E-08
Mai	3,89E-02	1,97E-02	3,91E+01	1,90E-05	4,13E-05	2,31E-08
Juin	3,45E-02	2,63E-02	3,59E+01	2,00E-05	4,70E-05	2,09E-08
Juillet	2,68E-02	2,24E-02	3,55E+01	1,91E-05	4,28E-05	2,42E-08
Août	2,92E-02	2,32E-02	3,48E+01	2,04E-05	3,86E-05	2,44E-08
Septembre	3,66E-02	2,42E-02	3,95E+01	1,92E-05	4,26E-05	2,79E-08
Octobre	3,13E-02	2,64E-02	3,71E+01	1,72E-05	4,22E-05	2,27E-08
Novembre	4,08E-02	2,62E-02	4,12E+01	2,11E-05	4,73E-05	5,92E-08
Décembre	2,85E-02	2,03E-02	4,27E+01	1,89E-05	4,12E-05	3,22E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	3,98E-01	2,82E-01	4,56E+02	2,39E-04	5,23E-04	3,47E-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	0,05	15,67	3,51	4,97	3,73	0,85
Prévisions annuelles GBq	8,50E-01	2,00E-01	1,48E+03	2,58E-04	4,60E-04	2,45E-07
%par rapport à la prévision	-53,14	+41,00	-69,17	-7,46	+13,61	+41,49

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

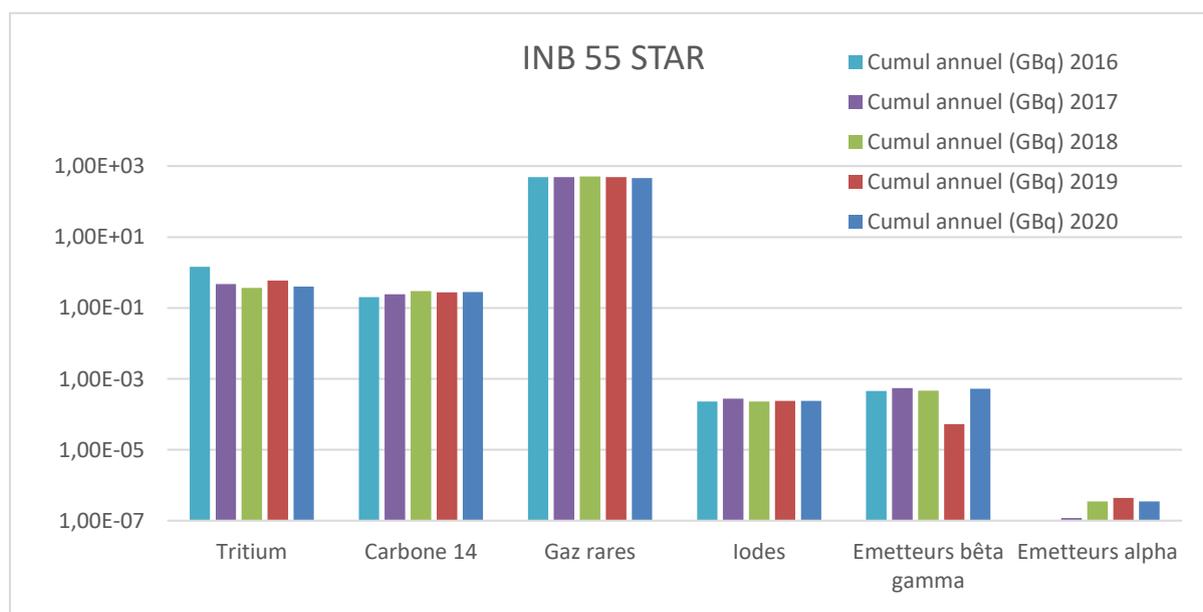


Tableau 21 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 56 en 2020

Rejets gazeux INB 56	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	4,08E-02		-		1,20E-06	1,45E-08
Février	4,02E-02		-		1,21E-06	7,91E-09
Mars	2,29E-02		-		1,29E-06	1,50E-08
Avril	5,45E-03		-		1,19E-06	7,28E-09
Mai	6,37E-03		-		1,09E-06	7,71E-09
Juin	8,62E-03		-		9,76E-07	5,58E-09
Juillet	4,36E-02		-		1,15E-06	1,17E-08
Août	2,53E-01		-		1,09E-06	1,08E-08
Septembre	1,83E-01		-		1,30E-06	1,44E-08
Octobre	1,26E-01		-		1,29E-06	6,43E-09
Novembre	5,05E-01		-		1,23E-06	1,11E-08
Décembre	7,45E-02		-		1,23E-06	9,38E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	1,31E+00	-	NM*	-	1,42E-05	1,22E-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	25,66	-	-	-	18,27	0,55
Prévisions annuelles GBq	4,00E-01	-	-*	-	1,50E-05	1,50E-07
%par rapport à la prévision	+227,19	-	-	-	-5,01	-18,81
Rejets diffus annuels estimés (GBq)**	1,80E+00	2,08E-01	9,52E+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 2020.

** Il est à noter qu'une sous-estimation des rejets diffus de l'INB56 a été détectée mi-2021 et a fait l'objet d'une déclaration d'événement significatif auprès de l'ASN. Dans l'attente de l'analyse complète de l'événement, les données utilisées dans l'ensemble du présent rapport environnemental sont basées sur l'estimation des rejets diffus établie antérieurement à cette détection.

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

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

Tritium°: La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (227% au lieu de 100%). Cet écart avec la prévision est due à la mise en place d'une surveillance et à la comptabilisation des rejets tritium de l'émissaire E61 de l'INB56 à partir du mois d'août 2020 (cf événement significatif relevant de l'environnement déclaré le 3 septembre 2020).

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

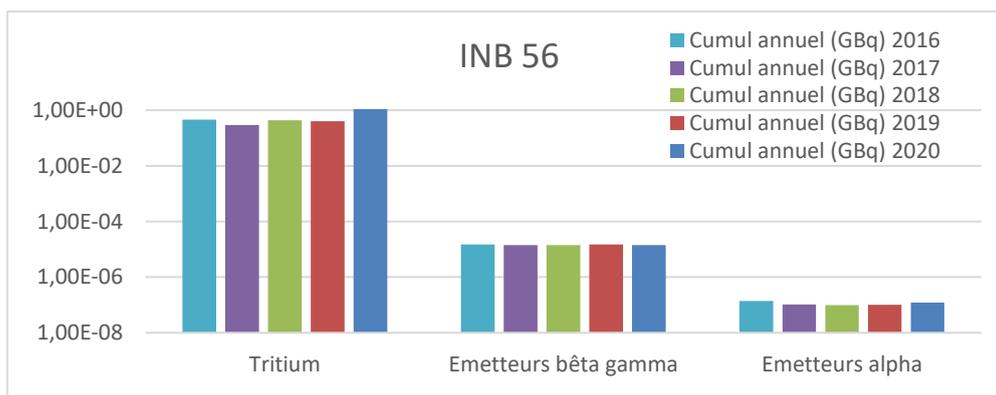


Tableau 22 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 92 en 2020

Rejets gazeux INB 92	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	2,14E-03		7,71E+02	1,56E-05	1,89E-06	6,49E-09
Février	2,76E-03		7,26E+02	1,44E-05	1,89E-06	7,10E-09
Mars	2,71E-03		6,73E+02	1,41E-05	1,46E-06	1,04E-08
Avril	2,93E-03		7,90E+02	1,87E-05	1,93E-06	5,86E-09
Mai	2,89E-03		9,01E+02	1,63E-05	1,96E-06	9,20E-09
Juin	2,52E-03		7,52E+02	1,85E-05	2,05E-06	4,73E-09
Juillet	2,77E-03		8,51E+02	2,11E-05	1,76E-06	1,81E-08
Août	3,33E-03		8,59E+02	1,88E-05	1,88E-06	1,63E-08
Septembre	9,95E-04		8,13E+02	1,95E-05	2,28E-06	1,61E-08
Octobre	2,75E-03		8,02E+02	1,75E-05	1,77E-06	1,31E-08
Novembre	2,73E-03		8,36E+02	1,68E-05	2,17E-06	1,22E-08
Décembre	2,44E-03		9,20E+02	2,14E-05	2,30E-06	9,17E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	3,10E-02	-	9,69E+03	2,13E-04	2,33E-05	1,29E-07
Autorisation annuelle (GBq)	1,00E+00	-	2,50E+04	2,20E-02	9,00E-05	1,50E-05
Limites mensuelles (GBq)	2,00E-01	-	4,00E+03		1,50E-05	3,00E-06
% Autorisation annuelle	3,10	-	38,78	0,97	25,93	0,86
Prévisions annuelles GBq	1,50E-01	-	7,00E+03	2,15E-04	2,70E-05	1,50E-07
%par rapport à la prévision	-79,36	-	+38,49	-1,07	-13,56	-14,23

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

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

Gaz rares°: La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (38% au lieu de 30%). Cet écart par rapport à la prévision reste faible et devra être pris en compte dans les prochaines prévisions basées notamment sur une moyenne des années précédentes. Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

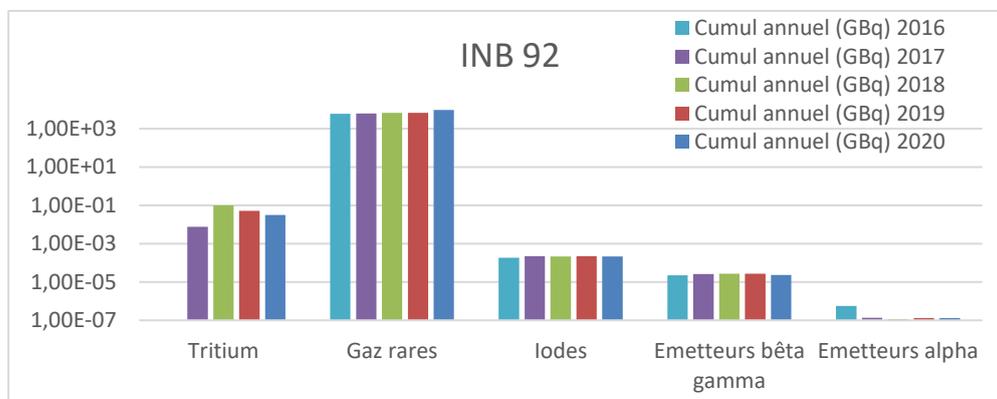


Tableau 23 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 123 en 2020

Rejets gazeux INB 123	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	2,20E-06	4,08E-08
Février	-	-	-	-	2,03E-06	3,00E-08
Mars	-	-	-	-	1,87E-06	4,15E-08
Avril	-	-	-	-	1,87E-06	4,96E-08
Mai	-	-	-	-	2,53E-06	3,28E-08
Juin	-	-	-	-	2,00E-06	4,11E-08
Juillet	-	-	-	-	3,53E-06	3,32E-08
Août	-	-	-	-	3,86E-06	2,97E-08
Septembre	-	-	-	-	1,83E-06	2,57E-08
Octobre	-	-	-	-	1,87E-06	3,74E-08
Novembre	-	-	-	-	1,78E-06	4,15E-08
Décembre	-	-	-	-	1,94E-06	4,02E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	2,73E-05	4,43E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	3,00E-04	2,00E-04
Limites mensuelles (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	3,00E-05
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	9,11	0,22
Prévisions annuelles GBq	-	-	-	-	2,00E-05	5,20E-07
%par rapport à la prévision	-	-	-	-	36,59	-14,72

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

Emetteurs Alpha°: Dans le domaine de la variabilité annoncée.

Emetteur Bêta-Gamma : La valeur réelle de rejet est supérieure à la plage de variabilité annoncée (37% au lieu de 30%). Cet écart est dû à une légère augmentation des programmes de traitement, difficilement prévisible pour l'INB.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

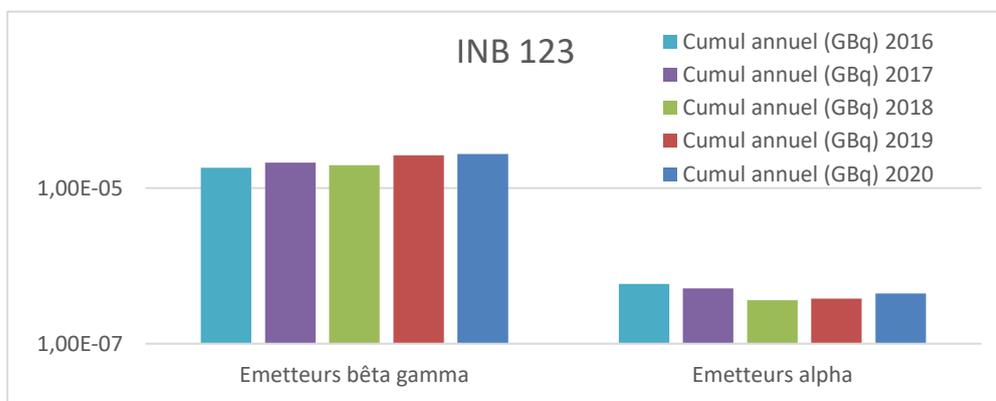


Tableau 24 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 156 en 2020

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	5,96E-03	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) 2020	5,96E-03	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	-	-	-	-	-	-

* Tritium : un dépassement de seuil de décision sur les mesures d'absence de rejet en tritium a été identifié. Ce dépassement a fait l'objet de la déclaration d'évènement significatif du 26/05/2020.

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

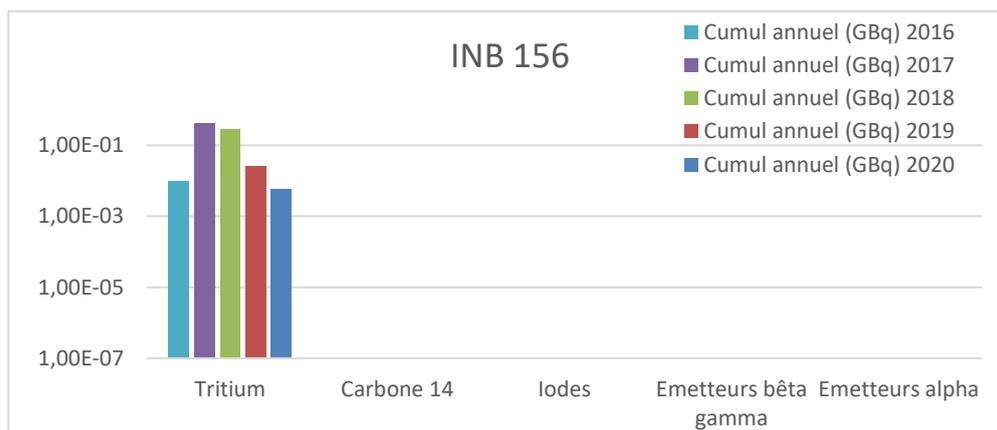


Tableau 25 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 164 en 2020

Rejets gazeux INB 164	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	8,37E-02				3,46E-07	2,94E-09
Février	6,71E-02				3,11E-07	1,73E-09
Mars	7,52E-02				3,86E-07	1,65E-09
Avril	6,92E-02				2,15E-07	2,51E-09
Mai	8,01E-02				3,92E-07	1,10E-09
Juin	7,60E-02				2,96E-07	1,48E-09
Juillet	8,07E-02				3,10E-07	1,16E-09
Août	1,08E-01				3,10E-07	1,37E-09
Septembre	1,10E-01				3,22E-07	9,19E-10
Octobre	1,07E-01				3,24E-07	1,06E-09
Novembre	1,03E-01				2,52E-07	1,59E-09
Décembre	9,21E-02				2,75E-07	1,83E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	1,05E+00		-	-	3,74E-06	1,93E-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	-	-	-	2,34	0,19
Prévisions annuelles GBq	2,50E+00				5,00E-06	1,40E-08
%par rapport à la prévision	-57,96				-25,23	+38,06
Rejets diffus annuels estimés (GBq)	1,34E+01		2,31E-03 en Rn 222			

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

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

Tritium : La valeur réelle de rejet est inférieure à la plage de variabilité annoncée (58% au lieu de 50%).

Cet écart s'explique par le fait qu'en 2020, la période de confinement lié à la COVID-19 a engendré une baisse des réception de colis moyennement irradiants.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

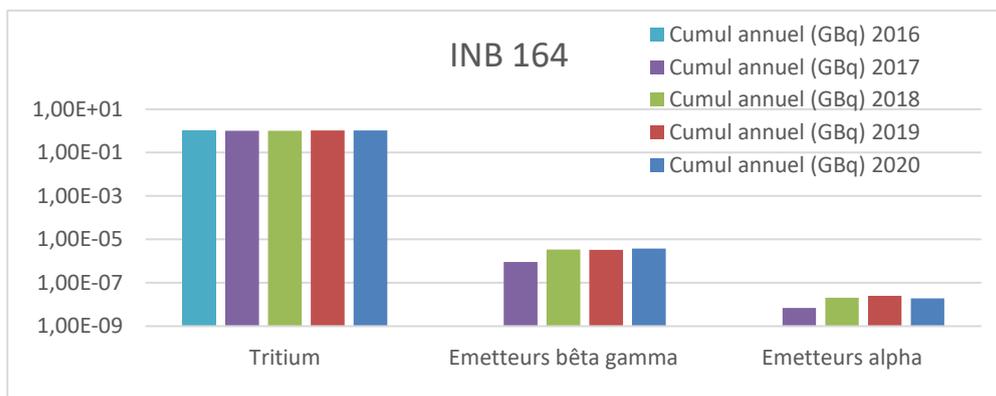


Tableau 26 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 169 en 2020

Rejets gazeux INB 169	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	-	-	-	-	7,40E-07	1,25E-08
Février	-	-	-	-	7,38E-07	1,72E-08
Mars	-	-	-	-	8,00E-07	7,14E-09
Avril	-	-	-	-	7,96E-07	2,85E-08
Mai	-	-	-	-	8,51E-07	1,16E-08
Juin	-	-	-	-	7,38E-07	2,04E-08
Juillet	-	-	-	-	7,62E-07	9,65E-09
Août	-	-	-	-	7,12E-07	1,55E-08
Septembre	-	-	-	-	1,78E-06	1,03E-08
Octobre	-	-	-	-	7,78E-07	1,33E-08
Novembre	-	-	-	-	1,68E-06	1,65E-08
Décembre	-	-	-	-	8,50E-07	1,58E-08
Cumul annuel (GBq) 2020	-	-	-	-	1,12E-05	1,78E-07
Autorisation annuelle (GBq)	-	-	-	-	5,00E-05	4,00E-05
Limites mensuelles (GBq)*	-	-	-	-	1,00E-05	6,00E-06
% Autorisation annuelle	-	-	-	-	22,46	0,45
Prévisions annuelles GBq					9,00E-06	3,40E-07
%par rapport à la prévision					+24,77	-47,53

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

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

Emetteurs Alpha : La valeur réelle de rejet est inférieure à la plage de variabilité annoncée (47% au lieu de 30%). Cet écart par rapport à la prévision reste faible et est pris en compte dans la prévision 2021 basées notamment sur une moyenne des années précédentes.

Le dépassement par rapport à la prévision, en dehors du domaine de variabilité annoncé, reste compatible avec les limites mensuelles et annuelles réglementaires.

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

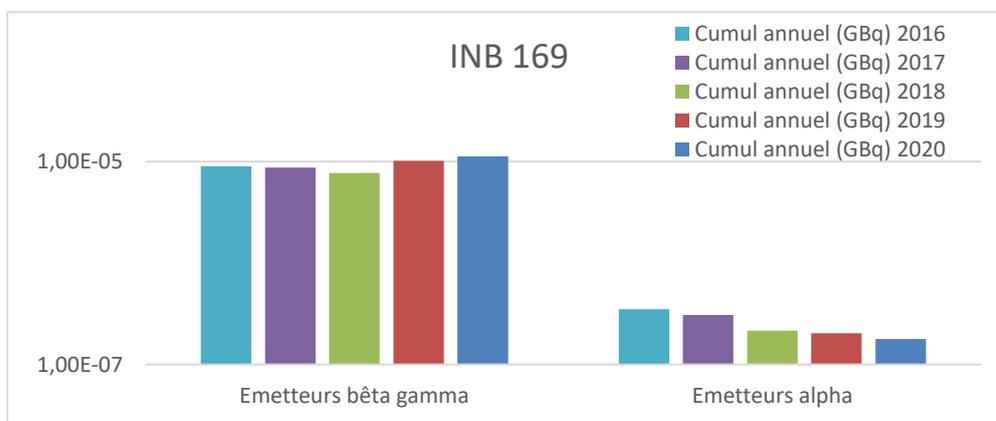


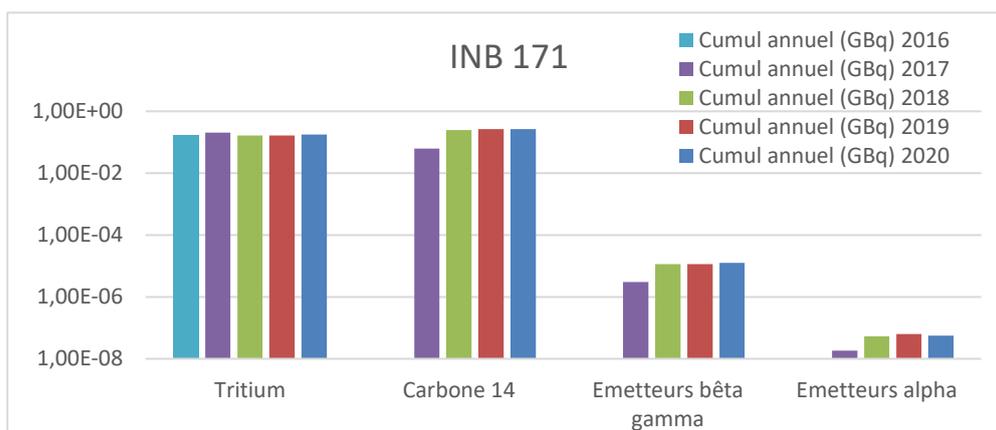
Tableau 27 : Activités des rejets atmosphériques de l'INB 171 en 2020

Rejets gazeux INB 171	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Emetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Janvier	1,37E-02	2,41E-02	-	-	9,95E-07	5,76E-09
Février	1,26E-02	1,75E-02	-	-	1,00E-06	6,50E-09
Mars	2,22E-02	2,28E-02	-	-	8,74E-07	4,37E-09
Avril	1,37E-02	2,83E-02	-	-	1,10E-06	3,41E-09
Mai	1,40E-02	2,14E-02	-	-	1,16E-06	4,84E-09
Juin	1,48E-02	2,02E-02	-	-	1,20E-06	3,08E-09
Juillet	1,52E-02	2,52E-02	-	-	1,01E-06	2,87E-09
Août	1,38E-02	2,54E-02	-	-	1,06E-06	4,30E-09
Septembre	1,53E-02	2,16E-02	-	-	1,22E-06	4,31E-09
Octobre	1,45E-02	2,02E-02	-	-	1,02E-06	4,69E-09
Novembre	1,41E-02	2,41E-02	-	-	1,06E-06	6,37E-09
Décembre	1,32E-02	1,82E-02	-	-	8,92E-07	5,77E-09
Cumul annuel (GBq) 2020	1,77E-01	2,69E-01	-	-	1,26E-05	5,63E-08
Autorisation annuelle (GBq)	4,10E+00	4,00E-01	-	-	2,80E-05	1,40E-05
Limites mensuelles (GBq)	2,00E+00	6,70E-02	-	-	5,00E-06	2,30E-06
% Autorisation annuelle	4,32	67,27	-	-	45,00	0,40
Prévisions annuelles GBq	1,75E-01	2,70E-01	-	-	1,16E-05	6,00E-08
%par rapport à la prévision	+1,20	-0,34	-	-	+8,63	-6,22

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

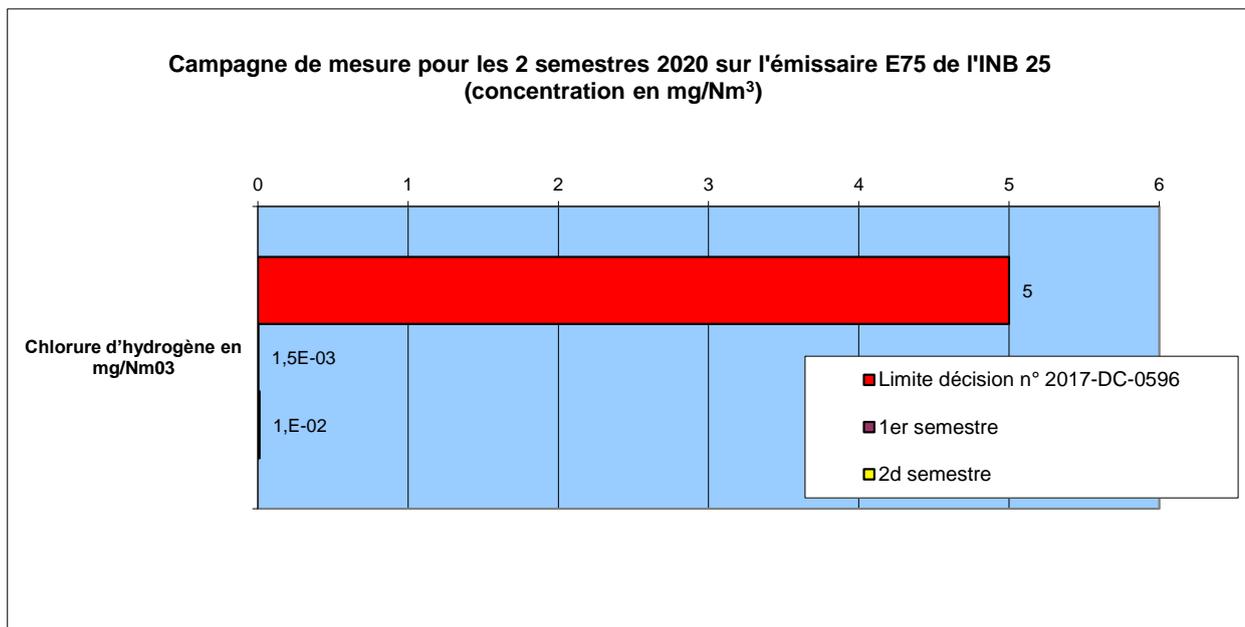
Les résultats de mesure figurant sous forme d'histogrammes, pour les valeurs très faibles, certaines barres de l'histogramme peuvent ne pas apparaître en fonction de l'échelle utilisée.

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 la concentration en chlorure d'hydrogène de l'émissaire E22 et en plomb de de l'émissaire E64. Celle-ci est supérieure à la plage de variabilité annoncée en raison d'une sous-estimation de la prévision annuelle et fera l'objet d'un réajustement à l'occasion de l'établissement de prochaines prévisions. Elle est néanmoins inférieure 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)

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2020 sont présentés dans la figure 24.

Figure 24 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2020 sur l'émissaire E75 de l'INB 25

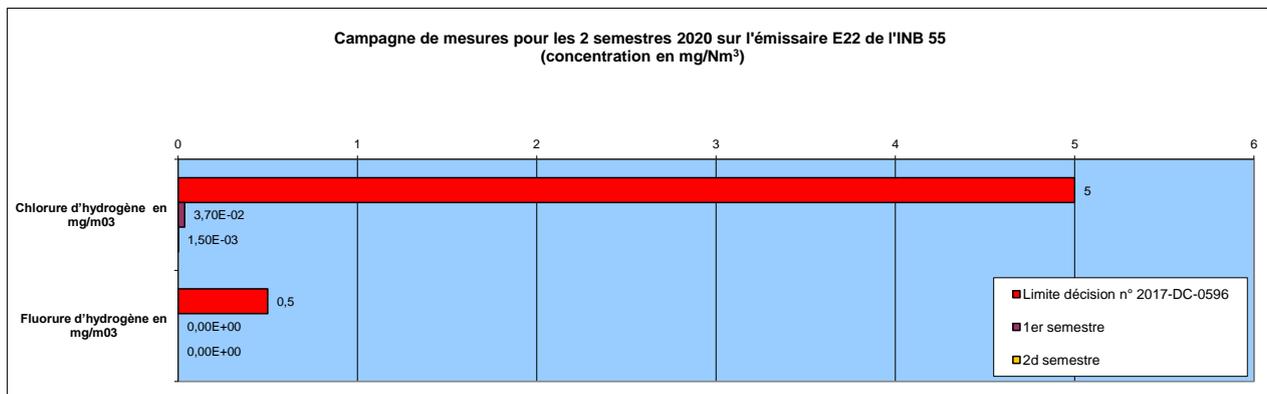


La teneur en chlorure d'hydrogène mesurée sur l'émissaire E75, au cours des deux semestres de l'année 2020 est très inférieure à la limite de rejet fixée dans la décision ASN n°2017-DC-0596.

4.5.2.2 INB 55 LECA (émissaire E22)

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2020 sont présentés dans la figure 25.

Figure 25 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2020 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 2020, sont très inférieures aux valeurs limites de rejet fixées dans la décision ASN n°2017-DC-0596.

A – BILANS INB CIVILES

4.5.2.3 INB 55 STAR (émissaire E64)

Les résultats issus des campagnes de mesures réalisées au cours des deux semestres 2020 sont présentés dans les figures 26 et 27.

Figure 26 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2020 sur l'émissaire E64 de l'INB 55

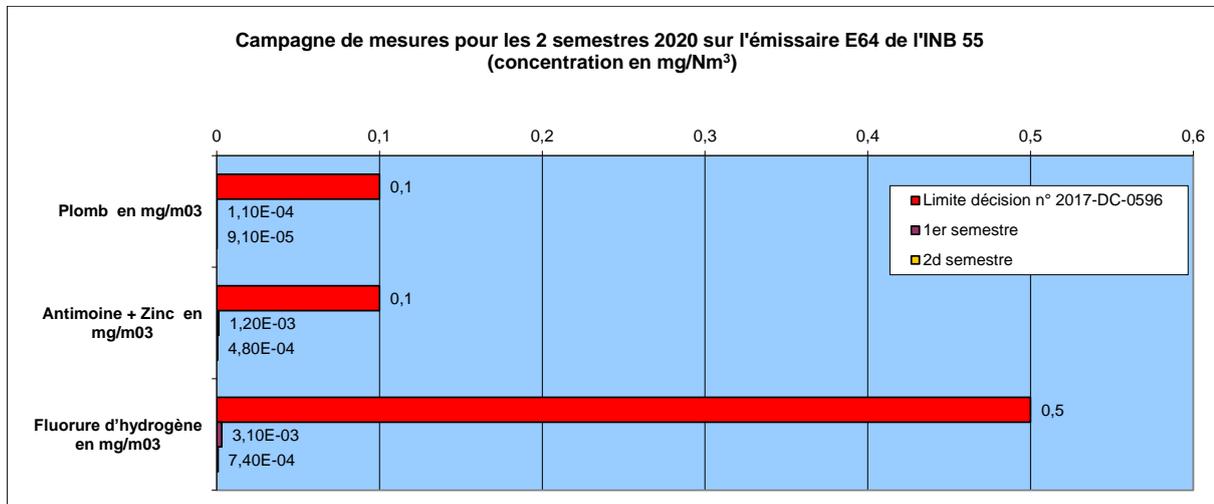
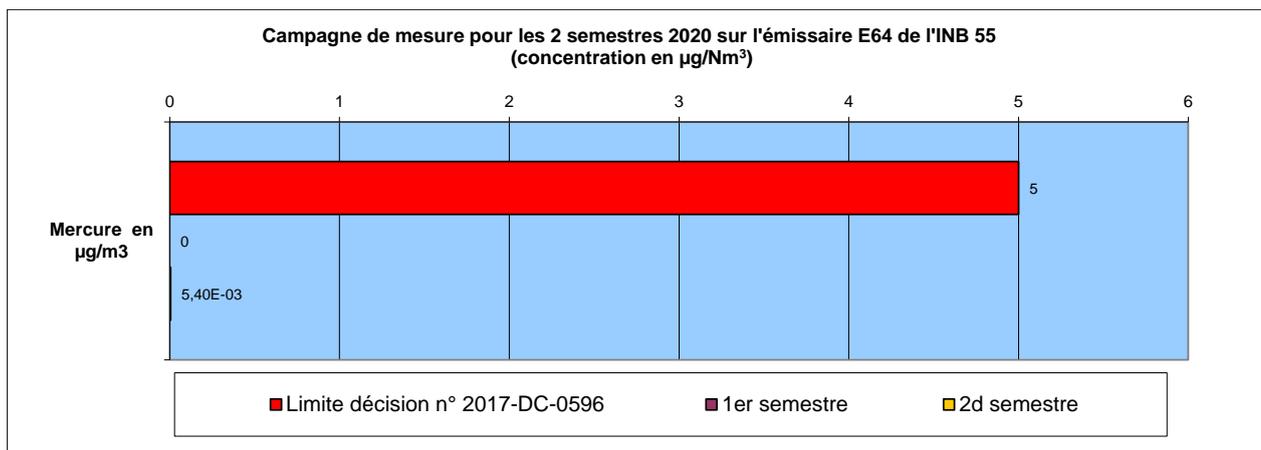


Figure 27 : Résultats de la campagne de mesure pour les 2 semestres 2020 sur l'émissaire E64 de l'INB 55



Les teneurs mesurées sur l'émissaire E64, au cours des deux semestres de l'année 2020, 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, demandé par l'article [CEACAD-19] de la décision 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 2020

Estimation des rejets gazeux des groupes électrogènes des INB en Kg/an					
SO ₂	Poussières	Formaldéhyde	CO ₂	CO	NO _x
4,31E+00	1,02E+02	0,00E+00	2,35E+05	1,46E+02	2,48E+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),
- Perfluorocarbones (PFC).

En application de l'article [CEACAD-19] de la décision n°2017-DC-0597, en 2020, les pertes cumulées de fluides frigorigènes sont de 106,55 kg de HFC (27,7 kg de R410A, 72,85 kg de R134A et 6 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 Perfluorocarbones (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 2020 dans les INB.

En application de l'article [CEACAD-19] de la décision n°2017-DC-0597, en 2020, les émissions de gaz à effet de serre fluorés sont donc de 106,55 kg de HFC (27,7 kg de R410A, 72,85 kg de R134A et 6 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 31.3.2) du présent rapport environnemental pour les paramètres radiologiques et dans la partie C pour les paramètres chimiques (chapitre 24.5).

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 31).

6. MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Aucune modification et aucune évolution scientifique n'ont été réalisées sur les INB civiles susceptibles de modifier les conclusions de leur étude d'impact.

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 (chapitre 31 et 32).

7.2 IMPACT SANITAIRE SUR L'HOMME

Les conclusions de l'impact radiologique sont présentées dans la partie E Titre E1 (chapitre 33) du présent rapport environnemental.

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 (chapitres 35 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 38).

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 10 pour l'année 2020, sont détaillés ci-après. Tous ces événements ont fait l'objet d'un compte-rendu transmis à l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

✓ **Événement déclaré le 10 janvier 2020 à l'INB 37-B STE (Station de Traitement des Effluents)
Découverte d'une contamination aux abords d'un regard situé hors zone réglementée**

L'évènement concerne la mise en évidence d'une contamination de 3 Bq/g en alpha (241Am) au niveau du regard RPVL 20, situé hors zone règlementée, découverte à l'occasion des opérations de curage de tous les regards d'eaux pluviales identifiés comme contenant des boues/dépôts sur l'INB.

L'activité totale en alpha (241Am) des gravats échantillonnés pour ouvrir le regard est estimée à $5,85 \cdot 10^4$ Bq (19,5 kg de gravats).

L'origine de cette contamination historique est indéterminée. La zone incriminée a été confinée dans un premier temps par la mise en place d'une nappe vinyle. Des zonages opérationnels ont été mis en place.

Cet évènement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

✓ **Événement déclaré le 5 mars 2020 à l'INB 37-B STE
Mise en évidence, lors d'un épisode pluvieux important, de l'insuffisance du dispositif technique permettant la récupération de certaines eaux pluviales**

Suite aux travaux réalisés en 2013-2014 afin de modifier le réseau d'évacuation des eaux pluviales depuis la canalisation située au-dessus du radier de la SAR, les eaux pluviales ne devaient plus se déverser dans le caniveau béton situé en contrebas de l'INB37B mais être récupérées dans le radier du bâtiment 333.

A l'occasion des épisodes pluvieux particulièrement importants de la fin du mois d'octobre 2019, il a été constaté un écoulement, dû à cette pluie importante, dans la canalisation provenant du regard RPVL39 situé aux abords du bâtiment 333. Ce regard se déverse dans le caniveau Nord de l'installation qui, in fine, se déverse dans le point de rejet principal de la grande Bastide.

Des prélèvements d'eaux pluviales ont été effectués en entrée du caniveau Nord et au point de rejet principal. Les résultats de ces prélèvements ont mis en évidence des niveaux de contamination respectivement de l'ordre de 16 Bq/l et 3 Bq/l en Am241.

Les dispositions mises en place en 2013-2014 afin de canaliser les eaux pluviales potentiellement marquées vers le radier du bât 333 se sont révélées insuffisantes, elles ont été complétées par la mise en place d'obturateurs de part et d'autre de la canalisation connectant le RPVL39 et le caniveau nord. Les autres actions identifiées pour éviter le renouvellement de cet évènement ont été intégrées dans le plan d'action global relatif à la gestion des eaux pluviales de l'INB. Un état des lieux des résultats des prélèvements réalisés sur les aires extérieures est régulièrement tenu à jour.

Cet évènement n'a eu aucune conséquence sur les travailleurs et le public.

✓ **Événement déclaré le 26 mai 2020 à l'INB 156 CHICADE
Dépassement de seuil de décision sur les mesures d'absence de rejet tritium pour l'émissaire E56 sur le mois d'avril 2020.**

En application de la décision ASN n°2017-DC-0597 du 11 juillet 2017, l'exploitant doit s'assurer que les effluents gazeux rejetés par l'émissaire E56 de l'INB156-CHICADE ne présentent pas d'activité volumique d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision définis dans les méthodes d'analyses.

Au cours du mois d'avril 2020, un dépassement du seuil de décision sur les mesures de tritium a été mis en évidence lors des contrôles hebdomadaires d'absence de rejet tritium pour l'émissaire E56 de l'INB 156. Ce dépassement a eu lieu pour la troisième période du mois d'avril (seuils de décision de 0,54 Bq/m3, résultats d'analyses à 0,58 Bq/m3).

Le rejet ayant eu lieu lors d'une période où les activités dans l'installation étaient suspendues dans le cadre de la situation sanitaire liée au COVID, seul le reliquat des effluents radioactifs présents dans les cuves pourrait être à l'origine des rejets.

Cet évènement n'a eu aucune conséquence radiologique sur le personnel ou sur l'environnement compte tenu des valeurs mesurées.

✓ **Événement déclaré le 15 juin 2020 à l'INB 39 MASURCA**

Perte de la surveillance en continu des mesures des rejets atmosphériques consécutive à une perte totale momentanée des alimentations électriques.

A l'occasion d'une opération de repérage de câbles hors tension, un câble du système d'arrêt d'urgence électrique a été déconnecté de sa boîte de jonction de façon intempestive. Cette déconnexion intervenant sur le réseau d'arrêt d'urgence 48V a entraîné la perte totale des alimentations électriques de l'installation et donc l'arrêt des mesures en continu des rejets cheminées (mesures en continu des gaz rares, bêta et alpha global pour les émissaires E35 et E36) et des ventilations nucléaires.

La perte de la surveillance radiologique pendant environ 25 minutes n'a entraîné aucune conséquence sur l'environnement du fait de l'arrêt des rejets gazeux (arrêt des ventilateurs et aucune opération à risque de dissémination en cours).

✓ **Événement déclaré le 3 juillet 2020 à l'INB 123 LEFCA**

Fuite ayant entraînée l'émission de 24 kg de fluide frigorigène de type R134A.

Dans le cadre de travaux en lien avec la Visite Réglementaire Périodique (VRP) décennale relative à la requalification des Equipements Sous Pression (ESP) du groupe froid de l'INB 123, il a été procédé à la vidange des circuits de fluide frigorigène.

La réalisation du contrôle d'étanchéité du circuit préalable à la réintroduction du fluide frigorigène a fait apparaître la présence de fuites. Les diagnostics réalisés ont alors permis de localiser une fuite au niveau de deux vannes des circuits « Haute Pression » (HP) et « Basse Pression » (BP). Après le remplacement des vannes concernées, un test d'étanchéité a été réalisé afin de confirmer la bonne étanchéité des circuits.

Les défauts constatés ont entraîné l'émission dans l'environnement d'environ 24 kg de fluide frigorigène de type R134-A.

Cet évènement n'a pas eu de conséquence pour les travailleurs ou le public.

✓ **Événement déclaré le 3 août 2020 à l'INB 54 LPC**

Perte de la surveillance radiologique en continu des rejets cheminés pour les émissaires E54 (ATD) et E57 (extension) de l'INB 54.

Dans le cadre de la maintenance annuelle programmée du poste HT/BT de l'INB 54, les alimentations électriques normales et secourues du bâtiment doivent être coupées. Pour cette opération, un groupe électrogène mobile (GEM) a été installé pour reprendre l'alimentation électrique des éléments importants pour la protection (EIP). Par ailleurs, conformément aux procédures de l'installation, l'installation avait été mise en sécurité et aucune autre opération n'était autorisée.

Pendant cette maintenance, la surveillance radiologique des rejets cheminée de l'émissaire E54 (ATD) a été perdue pendant 55 minutes, suite à la consignation par erreur du disjoncteur alimentant depuis le GEM l'onduleur MEMOND827. Ce dernier ayant pour rôle d'alimenter l'ensemble du réseau ondulé et notamment l'alimentation de la surveillance radiologique de l'émissaire E54.

Lors de la remise en service de de l'alimentation électrique normale, la surveillance radiologique des rejets cheminée pour l'émissaire E57 (LPC extension) a été perdue pendant 45 minutes, du fait d'une erreur de phasage lors des basculements de l'alimentation GEM à l'alimentation normale.

Une mise à jour de la procédure relative à la prise en compte des coupures d'alimentation électrique du poste HT/BT a été prévue pour éviter le renouvellement de cet évènement.

Cet évènement n'a eu aucune conséquence sur le personnel ou l'environnement.

✓ **Événement déclaré le 25 août 2020 à l'INB 37B STE**

Découverte de terre marquées sur la partie ouest du talus du bâtiment 322

Dans le cadre de la réalisation du plan d'actions de gestion des eaux pluviales de l'INB 37B, des prélèvements de terre dans des zones non encore caractérisées ont été effectués fin juillet 2020. Les résultats d'analyse de ces prélèvements de surface des terres situées en partie basse du talus Ouest de la vallée des cuves ont mis en évidence la présence d'un marquage radiologique en Cs137, Co60 et Am241.

Des zonages opérationnels ont été mis en place ainsi qu'un balisage.

Le bilan de connaissance sur l'état radiologique des aires extérieures de l'INB 37B sera enrichi de cet évènement lors de sa prochaine mise à jour.

Cet évènement n'a pas eu de conséquence pour les travailleurs ou le public.

- ✓ **Événement déclaré le 3 septembre 2020 à l'INB 56 Parc d'entreposage**
Découverte de la non comptabilisation de la fraction des rejets en tritium de l'INB56 émise par l'émissaire E61.

Dans le cadre d'investigations préalables au désentreposage de colis de déchets présents dans le hangar H3 du Bâtiment 295, des analyses radiologiques ont été réalisées de décembre 2019 à juin 2020 sur des échantillons de ces déchets, sur l'ambiance du hangar H3 et à son émissaire. Les résultats d'analyses ont montré des valeurs significatives en tritium.

La présence de tritium n'avait pas été identifiée dans le spectre radiologique des déchets entreposés dans le hangar H3 avant la réalisation des analyses de décembre 2019. Les effluents gazeux rejetés à l'émissaire E61 ne faisaient donc pas l'objet d'une mesure en tritium. Cette activité tritium rejetée à l'émissaire E61 n'est donc pas comptabilisée dans les rejets de l'INB56 déclarés dans les bilans mensuels.

L'estimation des rejets à l'émissaire E61 ne remet pas en cause le respect de l'autorisation de rejet sur l'INB 56. En tenant compte des rejets tritium au niveau de l'émissaire E61, l'activité des rejets globaux en tritium estimée représente environ un tiers de l'autorisation annuelle de rejets en tritium de l'INB56 dans la décision ASN n° 2017-DC-0596.

Un barboteur tritium a été mis en place sur l'émissaire E61 afin d'assurer un contrôle continu des rejets tritium. Cette surveillance sera à terme intégrée dans les décisions rejets du centre.

Cet événement n'a pas eu de conséquence pour les travailleurs ou le public.

- ✓ **Événement déclaré le 30 novembre 2020 à l'INB 54 LPC**
Non réalisation complète du CEP annuel relatif à l'étanchéité des circuits de rejet des effluents gazeux entre les DNF et les points de rejet des émissaires de l'INB 54.

Dans le cadre du plan d'action du réexamen périodique de l'INB 54, il a été mis en évidence que les fiches de relevé liées aux gammes opératoires concernant la vérification annuelle de l'étanchéité des circuits de rejet des effluents gazeux entre les DNF et les points de rejet des émissaires ne sont pas à jour.

L'origine de ces écarts provient de la non prise en compte dans le suivi de la maintenance de tronçons de gaines de ventilation modifiées lors de différents chantiers de réfection des réseaux réalisés depuis mars 2015.

La gamme concernée relative au contrôle de l'étanchéité des circuits de rejet en aval des DNF sera mise à jour pour prendre en compte les tronçons modifiés. Les contrôles manquants ont été effectués.

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

- ✓ **Événement déclaré le 9 décembre 2020 à l'INB 56 (déclaration mise à jour le 4 février 2021)**
Perte de l'enregistrement continu du débit de rejet des effluents gazeux de l'émissaire E41.

Lors du relevé mensuel des mesures de débit des effluents gazeux rejetés à l'émissaire E41 du mois de novembre 2020, il a été constaté un dysfonctionnement de l'enregistreur en continu des mesures de débits.

Des investigations ont été réalisées sur l'enregistreur le 04/12/2020 et ont mis en évidence que ce dysfonctionnement était lié à une erreur de paramétrage de l'enregistreur lors de sa remise en service le 02/11/2020 après une opération de maintenance. Les différentes investigations et actions de réglage ont permis de retrouver un fonctionnement nominal de l'enregistreur le 07/12/2020.

Le 02/02/2021, lors d'une vérification des fichiers de mesures de débits des mois de décembre 2020 et janvier 2021 relevées sur l'enregistreur, il a été constaté une perte d'enregistrements due à une autre erreur de paramétrage qui n'avait pas été identifiée lors de l'action de réglage du 07/12/2020. L'acquisition des mesures était réalisée toutes les secondes. La capacité des enregistrements étant limitée à 100000 mesures, les données n'ont été enregistrées qu'entre le 07/12/2020 et le 09/12/2020 puis entre le 5/01/2021 et le 06/01/2021. Un nouveau paramétrage a été réalisé le 02/02/2021 afin de régler le pas de temps d'acquisition de l'enregistreur à 1 minute.

Toutefois, au moment de ces défauts d'enregistrement, le report en local, au niveau du coffret de ventilation de l'émissaire E41, du débit mesuré de rejets était opérationnel et a été vérifié lors des rondes hebdomadaires de l'installation.

Des vérifications complémentaires du bon fonctionnement de l'enregistreur après chaque opération de maintenance seront mises en place par l'INB, un enregistreur de secours sera acheté pour compenser d'éventuelles indisponibilités des enregistreurs et la procédure d'enregistrement des débits des émissaires de l'INB sera mise à jour pour préciser l'organisation et les actions de vérifications.

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

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 environnements du centre.

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.

Les thèmes relatifs aux analyses d'événements significatifs ayant fait l'objet d'une alerte particulière des INB en 2020 sont les suivants :

- Perte de la mesure de débit aux émissaires du fait de la dégradation des dispositifs du système de mesure (faisant suite à des événements déclarés en 2019 sur les INB 164-CEDRA et 25-RAPSODIE),
- Le plan d'actions pour limiter les émissions involontaires de fluides frigorigènes faisant suite à des déclarations d'événements et des écarts survenus dans les installations en 2019.

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 les 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, 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 les essais se poursuivent depuis.

En complément de ces II, 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 2020, 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 imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Energie 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 2020 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 2020, est présenté au paragraphe 15.4.3 (tableau 37).

13.2.2 Rejets liquides

Les rejets (radiologiques et chimiques) dans le milieu naturel sont réglementés par 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. (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.

Hormis ces bassins dédiés aux aéroréfrigérants du RES, les installations techniques de l'INBS-PN en service en 2020 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/m ³)
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 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 22.3.

14. BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU

La quantité d'eau consommée par l'INBS-PN pour l'année 2020 s'élève à 122 531 m³. Cette valeur prend en compte la consommation de l'installation individuelle RES correspondant à 103 949 m³ (dont environ 102 720 m³ provenant du Canal de Provence), due essentiellement au fonctionnement des circuits de réfrigération du réacteur.

Cette quantité d'eau correspond à 5,1% de la valeur limite annuelle.

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 (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 ; il 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 1^{er} août 2019.

15.2 OPERATIONS DE TRAITEMENTS DES TOURS AEROREFRIGERANTES

15.2.1 Bilan des opérations de traitement des tours aéroréfrigérantes par acides sulfuriques, tartrifuge, biocides et quantités utilisées en 2020

Le bilan des opérations de traitement des tours aéroréfrigérantes utilisant des substances chimiques se retrouvant ensuite dans les rejets, réalisées en 2020, 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 tours aéroréfrigérantes relevant de la rubrique 2921 de la nomenclature des ICPE situées dans le périmètre de l'INBS-PN.

Tableau 29: Bilan des opérations de traitement des tours aéroréfrigérantes utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2020 sur l'installation Moyens d'essais

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	303 kg
Biocides	BWT CS-3016+	60 kg
	ECO-MX*	14 577 kg

* 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 de traitement des tours aéroréfrigérantes utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2020 sur l'installation FSMC

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	75 kg
Biocides	BWT CS-3001	46 kg

Tableau 31: Bilan des opérations de traitement des tours aéroréfrigérantes utilisant des substances chimiques et quantités utilisées en 2020 sur l'installation RES-MC/CMA/CMB

Type d'opération	Produits chimiques	Quantités utilisées
Dispersant, antitartre et anticorrosion	BWT CS-1003 MBT	3460 kg
Biocides	ECO-MX*	Environ 43 200 kg
	Javel	8 m ³
	Acide sulfurique	9,3 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 000kW + 3 TARs de 555 kW)

Tableau 32: Bilan 2020 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TARs des installations de l'INBS-PN TARs ME

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
02/12/2020	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
04/11/2020	<100		Sans objet
07/10/2020	<100		Sans objet
02/09/2020	<100		Sans objet
05/08/2020	<100		Sans objet
15/07/2020	<100		Sans objet
03/06/2020	<100		Sans objet
06/05/2020	<100		Sans objet
01/04/2020	<100		Sans objet
04/03/2020	<100		Sans objet
05/02/2020	<100		Sans objet
08/01/2020	<100		Sans objet

Tableau 33: Bilan 2020 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TARs des installations de l'INBS-PN TARs FSMC

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
02/12/2020	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
04/11/2020	<100		Sans objet
07/10/2020	<100		Sans objet
02/09/2020	<100		Sans objet
05/08/2020	<100		Sans objet
01/07/2020	<100		Sans objet
16/06/2020	<100		Sans objet
06/05/2020	<100		Sans objet
01/04/2020	<100		Sans objet
04/03/2020	<100		Sans objet
05/02/2020	<100		Sans objet
08/01/2020	<100		Sans objet

Tableau 34: Bilan 2020 du suivi des concentrations de légionnelles pour les TARs des installations de l'INBS-PN TARs RES

Date prélèvement	Valeurs (UFC/l)	Remarques	Actions correctives
02/12/2020	<100	Méthode générale par ensemencement direct et filtration sur membrane	Sans objet
04/11/2020	<100		Sans objet
07/10/2020	<100		Sans objet
02/09/2020	<100		Sans objet
05/08/2020	<100		Sans objet
01/07/2020	<100		Sans objet
03/06/2020	<100		Sans objet
06/05/2020	<100		Sans objet
01/04/2020	<100		Sans objet
04/03/2020	<100		Sans objet
05/02/2020	<100		Sans objet
08/01/2020	<100		Sans objet

Aucun dépassement des seuils de concentration en légionnelles n'est à noter pour l'année 2020 sur les TARs 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 limites 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 2020 est présenté dans le tableau 35 pour l'ensemble des installations nucléaires de l'INBS-PN. Les valeurs mensuelles correspondent au cumul des activités transférées mensuellement par chaque installation.

Tableau 35 : Activité des effluents liquides transférés pour l'année 2020 vers la STEP EI

Transferts liquides suspects INBS-PN	Activité transférée (GBq)				Volume (m ³)
	Tritium	Carbone 14	Bêta globale	Alpha globale	
Janvier	3,5E-04	--	4,3E-05	3,7E-05	26,7
Février	3,8E-04	--	2,9E-05	1,5E-05	29
Mars	0,0E+00	--	0,0E+00	0,0E+00	0
Avril	0,0E+00	--	0,0E+00	0,0E+00	0
Mai	1,0E-03	--	7,9E-05	6,2E-05	79
Juin	2,2E-03	--	1,5E-04	7,5E-05	147,8
Juillet	1,6E-04	--	4,9E-05	2,7E-05	12
Août	1,1E-03	--	2,9E-04	4,3E-05	86,3
Septembre	6,0E-04	--	4,7E-05	3,0E-05	46,5
Octobre	2,0E-03	--	5,0E-04	9,4E-05	154,3
Novembre	8,1E-04	--	6,2E-05	3,2E-05	62
Décembre	9,0E-04	--	8,7E-05	3,7E-05	69
Cumul annuel (GBq)	9,6E-03	-	1,3E-03	4,5E-04	712,6
Autorisation annuelle (GBq)	5,3E+00	-	5,30E-02	1,90E-02	-
% Autorisation annuelle	0,2%	-	2,5%	2,4%	-

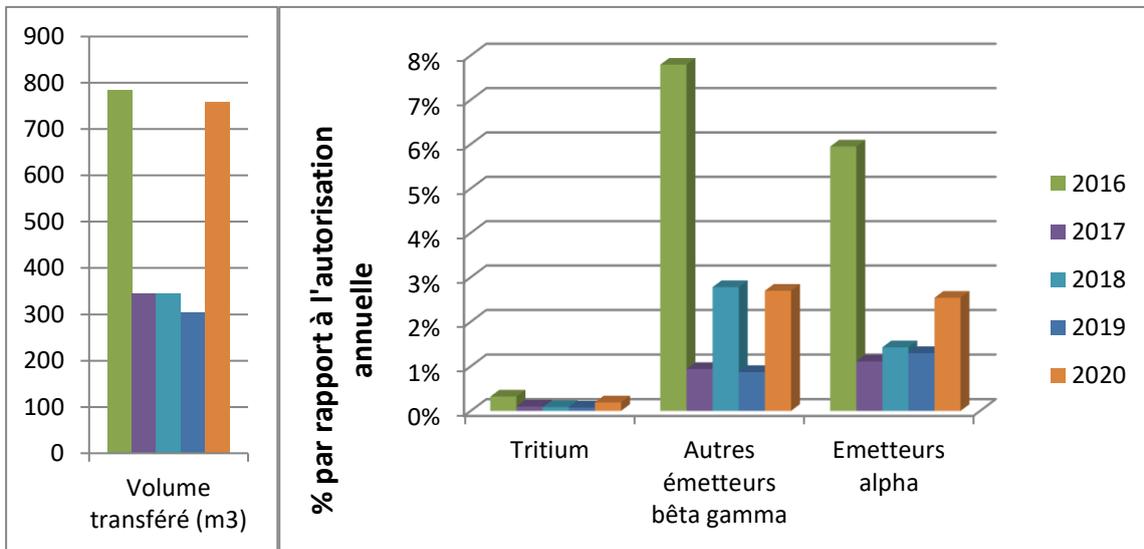


Figure 28 : Transferts d'effluents liquides suspects, 2016-2020

Globalement les activités de l'ensemble des paramètres sont largement inférieures à l'autorisation associée, moins de 3% de l'autorisation pour l'année 2020. La plupart des activités déclarées correspondent à des activités en quantités non détectables par les appareils de mesures, dans ce cas on considère forfaitairement que l'activité prise en compte dans le calcul d'impact est égale au seuil de décision pour le radionucléide considéré multiplié par le volume transféré.

On observe une augmentation des activités en lien direct avec l'augmentation des volumes, le RES est le principal contributeur en 2020.

- RES : 541,4 m³ : 71% (21 transferts de cuves)
- RNG : 130,7 m³ : 17%
- ME : 43,7 m³ : 6%
- FSMC : 38 m³ : 5%
- AZUR : 5 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 la Station de Traitement des effluents radioactifs de l'INB 171 AGATE.

Le tableau 36 rappelle le bilan des effluents actifs transférés pour 2020.

Tableau 36 : Activité des effluents liquides radioactifs transférés pour l'année 2020 vers l'INB 171 AGATE

Transferts liquides actifs l'INBS-PN	Activité transférée (GBq)				
	Tritium	Carbone 14	Iodes radioactifs	Autres émetteurs bêta gamma	Emetteurs alpha
Activité transférée	5,01E-03	3,25E-04	6,23E-04	5,91E-02	1,52E-03
Valeurs limites annuelles	7,70E+02	2,1	2,20E+02	1,6E+04	4,00E-02
% Autorisation annuelle	0,0007%	0,02%	0,0003%	0,0004%	3,8%

Le volume des effluents radioactifs transféré en 2020 vers l'INB 171 AGATE est de 33,9 m³.

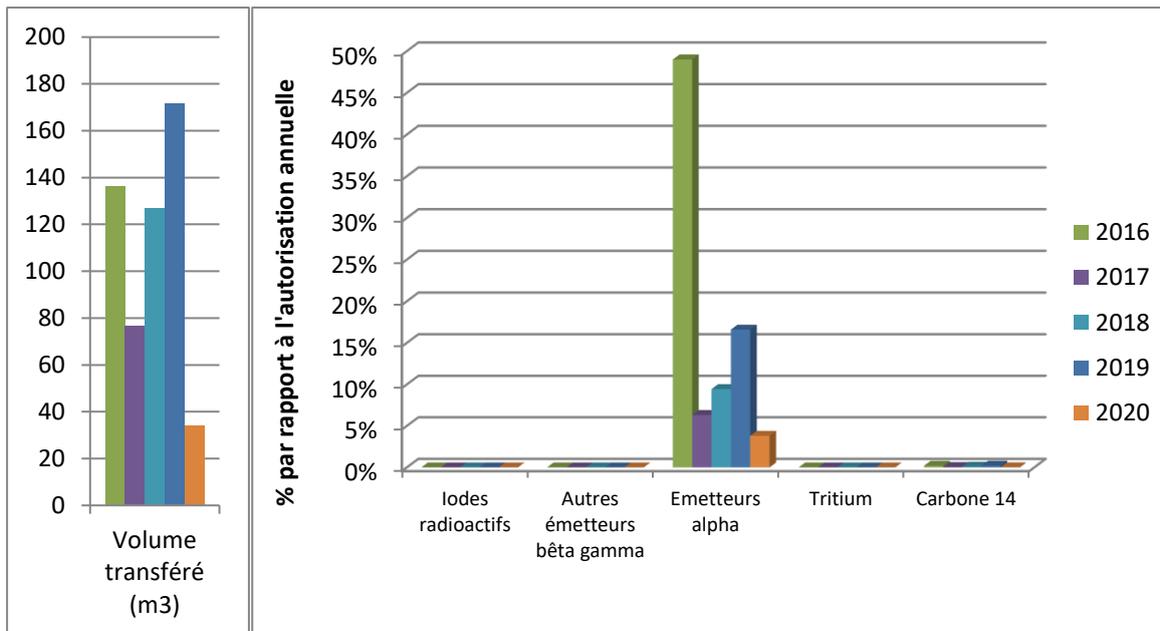


Figure 29 : Transferts d'effluents liquides actifs, 2016-2020 – Activités

Globalement l'ensemble des paramètres sont très largement inférieurs à l'autorisation associée : moins de 4% de l'autorisation pour l'année 2020 pour les émetteurs alpha et moins de 1% pour les autres émetteurs.

Compte tenu du contexte de l'année, très peu d'évacuations d'effluents actifs ont été effectuées en 2020 : 29,5 m³ sur RNG, 4,4 m³ sur AZUR.

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 2020, est présenté dans le tableau 37.

Tableau 37 : Flux d'effluents industriels transférés en 2020 à la STEP EI depuis l'INBS-PN en kg/an

Installation	RNG	ME	AZUR	FSMC	RES
DCO	5,99E-01	3,13 E+00	0,00E+00	9,16E-01	1,34E+00
MEST	1,35E-01	4,46E-01	0,00E+00	1,05E+00	8,74E-01
DBO5	0,00E+00	6,52E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,60E-02
Arsenic	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Cadmium	5,20E-05	1,19E-04	1,19E-02	1,59E-04	5,74E-04
Chrome	0,00E+00	2,66E-04			5,36E-04
Chrome hexavalent	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Cuivre	3,20E-04	2,38E-02	0,00E+00	6,15E-03	1,75E-02
Mercure	0,00E+00	5,97E-05	0,00E+00		1,23E-04
Nickel	4,40E-04	2,29E-03		1,76E-04	7,06E-03
Plomb	1,15E-03	1,01E-03	5,50E-05	1,99E-04	2,51E-03
Zinc	2,15E-02	4,14E-03	7,50E-05	1,67E-02	4,95E-02
Phosphore	4,50E-03	2,36E-02	0,00E+00	2,20E-02	3,15E-02
NGL	4,48E-02	8,04E-02	0,00E+00	3,96E-01	1,62 E+00
Chlorures	8,29E-01	3,91E-01	0,00E+00	1,56E+00	1,18E+00
Cyanures	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00
Fluorures	4,60E-03	2,11E-03	0,00E+00	2,83E-03	0,00E+00
Hydrocarbures	1,10E-02	3,25E-03	0,00E+00	6,29E-03	5,36E-02
Aluminium	1,56E-03	6,65E-03	6,00E-05	1,88E-02	1,01E-02
Fer	3,68E-02	4,21E-02	8,00E-05	1,70E-02	1,33E-01
Bore	0,00E+00	2,85E-02	1,77E-02		1,54E-03
Sulfates	5,20E-01	5,02 E+01	0,00E+00	1,81E+00	1,33E+00
Étain	0,00E+00	5,62E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Manganèse	3,39E-03	1,84E-03	0,00E+00	8,53E-04	1,43E-02
AOX	1,11E-03	1,14E-03	0,00E+00	1,09E-03	4,41E-03
Volume transféré (m ³)	97	43,7	5	25,5	575,4

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

Par rapport à l'année 2019, 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 2019 et 2020 (130 m³ → 97 m³) ;
- sur l'installation ME, les volumes transférés sont stables entre 2019 et 2020 (42 m³ → 43,7 m³) en cohérence avec l'activité sur l'année ;
- sur l'installation AZUR, le volume reste faible et stable (5,5 m³ → 5 m³) ;
- sur l'installation RES, l'augmentation 2020 est directement associée au fonctionnement du réacteur RES sur l'année (184 m³ → 575,4 m³) ;
- sur l'installation FSMC, les volumes transférés ont augmenté mais restent relativement faibles (13 m³ → 25,5 m³).

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

Tableau 38 : Effluents liquides générés par les aéroréfrigérants du réacteur RES pour l'année 2020

	Volume m ³	Phosphore (kg/an)	Chlorures (kg/an)	Sulfates (kg/an)	Zinc (kg/an)	AOX (kg/an)
Quantité rejetée	5,83E+04	1,25E+02	5,47E+03	1,89E+04	2,60E+00	1,31E+01
Flux total annuel autorisé	-	1,6E+03	7,1E+04	5,6E+05	1,6E+03	3,0E+02
%	-	7,8%	7,7%	3,4%	0,2%	4,4%

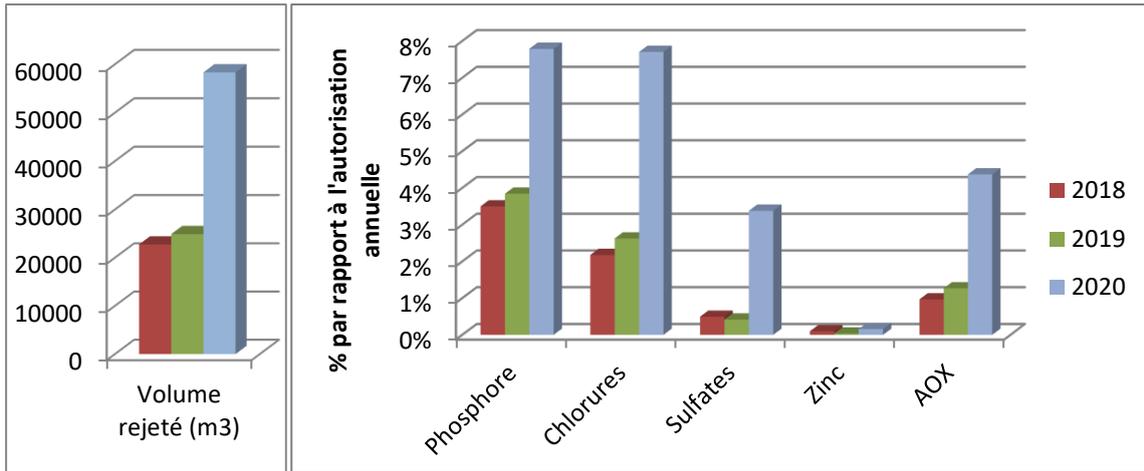


Figure 30 : Rejets Durance 2018-2020 - Quantités

On note en 2020 une montée en puissance des évacuations en lien direct avec le fonctionnement du réacteur RES. Sur l'année : 29 demandes d'évacuations, 26 rejets effectifs (avec 5 en septembre, 5 en octobre).

A noter que :

- le pH des effluents rejetés par les bassins spécifiques du RES en Durance est compris, sur l'année 2020, entre 6,5 et 8,5.
- Compte tenu du débit maximal de rejet de 300m³/h et que sur l'année 2020, le rejet a été réalisé uniquement en heures ouvrées, le débit maximal de 7200m³/jour n'a pas été dépassé.
- La température maximale de rejet d'un bassin étant de 30°C, par calcul dans les conditions les plus pénalisantes (avec une température minimale de la Durance à 3°C, un débit minimale de la Durance de 9m³/s et un débit rejet horaire maximal de 300m³/h), l'écart de température est au plus de +0,25°C, donc inférieur au seuil de 1°C fixé par l'arrêté.

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 2020.

Le tableau 39 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 39 : Activités rejetées pour l'année 2020 pour les rejets atmosphériques

Rejets gazeux INBS PN	Activité rejetée (GBq)					
	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Iodes	Bêta globale	Alpha globale
Janvier	1,48E-02	3,96E-02	1,58E+02	1,04E-04	1,48E-05	1,38E-06
Février	1,08E-02	6,12E-02	1,48E+02	1,12E-04	1,48E-05	1,36E-06
Mars	1,26E-02	1,50E-01	1,58E+02	1,17E-04	1,52E-05	1,39E-06
Avril	1,14E-02	7,62E-02	1,53E+02	1,22E-04	1,49E-05	1,43E-06
Mai	1,62E-02	1,20E-01	1,58E+02	1,07E-04	1,46E-05	1,43E-06
Juin	1,19E-02	6,41E-02	1,53E+02	1,07E-04	1,44E-05	1,42E-06
Juillet	1,43E-02	9,75E-02	1,58E+02	1,42E-04	1,51E-05	1,80E-06
Août	1,31E-02	7,39E-02	1,58E+02	1,08E-04	1,41E-05	1,35E-06
Septembre	1,16E-02	1,16E-01	1,53E+02	1,09E-04	1,45E-05	1,36E-06
Octobre	1,24E-02	2,23E-01	1,58E+02	9,78E-05	1,43E-05	1,38E-06
Novembre	1,34E-02	7,83E-02	1,53E+02	9,96E-05	1,47E-05	1,38E-06
Décembre	1,04E-02	1,45E-01	1,58E+02	1,04E-04	1,45E-05	1,36E-06
Cumul annuel (GBq) 2020	1,53E-01	1,24E+00	1,87E+03	1,33E-03	1,76E-04	1,70E-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	0,3%	7,3%	14,4%	8,9%	43,9%	56,8%

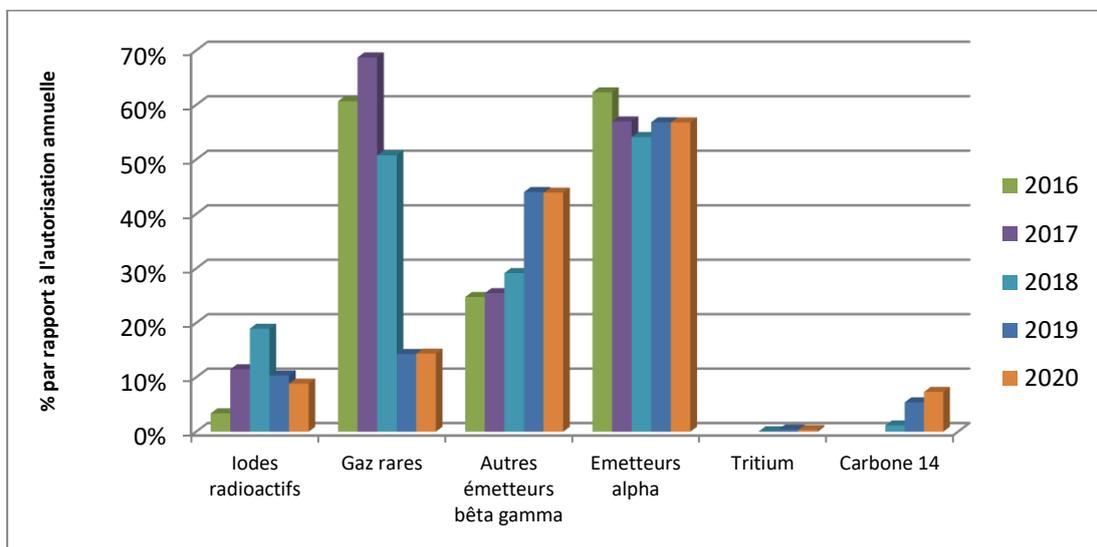


Figure 31 : Rejets effluents gazeux radioactifs 2016-2020 - Activités

- A noter pour l'année 2020 : La plupart des activités déclarées correspondent à des activités en quantités non détectables par les appareils de mesures, dans ce cas on considère forfaitairement que l'activité prise en compte dans le calcul d'impact est égale au seuil de décision pour le radionucléide considéré multiplié par la quantité d'air rejetée ;
- 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 2018 (sur 1 trimestre), 2019 et 2020 (sur 1 année) par rapport aux années précédentes ;

- Iodes : l'augmentation en 2018 est liée à des problématiques constatées lors des essais PAI, on observe un retour à la normale en 2019 et 2020 ;
- 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 et $1,5 \cdot 10^3$ Bq/m³ depuis suite au changement de l'appareil de surveillance ; 10^3 Bq/m³ pour l'II RES) → d'où la diminution de déclaration de rejets « gaz rares » observée en 2018 sur un trimestre, sur une année complète en 2019 et 2020 ;
- Les émetteurs tritium et carbone 14 sont comptabilisés depuis octobre 2018.

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 2020 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. Deux campagnes ont été réalisées en 2020.

Tableau 40 : Résultats des mesures sur les effluents gazeux de la chaudière MARIE pour l'année 2020

ME	Flux horaire (g/h) SO ₂	Flux horaire (g/h) NO ₂
février	380	449
octobre	190	412

Les flux horaires sont inférieurs aux flux horaires identifiés dans l'arrêté (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). Les flux horaires sont du même ordre de grandeur que les années précédentes.

15.6.2.2 FSMC - bâtiment 444

Les campagnes de mesure réalisées de janvier à décembre 2020 sont présentées dans le tableau 41.

Tableau 41 : Résultats des mesures sur les effluents gazeux de l'installation FSMC pour l'année 2020

FSMC	Flux horaire (g/h) HF	Flux horaire (g/h) NO ₂
janvier	1,0	15,0
février	4,0	5,0
mars	*	*
avril	*	*
mai	3,0	3,0
juin	1,0	0,0
juillet	7,0	45,0
août	5,0	2,0
septembre	3,0	0,0
octobre	1,0	5,0
novembre	2,0	7,0
décembre	2,0	8,0

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.

*Pour les mois de mars et d'avril 2020, compte tenu de la fermeture consécutive à l'annonce du confinement sanitaire national décrété dans le cadre de la lutte contre la pandémie de COVID-19, une mise à l'arrêt complet de l'installation a été réalisée. Ainsi aucun effluent atmosphérique chimique n'a été émis durant les mois de mars et d'avril 2020.

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 31.3.2) 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 APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Au titre de l'année 2020, 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 34 du présent rapport environnemental.

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 - chapitres 35 et 36 du présent 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. EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT

En application de l'article 31 de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié, le présent chapitre fait état des événements (incidents ou dysfonctionnements) relevant de l'environnement ayant été portés à la connaissance des autorités compétentes.

Aucun événement significatif relevant de l'environnement en 2020.

21. 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

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

Le CEA exploite 23 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) dont 15 « à caractère nucléaire ».

Au titre de l'année 2020, le texte de référence est :

- 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.

22.1 TRANSFERTS ET /OU REJETS D'EFFLUENTS

22.1.1 Transferts liquides

22.1.1.1 Transferts liquides radiologiques

En application de l'annexe 1 de l'arrêté préfectoral du 25 septembre 2006, pour les ICPE concernées par des transferts d'effluents liquides radiologiques, les valeurs limites sont précisées dans la fiche de caractérisation de chaque installation.

22.1.1.2 Transferts liquides chimiques

En application de l'annexe 1 de l'arrêté préfectoral du 25 septembre 2006, pour les ICPE concernées par des transferts d'effluents liquides chimiques, les valeurs limites sont précisées dans la fiche de caractérisation de l'installation.

22.1.2 Rejets liquides radiologiques et chimiques

22.1.2.1 Rejets liquides radiologiques

En conformité avec l'article 4.3.7.3 de l'arrêté préfectoral, les limites annuelles 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 1/6 ^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

C – BILANS ICPE

En conformité avec l'annexe B de l'arrêté préfectoral, les valeurs de référence des conditions de rejets sont rappelées dans le Tableau K.

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

En conformité avec l'annexe B de l'arrêté préfectoral, 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

22.1.2.2 Rejets liquides chimiques

Conformément à l'annexe B de l'arrêté préfectoral, les valeurs limites des rejets liquides sont rappelées dans le Tableau M.

Tableau M : Valeurs limites de rejet des effluents sanitaires et industriels après traitement

Caractéristiques contrôlées	Valeurs limites	
Débit journalier des effluents rejetés	4 000 m ³ /j en maximum journalier avec une moyenne journalière mensuelle de 3 000 m ³ /j	
pH	Entre 5,5 et 9	
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
Fer (Fe)	2,5	5
Zinc (Zn)	2	4,5
Fluorures (F ⁻)	1	2,25

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

22.1.3 Rejets gazeux

22.1.3.1 Rejets gazeux radiologiques

Les valeurs limites des rejets gazeux radioactifs de l'ensemble des ICPE du Centre de Cadarache sont rappelées 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	Autres émetteurs Alpha
Valeurs limites (GBq)	4,5	2,8E+02	3,7E-02	5,2E-04	2,0E-05

22.1.3.2 Rejets gazeux chimiques

Rappel des valeurs limites annuelles des rejets gazeux chimiques par installation fixées dans l'annexe 2 de l'arrêté préfectoral n°113-2006-A du 25 septembre 2006 et 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.

Tableau O : ICPE CHAUFFERIE CENTRALE - valeurs limites de rejet chimique gazeux

Paramètre	Concentration en mg/Nm ³ 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 Rhone du 30/01/2017). Les nouvelles valeurs relatives au NOx sont :

✓ Situation normale :

2 moteurs de cogénération + 2 chaudières 17 MW - Puissance maximale autorisée : 46,13MW – Flux horaire NOx : 5,68Kg/h

✓ Situation dégradée:

2 moteurs de cogénération + 2 chaudières 10 MW et 1 chaudière 17 MW - Puissance maximale autorisée : 49,11MW – Flux horaire NOx : 6,84Kg/h

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

22.2 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 du chapitre 6.3 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.

Les valeurs limites sont rappelées dans les tableau 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. 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 29 avril au 2 mai 2019 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 précité. »

23. BILANS DES CONSOMMATIONS D'EAU

23.1 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 315 649 m³ en 2020, soit 7,9% de la valeur limite de prélèvement.

Pour mémoire, le volume total prélevé dans le milieu naturel sur la période 2016-2020 est présenté dans le tableau 42.

Tableau 42 : Volumes totaux annuels prélevés dans le milieu naturel sur les 5 dernières années

Période 2016-2020	2020	2019	2018	2017	2016
Volume total prélevé dans le milieu naturel en m ³	315 649	311 815	349 933	434 639	407 872

C – BILANS ICPE

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.).

La diminution d'environ 10% du volume d'eau brute prélevé en 2019 et 2020 par rapport à 2018 est liée principalement à la diminution des besoins de production en eau potable, en lien direct avec les consommations en eau potable des installations du Centre et des unités extérieures.

23.2 QUANTITE D'EAU CONSOMMEE PAR LES ICPE

La quantité d'eau consommée par les ICPE pour l'année 2020 s'élève à 80 575 m³.

Pour mémoire, la consommation totale en eau potable sur la période 2016-2020 est présentée dans le tableau 43.

Tableau 43 : Consommations totales annuelles des ICPE en eau potable sur les 5 dernières années

Période 2016-2020	2020	2019	2018	2017	2016
Volume total consommé en eau potable (en m ³)	80 575	92 793	92 128	105 909	103 458

Cette baisse de consommation d'eau en 2020 est pour partie liée à la situation sanitaire.

Le bilan de la consommation en eau des ICPE est présenté dans le Tableau 44.

Tableau 44 : 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	1 493
COMIR	225	90
Station de transit de Déchets conventionnels	785, ZDT et 1225 (DD)	73
Décontamination-Démantèlement (ICPE 312)	312	1 162
Eau lourde	237	0
HRT	201 - 202 - 203 - 264 - 297 - 718	214
Intercontrôle Sud	443 - 464	283
La Rotonde	801	51
Laboratoire d'analyses IBEB (BIAM*)	156-158-161-177-181-184-185	1 792
Laboratoire UO2	315	237
LARC (Ex Laboratoire Banalisé)	152	209
MMB	411	2
PLINIUS	281	1 725
Radionucléide à vie longue	307	1
RHODIA	420 - 465	0
SPR Laboratoire d'analyses	310	249
Station de pompage**	955	53 404
Station d'épuration Industrielle	110	15
TORE SUPRA	506 - 510 - 511	18 949
TOTEM	224	626
Total ICPE en m³		80 575

*la nouvelle ICPE BIAM (bâtiment 1900) à l'extérieur du Centre était en cours de construction/aménagement en 2020. Du fait de sa mise en service en 2021, les consommations d'eau de cette ICPE seront prises en compte dans le Rapport Annuel Environnemental 2021.

**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).

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

24.1 REGLES DE COMPTABILISATION

24.1.1 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 des Rayonnements (SPR).

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

24.1.2 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 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.

24.2 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 TORE SUPRA fonctionnent en permanence. La consommation d'eau pour le fonctionnement en 2020 est de 18 378 m³.

Les résultats des analyses mensuelles menées sur les TAR pour l'année 2020 sont rappelés dans les tableaux 45 et 46.

- Tour aéroréfrigérante référencée : TAR 1 (bâtiment n°511)

Tableau 45 : Résultats des analyses mensuelles sur la TAR 1 en 2020

Date du prélèvement	Résultat de l'analyse (UFC/l)	Référence du rapport d'analyse du laboratoire accrédité	Remarques/commentaires	Actions correctrices ¹
23/01/2020	< 100	AR-20-XE-005576-01	Labo. EUROFINS	-
27/02/2020	< 100	AR-20-XE-03934-01	Labo. EUROFINS	-
23/03/2020	< 100	AR-20-XE-05347-01	Labo. EUROFINS	-
23/04/2020	< 100	AR-20-XE-06110-01	Labo. EUROFINS	-
19/05/2020	< 100	AR-20-XE-07638-01	Labo. EUROFINS	-
24/06/2020	< 100	AR-20-XE-11231-01	Labo. EUROFINS	-
28/07/2020	< 100	AR-20-XE-14289-01	Labo. EUROFINS	-
07/08/2020	< 100	AR-20-XE-15214-01	Labo. EUROFINS	-
02/09/2020	< 100	AR-20-XE-16969-01	Labo. EUROFINS	Nettoyage TARs (semaine 35)
07/10/2020	< 100	AR-20-XE-20073-01	Labo. EUROFINS	-
04/11/2020	100	AR-20-XE-22261-01	Labo. EUROFINS	-
02/12/2020	< 100	AR-20-XE-24427-01	Labo. EUROFINS	-

¹ En cas de dépassement de concentration de 1000 UFC/l

C – BILANS ICPE

- Tour aéroréfrigérante référencée : TAR 2 (bâtiment n°511)

Tableau 46 : Résultats des analyses mensuelles sur la TAR 2 en 2020

Date du prélèvement	Résultat de l'analyse (UFC/l)	Référence du rapport d'analyse du laboratoire accrédité	Remarques/commentaires	Actions correctrices ²
23/01/2020	< 100	AR-20-XE-005577-01	Labo. EUROFINS	-
27/02/2020	< 100	AR-20-XE-03934-02	Labo. EUROFINS	-
23/03/2020	< 100	AR-20-XE-05347-02	Labo. EUROFINS	-
23/04/2020	< 100	AR-20-XE-06110-02	Labo. EUROFINS	-
19/05/2020	< 100	AR-20-XE-07638-02	Labo. EUROFINS	-
24/06/2020	< 100	AR-20-XE-11231-02	Labo. EUROFINS	-
28/07/2020	< 100	AR-20-XE-14289-02	Labo. EUROFINS	-
07/08/2020	< 100	AR-20-XE-15214-02	Labo. EUROFINS	-
02/09/2020	< 100	AR-20-XE-16969-02	Labo. EUROFINS	Nettoyage TARs (semaine 35)
07/10/2020	< 100	AR-20-XE-20073-02	Labo. EUROFINS	-
04/11/2020	100	AR-20-XE-22261-02	Labo. EUROFINS	-
02/12/2020	< 100	AR-20-XE-24427-02	Labo. EUROFINS	-

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

24.3 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES

24.3.1 Bilan des rejets d'effluents liquides – Paramètres radioactifs

24.3.1.1 Bilan du rejet en Durance pour 2020 en application de l'arrêté préfectoral

Le bilan des activités rejetées en Durance au niveau de la station de rejet du Centre pour 2020 est présenté dans le Tableau 47.

Tableau 47 : Activités rejetées par la station des rejets du Centre pour 2020

Paramètres	Tritium (GBq/an)	Carbone 14 (GBq/an)	Emetteurs Bêta gamma (GBq/an)	Emetteurs Alpha (GBq/an)
Activité rejetée en 2020	4,16E+00	1,71E-03	2,10E-01	3,01E-05
Valeurs limites	1,00E+03	5,00E-01	1,5E+00	1,3E-01
% par rapport à l'autorisation	0,41	0,34	13,45	0,02
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
Activité rejetée en 2017	3,5E+00	2,2E-03	2,5E-01	1,3E-04
Activité rejetée en 2016	7,5E-01	2,3E-03	0,2,3E-01	1,8E-04

Le volume d'effluents rejetés pour l'année 2020 est de 1,17E+05 m³ (1,85E+05 m³ en 2019).

En 2020, il n'y a pas eu de dépassement par rapport aux valeurs de référence (Limites mensuelles et annuelles).

L'évolution des activités rejetées en 2020 s'exprime par :

- Une baisse des activités annuelles rejetées en émetteurs alpha, en émetteurs bêta-gamme et en carbone 14. Celle-ci s'explique par la baisse du volume d'effluents rejetés de 36% par rapport à l'année 2019, liée à la situation sanitaire,
- Une activité annuelle rejetée en tritium supérieure par rapport à 2019 (1 lot de distillats de l'INB 171 AGATE) ;
- Moins de précipitations au cours de l'année 2020 par rapport aux épisodes pluvieux intenses du dernier trimestre 2019.

24.3.1.2 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 48 (Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs 2019 à titre de comparaison).

Tableau 48 : Bilan des conditions de rejet dans la Durance en 2020

Paramètres	Activité volumique du rejet (Bq/l)		Débit d'activité (Bq/j)		Milieu récepteur Activité volumique ajoutée (Bq/l)	
	Autorisée (*)	Moyenne quotidienne maximum	Autorisée (*)	Moyenne quotidienne maximum	Autorisée (*)	Moyenne quotidienne maximum
Tritium	10 000	1560 (8,01)	2,25E+10	3,04E+09 (2,2E+07)	74	3,91E+00 (2,86E-02)
Ensemble des radioéléments autres que le tritium	100	1,73 (1,4)	2,25E+08	2,48E+06 (2,3E+06)	0,74	3,19E-03 (2,93E-03)

(*) cf. valeurs du tableau J.

En 2020, il n'y a eu aucun dépassement des conditions de rejet dans la Durance.

24.3.2 Bilan des rejets d'effluents liquides – Substances chimiques

Les résultats issus des mesures journalières sur l'année 2020 sont présentés dans le Tableau 49.

En 2020, le volume annuel rejeté en Durance est de 1,17 E+05 m³.

Tableau 49 : Résultats des mesures sur le rejet liquide en Durance pour l'année 2020

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	2662	318,6	0/112
pH	5,5 - 9	6,3	8,5	/	0/112
Température en °C	30	7,8	29,5	11,0	0/112

Paramètres		Seuil rejet AP 113-2006 en mg/l pour F en kg/j pour C	Valeur maximale en mg/l pour F en kg/j pour C	Valeur moyenne en mg/l pour F en kg/j pour C	Flux total annuel en kg	Nombre de dépassements / nombre de jours de rejets
DCO	C ³	100	52,0	18,6	/	0/112
	F ⁴	225	65,9	18,7	2098,6	0/112
MEST	C	35	38,0	5,8	/	1/112
	F	80	39,4	5,4	604,6	0/112
DBO5	C	30	11,0	3,0	/	0/112
	F	70	12,6	3,1	341,9	0/112
Aluminium	C	2,5	0,26	0,04	/	0/112
	F	5	0,19	0,04	4,6	0/112
Fer	C	2,5	0,90	0,31	/	0/112
	F	5	1,09	0,30	33,3	0/112
Zinc	C	2	0,2	0,03	/	0/112
	F	4,5	0,2	0,03	3,3	0/112
Phosphore	C	10	2,1	0,7	/	0/112
	F	22,5	2,5	0,7	78,4	0/112
Azote Global	C	30	39,2	12,0	/	4/112
	F	70	47,7	12,0	1340,1	0/112
Chlorures	C	200	219,0	122,2	/	4/112
	F	450	260,6	118,7	13290,2	0/112
Fluorures	C	1	0,3	0,1	/	0/112
	F	2,25	0,3	0,1	9,7	0/112
Hydrocarbures	C	5	1,04	0,16	/	0/112
	F	10	1,06	0,15	17,3	0/112
Sulfates	C	700	104,0	74,1	/	0/112
	F	1575	143,2	72,4	8106,7	0/112
Bore	C	0,5	0,10	0,05	/	0/112
	F	1	0,13	0,05	5,4	0/112

³ C : Concentration

⁴ F : Flux

Au cours de l'année 2020, les dépassements des paramètres Matières En Suspension MES (1 dépassement), azote global NGL (4 dépassements) et chlorures Cl (4 dépassements) ont fait l'objet de non-conformités en regard de l'annexe B de l'arrêté préfectoral 113-2006A « dans le cas de prélèvements instantanés, plus de 10 % des valeurs dépassent la valeur limite sur la base de calcul du mois ».

Le dépassement ponctuel en MES a pour origine un développement d'algues suite aux fortes chaleurs.

Les dépassements en azote global proviennent d'une dénitrification insuffisante causée par un manque de charge organique en entrée de la station d'épuration sanitaire (STEP ES), dû à la baisse de présence de salariés sur site, induite par la crise sanitaire COVID19.

Les dépassements en chlorures sont dus à l'utilisation de chlorure ferrique pour traiter le phosphore total de la STEP ES afin de respecter la valeur seuil de ce paramètre en sortie de la STEP ES.

Il est à noter que les rejets de l'année 2020 dans la Durance ont fait l'objet de tests poissons conformes aux prescriptions de l'arrêté.

L'évolution des flux rejetés entre les années 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020 est présentée dans les figures suivantes :

Figure 32 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années

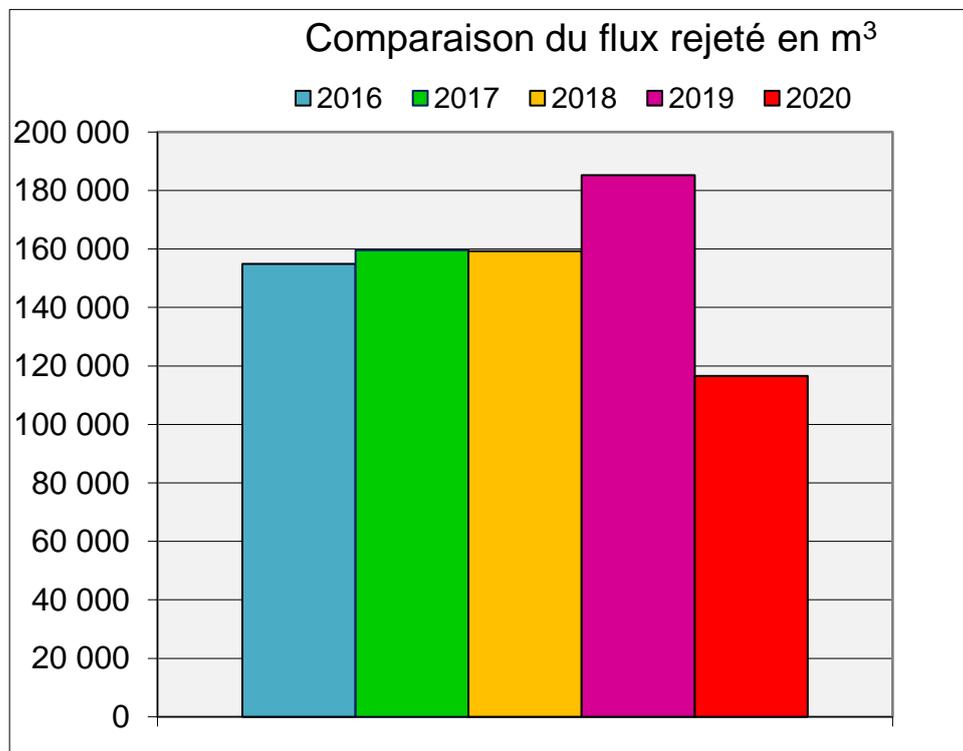


Figure 33 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années (suite)

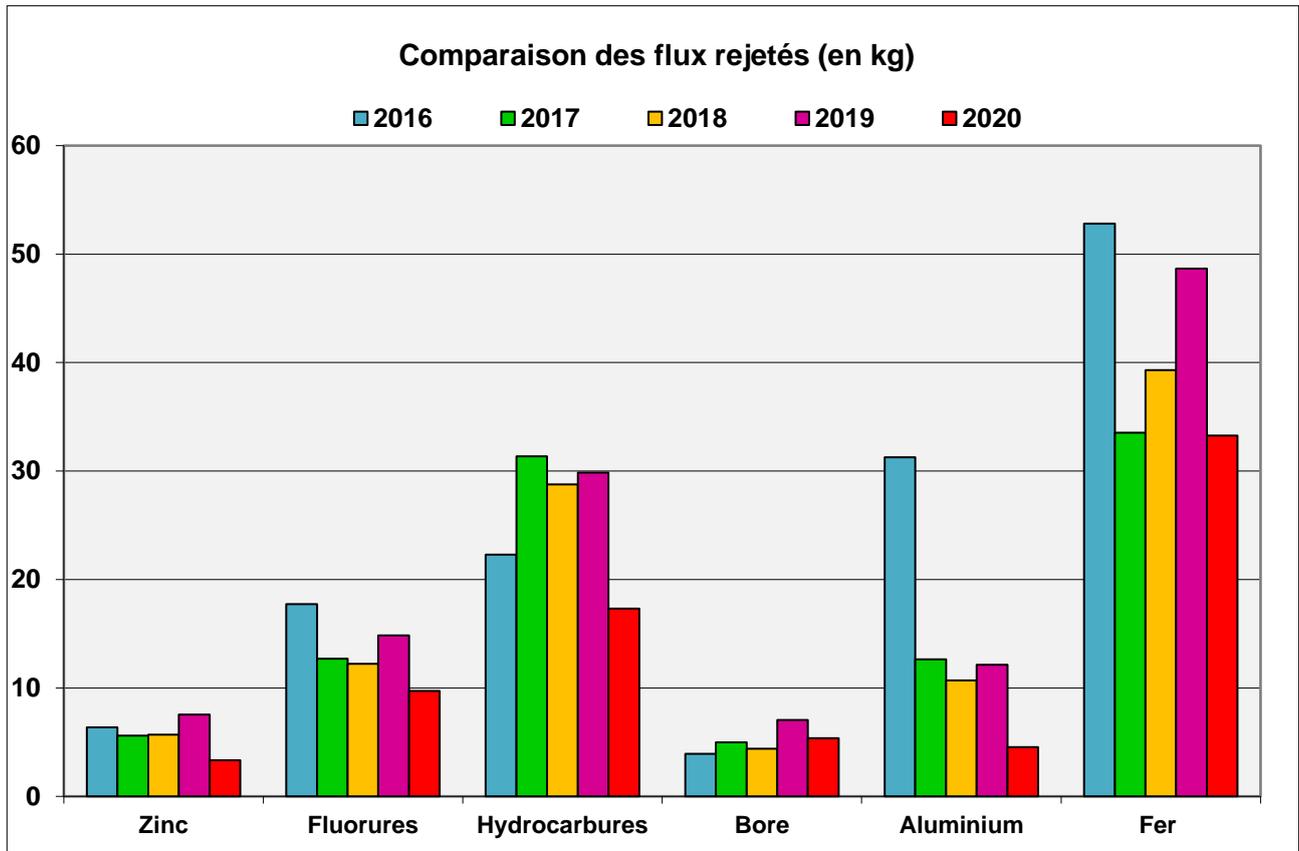
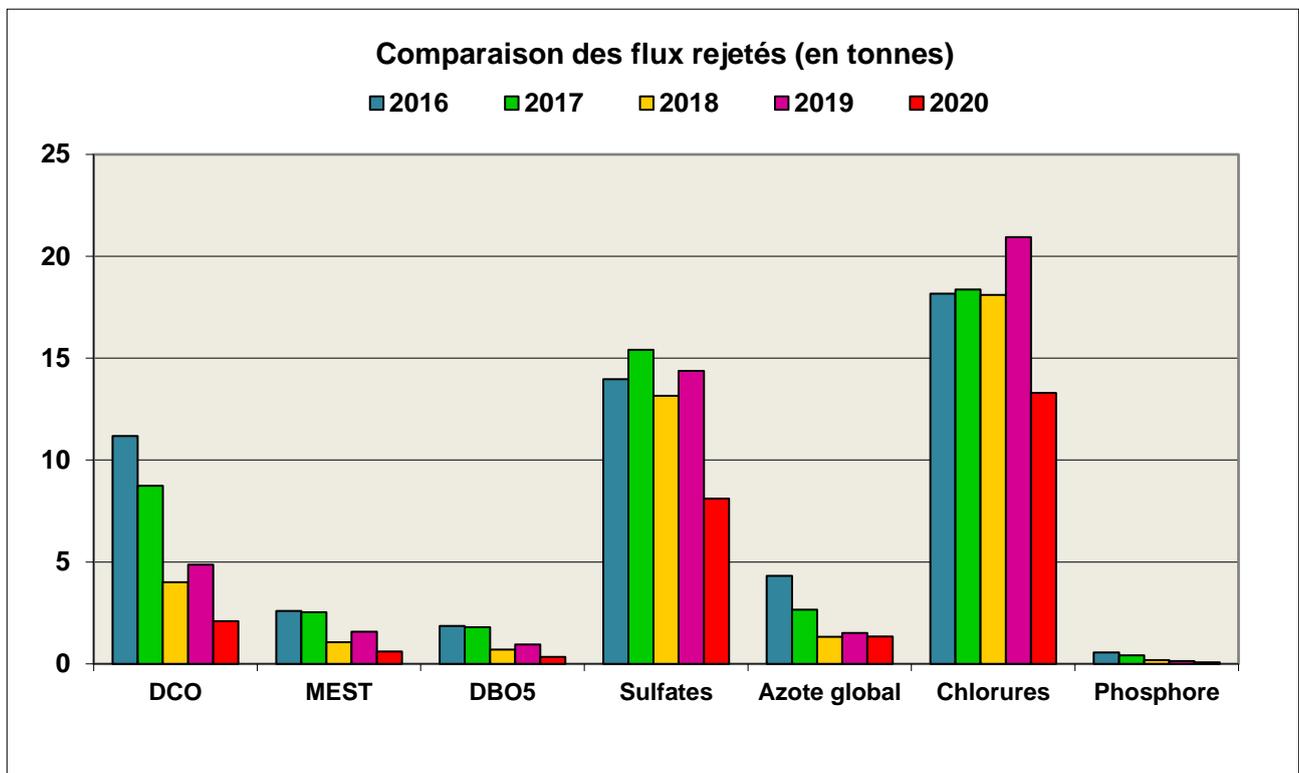


Figure 34 : Comparaison des flux rejetés sur les 5 dernières années (suite et fin)



La baisse significative de volume est expliquée par la crise sanitaire en 2020.

Une cohérence est à noter entre la baisse du volume des effluents rejetés et celle des flux par paramètre.

24.4 BILANS DES REJETS D'EFFLUENTS GAZEUX

24.4.1 Bilans des rejets d'effluents gazeux - Paramètres radioactifs

24.4.1.1 Bilans des rejets d'effluent gazeux radioactifs pour les ICPE

Le cumul des activités des rejets radiologiques gazeux pour les ICPE concernées est présenté dans le Tableau 50.

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

Tableau 50 : Activités rejetées par les ICPE pour 2020

Paramètre	Tritium	Gaz rares	Iodes	Autres émetteurs Bêta-gamma	Emetteurs Alpha
Cumul des activités rejetées (GBq) 2020	1,09E-01	0,00E+00	1,84E-05	2,11E-05	5,96E-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	2,43	0,00	0,05	4,05	29,8
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
Cumul des activités rejetées (GBq) 2017	1,00E-01	0,00E+00	1,16E-04	3,69E-05	1,52E-05
Cumul des activités rejetées (GBq) 2016	1,23E-01	0,00E+00	1,04 E-04	2,29E-05	6,81E-06

Les limites sont respectées pour tous les types de radioéléments.

24.4.2 Bilans des rejets d'effluents gazeux – Substances chimiques

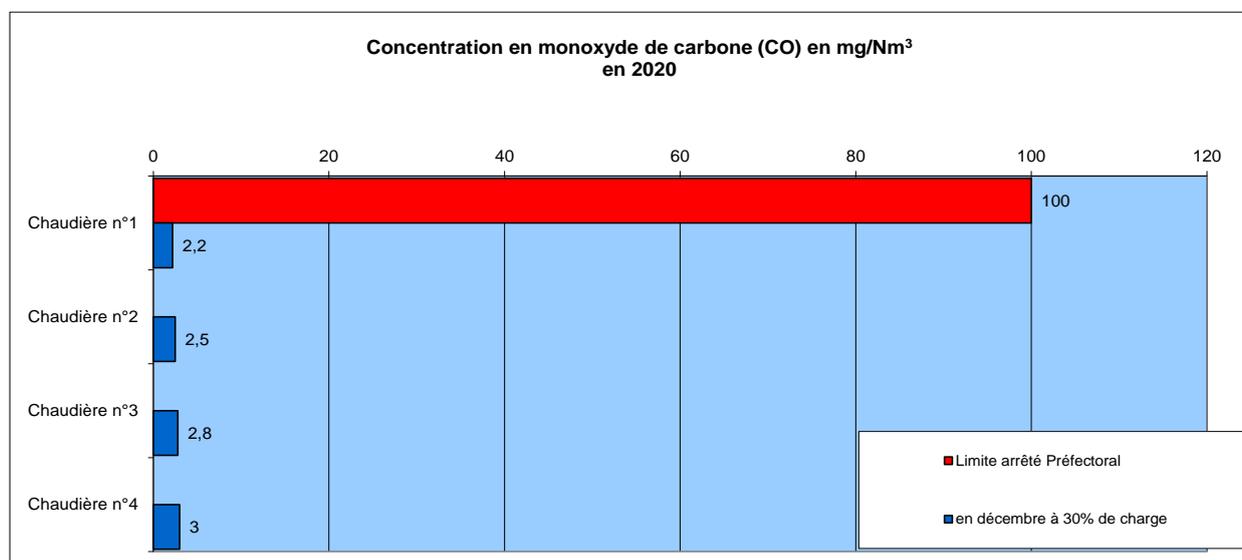
24.4.2.1 ICPE Chaufferie centrale

L'ICPE "Chaufferie centrale" a fonctionné pendant 221 jours en 2020. Une seule campagne de mesures des effluents gazeux au dernier trimestre, a été réalisée durant l'année 2020. La campagne du premier trimestre a été annulée suite à la mise en sécurité des installations par rapport au confinement (crise COVID19).

La douceur du mois de décembre, ajoutée au fonctionnement de la cogénération, n'a pas permis de réaliser les mesures au-delà d'un fonctionnement à 30% 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 au tableau O).

Figure 35 : 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 décembre 2020



C – BILANS ICPE

Figure 36 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en concentration en équivalent NO₂ réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en décembre 2020

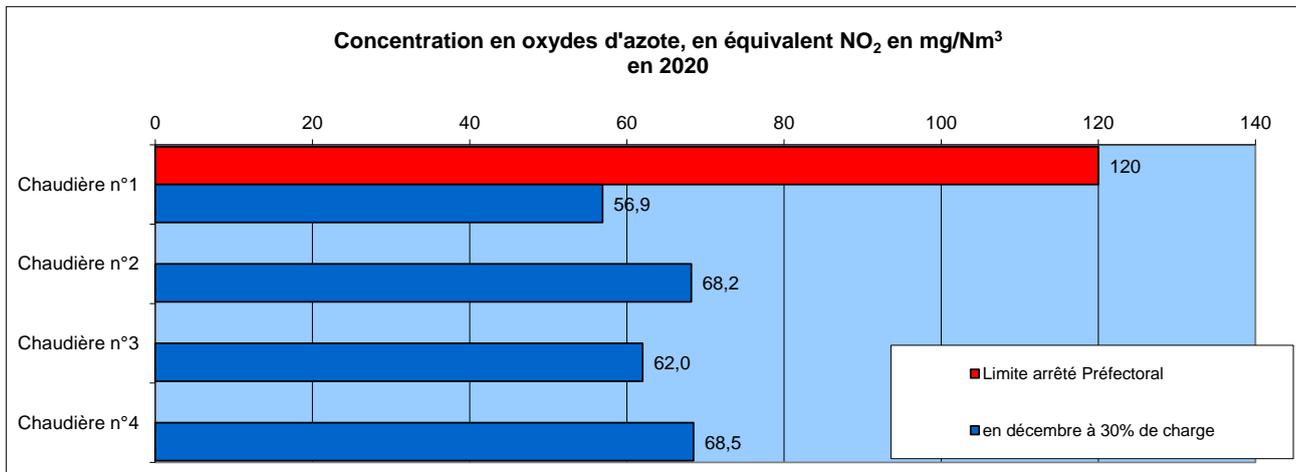
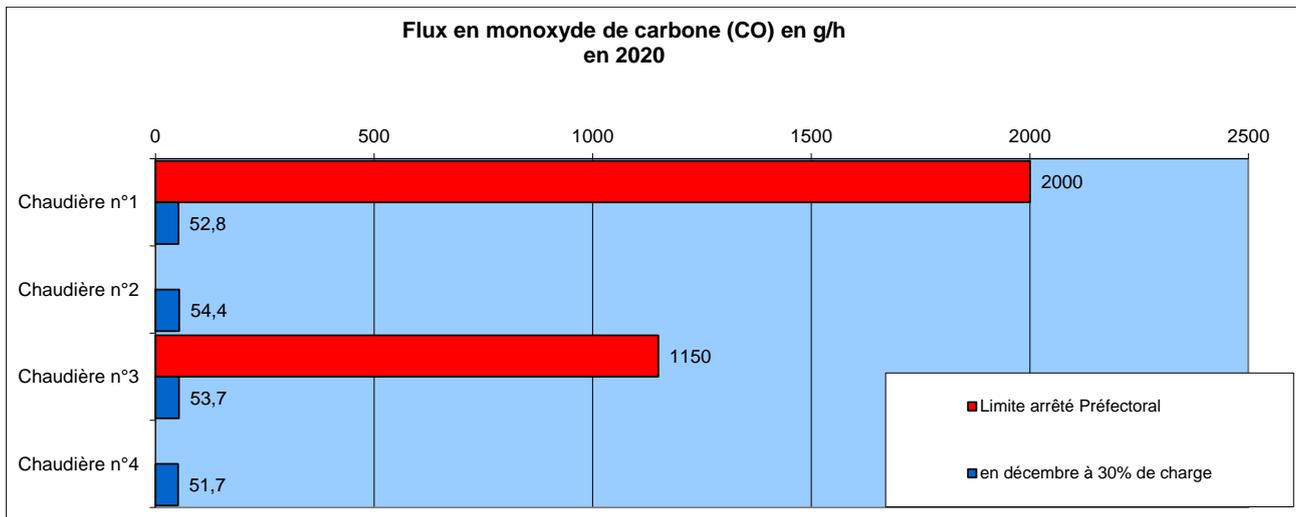


Figure 37 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux en CO réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en décembre 2020



C – BILANS ICPE

Figure 38 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux en équivalent NO₂ réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" sur un fonctionnement au gaz en décembre 2020

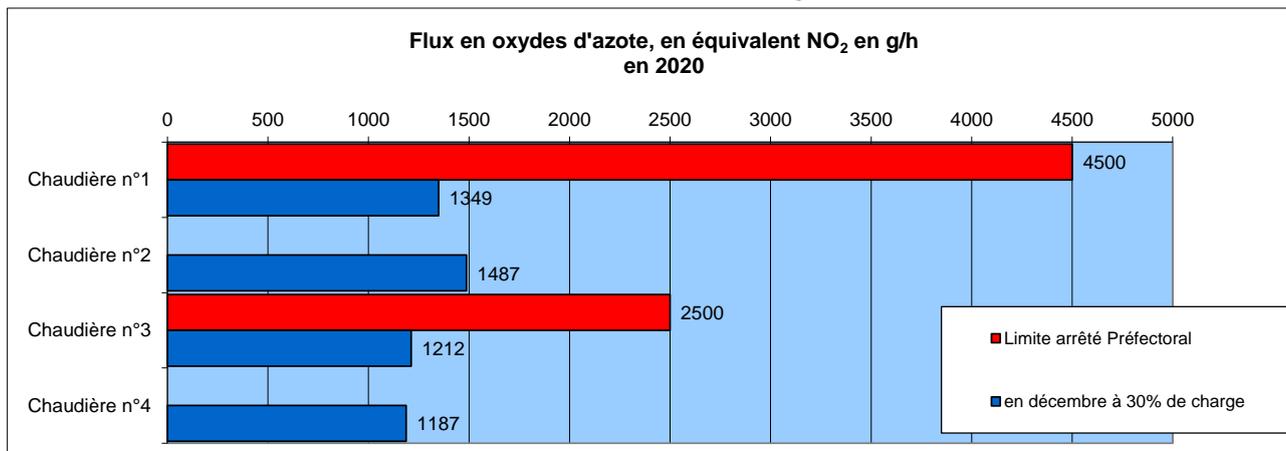


Figure 39 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en concentration en dioxyde de soufre (SO₂) réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" en décembre 2020

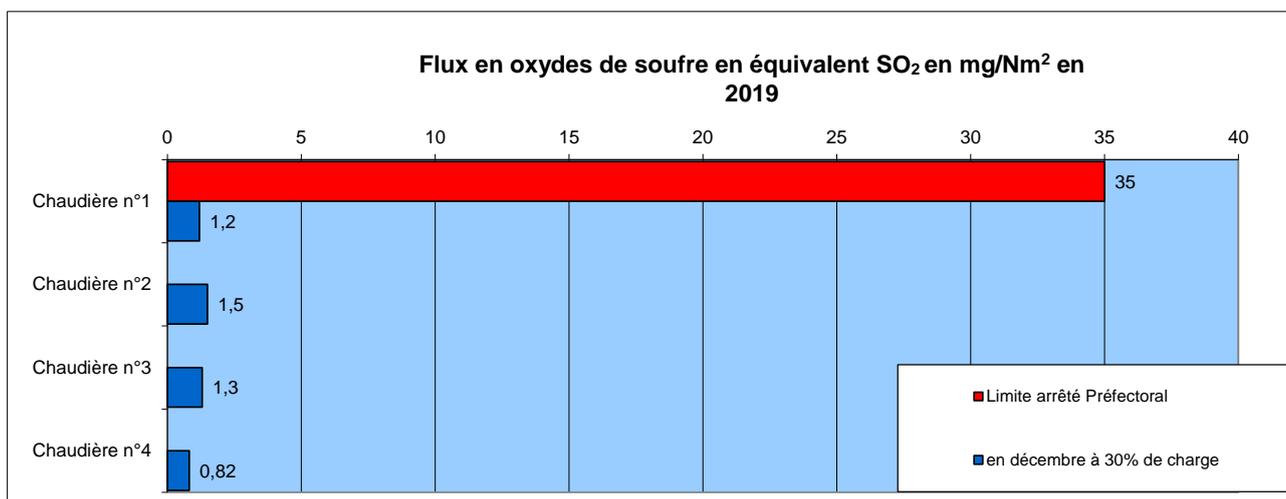
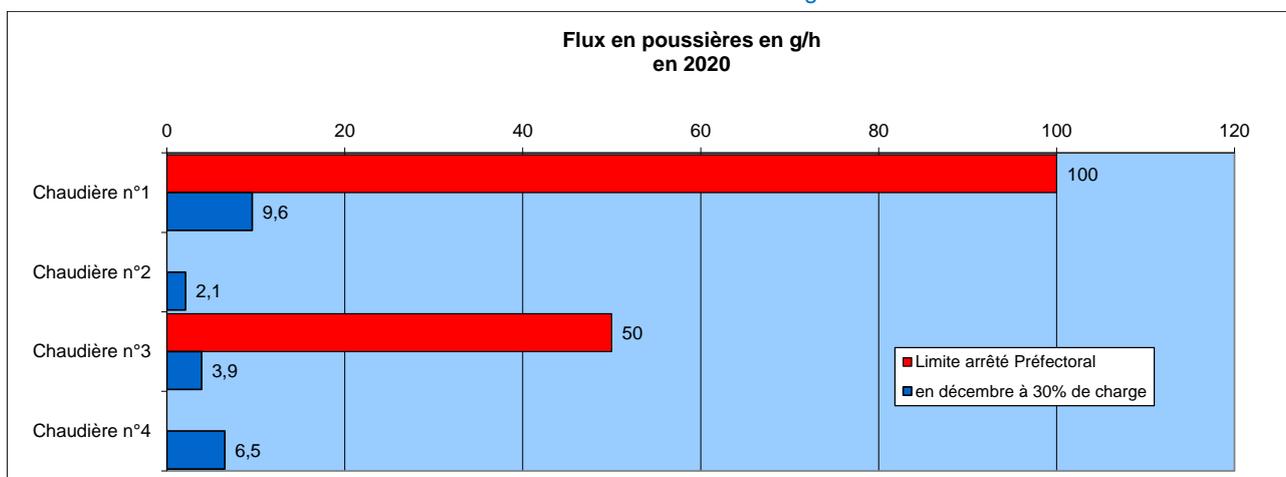


Figure 40 : Résultats de la campagne de mesure des effluents gazeux en flux de poussière réalisée sur l'ICPE "Chaufferie centrale" lors d'un fonctionnement au gaz en décembre 2020



Il est à noter aucun dépassement des valeurs limites sur l'ensemble de ces mesures.

C – BILANS ICPE

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

Il a été réalisé 3 campagnes de mesure en 2020 sur l'émissaire du bâtiment 264 VAUTOUR.

Figure 41 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en concentration d'aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2020

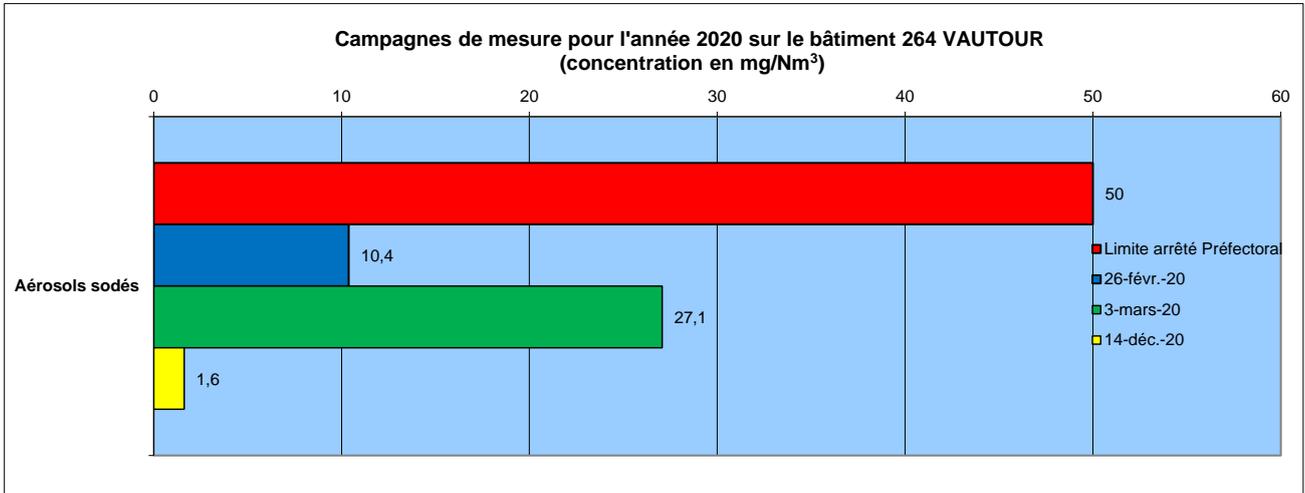


Figure 42 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en flux en aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2020

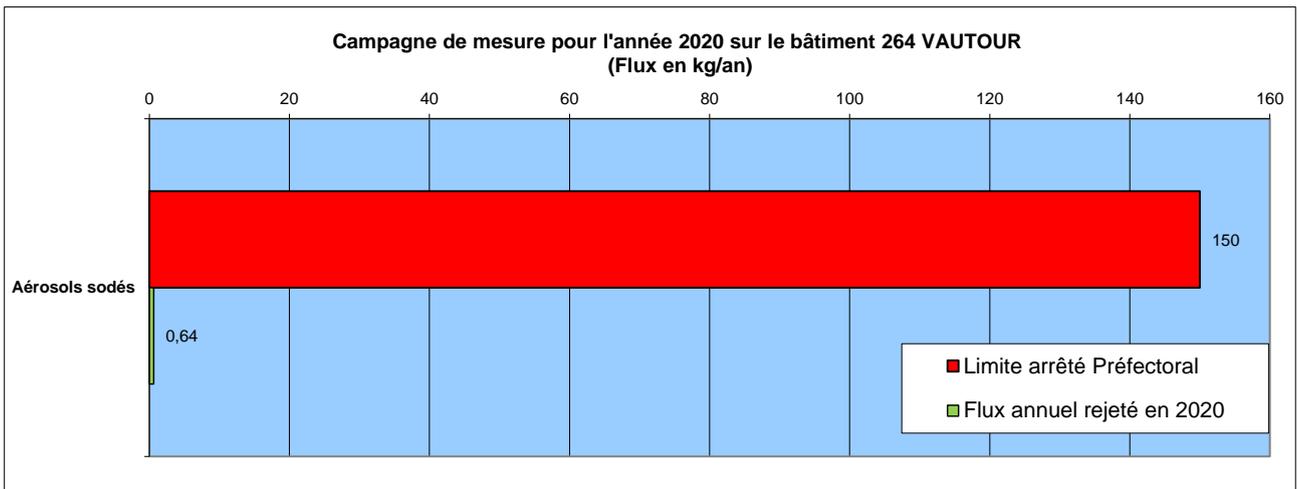
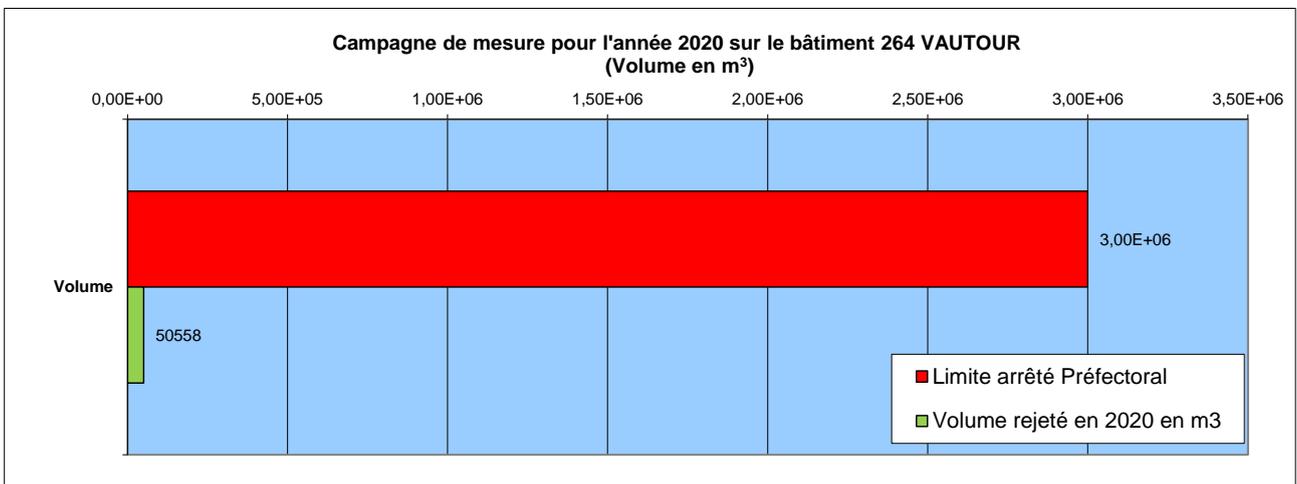


Figure 43 : Résultats des campagnes de mesure des effluents gazeux en volume d'aérosols sodés réalisées sur le bâtiment 264 Vautour sur l'année 2020



Il est à noter aucun dépassement des valeurs limites sur l'ensemble de ces mesures

Il n'a pas été réalisé de campagne de mesure en 2020 sur l'émissaire du bâtiment 297 KALINA (ex SURBOUM). La cellule KALINA n'a pas fonctionné en 2020. Des essais de R&D, faiblement générateur 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.

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

24.5.1 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 : ce point situé à proximité du Bât. 124 était auparavant prélevé uniquement en cas de manque d'eau au Point 17,
 - 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 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 (Tableau L).

Les résultats des mesures alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur ces prélèvements d'eau en 2020 ont été reportés dans le Tableau 51.

Tableau 51 : Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2020 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)	Valeur Minimale (Bq/l)	Pourcentage de valeurs significatives ⁽¹⁾	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/l)
POINT 17						
α GLOBAL	4,1E-02	4,7E-02 ± 75,4%	3,6E-02 ± 93,2%	17%	12	7,7E-03
β GLOBAL	1,2E-01	3,5E-01 ± 20,5%	4,9E-02 ± 87,3%	58%	12	1,1E-01
TRITIUM	< 4,2			0%	12	
POINT 17 BIS						
α GLOBAL	4,2E-02	4,6E-02 ± 79%	3,9E-02 ± 85,7%	30%	10	3,5E-03
β GLOBAL	8,1E-02	1,10E-01 ± 49,9%	5,7E-02 ± 77,2%	70%	10	2,2E-02
TRITIUM	< 4,3			0%	10	
POINT 18						
α GLOBAL	5,3E-02	5,6E-02 ± 64,7%	5,1E-02 ± 75,1%	20%	10	3,5E-02
β GLOBAL	6,3E-02	9,0E-02 ± 61%	5,1E-02 ± 84,9%	40%	10	1,8E-02
TRITIUM	< 5,2			0%	10	
POINT 19						
α GLOBAL	5,3E-02	5,7E-02 ± 60,5%	5,0E-02 ± 68,3%	25%	8	4,9E-03
β GLOBAL	1,2E-01	1,9E-01 ± 27,0%	5,9E-02 ± 74,7%	88%	8	5,4E-02
TRITIUM	< 4,4			0%	8	
POINT 50						
α GLOBAL	3,5E-02	3,9E-02 ± 79,0%	3,0E-02 ± 93,1%	20%	10	6,4E-03
β GLOBAL	1,0E-01	2,0E-01 ± 21,6%	5,2E-02 ± 86,0%	80%	10	5,0E-02
TRITIUM	< 4,4			0%	10	

⁽¹⁾ : Pourcentage des valeurs significatives par rapport au nombre total de valeurs de mesure.

Les eaux de ruissellement du Ravin de la Bête et du Versant Nord ne présentent aucune valeur anormale. Les spectrométries gamma réalisées sur les échantillons présentant une activité β globale significative ne révèlent la présence d'aucun radioélément d'origine artificielle. Cette activité volumique beta globale trouve son origine par la présence de Potassium 40, radionucléide naturel.

24.5.2 Nappes phréatiques – Paramètres radiologiques

L'arrêté préfectoral impose la surveillance trimestrielle de 9 forages. Deux d'entre eux, « EPURATION02 (EP2) » et « PUIITS-REJETS (ES2bis) », sont également suivis mensuellement dans le cadre des décisions de l'ASN : les résultats d'analyses de ces forages sont reportés dans le Tableau 69.

Le Tableau 52 présente les résultats de la surveillance pour l'année 2020 des 7 forages spécifiquement suivis dans le cadre de l'arrêté préfectoral

C – BILANS ICPE

Tableau 52 : Activités volumiques alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) ainsi que la teneur en potassium (en mg/l) mesurées en 2020 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)	5,6E-02 \pm 69,5%			17%	6	
Activité β globale (Bq/L)	< 1,0E+00			0%	6	
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	6	
Potassium (mg/L)	6,8E-01	7,0E-01	6,0E-01	100%	4	5,0E-02
Profondeur (m)	7,9	9,0	5,5	100%	4	1,6
Intendance						
Activité α globale (Bq/L)	< 5,0E-01			0%	6	
Activité β globale (Bq/L)	< 1,0E+00			0%	6	
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	6	
Potassium (mg/L)	6,8E-01	8,0E-01	6,0E-01	100%	4	9,6E-02
Profondeur (m)	5,1	5,5	4,6	100%	4	0,4
Incinérateur						
Activité α globale (Bq/L)	3,5E-02 \pm 93,7%			12%	8	
Activité β globale (Bq/L)	4,4E-01	5,1E-01 \pm 15,9%	3,7E-01 \pm 19,1%	50%	8	5,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	7	
Potassium (mg/L)	1,2E+01	1,8E+01	3,3E+00	100%	5	6,2E+00
Profondeur (m)	34	38	27	100%	4	5,0
CAD 33						
Activité α globale (Bq/L)	5,0E-02	5,1E-02 \pm 84,7%	4,9E-02 \pm 82,7%	29%	7	1,4E-03
Activité β globale (Bq/L)	< 1,0E+00			0%	7	
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	7	
Potassium (mg/L)	4,0E-01	5,0E-01	3,0E-01	100%	4	8,2E-02
Profondeur (m)	32	33	32	100%	4	0,34
Bât 465						
Activité α globale (Bq/L)	< 5,0E-01			0%	7	
Activité β globale (Bq/L)	< 1,0E+00			0%	7	
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	7	
Potassium (mg/L)	7,0E-01	9,0E-01	5,0E-01	100%	4	1,6E-01
Profondeur (m)	Pas de mesure			0%	0	
CAP 13						
Activité α globale (Bq/L)	3,6E-02 \pm 98,3%			7%	15	
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	5,7E-02 \pm 85,4%	5,5E-02 \pm 89,2%	20%	15	1,0E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	15	
Potassium (mg/L)	6,4E-01	8,0E-01	5,0E-01	100%	12	9,0E-02
Profondeur (m)	29	29E	28	100%	12	0,32
RAPSODIE						
Activité α globale (Bq/L)	6,8E-02 \pm 66,9%			17%	6	
Activité β globale (Bq/L)	4,9E-02	5,1E-02 \pm 96,7%	4,7E-02	50%	6	2,0E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	6	
Potassium (mg/L)	9,0E-01	1,1E+00	7,0E-01	100%	4	1,6E-01
Profondeur (m)	6,0	6,4	5,3	100%	4	0,53

Les mesures réalisées en 2020 sur ces forages ne présentent aucune valeur anormale. Les valeurs significatives sont toutes proches des seuils de décision.

24.5.3 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, les prélèvements sont privilégiés par jour de pluie.

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau 53.

Tableau 53 : Résultats des mesures mensuelles sur les eaux pluviales des points de prélèvements 17, 17Bis, 18 et 19 et 50 pour l'année 2020

	Point de prélèvement	Date de prélèvement	DBO5 nd* en mg/l O2	DCO en mg/l	Hydrocarbure en mg/l	MES en mg/l	pH à T° échantillon en u.pH	
Seuils			< 30	< 125	< 5	< 35	5,5 < PH < 8,5	
JANVIER	17	15/01/2020	< 3	< 5	< 0,1	< 2	8	
	17bis	15/01/2020	< 3	< 5	< 0,1	< 2	8,1	
	18	15/01/2020	< 3	< 5	0,11	3	7,9	
	19	15/01/2020	< 3	< 5	< 0,1	< 2	8,1	
	50	15/01/2020	15	76	< 0,1	27	6,8	
FEVRIER	17	27/02/2020	< 3	18	< 0,1	666	8	
	17bis	27/02/2020	< 3	6	< 0,1	6	8,1	
	18	27/02/2020	4	27	< 0,1	7	7,8	
	19	27/02/2020	Pas de précipitation suffisante pour prélèvement					
	50	27/02/2020	8	52	< 0,1	30	7,8	
MARS	17	02/03/2020	< 3	9	< 0,1	21	8,1	
	17bis	02/03/2020	< 3	18	< 0,1	174	7,8	
	18	02/03/2020	< 3	9	< 0,1	32	7,7	
	19	02/03/2020	< 3	12	< 0,1	63	8,4	
	50	02/03/2020	< 3	10	< 0,1	24	8,5	
AVRIL	17	21/04/2020	< 3	5	0,19	3	7,8	
	17bis	21/04/2020	< 3	8	0,15	20	7,7	
	18	21/04/2020	< 3	< 5	0,28	< 2	7,8	
	19	21/04/2020	6	49	< 0,1	34	7,9	
	50	21/04/2020	< 3	20	0,76	< 2	8	
MAI	17	11/05/2020	< 3	13	0,13	28	7,7	
	17bis	11/05/2020	< 3	6	< 0,1	6	7,9	
	18	11/05/2020	< 3	15	< 0,1	< 2	7,7	
	19	11/05/2020	4	42	< 0,1	13	7,4	
	50	11/05/2020	< 3	16	0,13	7	7,7	
JUIN	17	04/06/2020	3	19	0,46	27	7,9	
	17bis	04/06/2020	< 3	15	< 0,1	88	7,8	
	18	04/06/2020	< 3	7	< 0,1	107	8,2	
	19	04/06/2020	< 3	11	< 0,1	113	8,3	
	50	04/06/2020	3	15	< 0,1	7	7,9	
JUILLET	17 + 17bis + 18 + 19 + 50	pas de précipitation suffisante pour prélèvement						
AOUT	17 + 17bis + 18 + 19 + 50	pas de précipitation suffisante pour prélèvement						
SEPTEMBRE	17	22/09/2020	37	336	0,32	1500	8	
	17bis	22/09/2020	8	259	0,11	1600	7,8	
	18	22/09/2020	5	119	0,15	609	8,7	
	19	22/09/2020	4	115	0,23	698	8,6	
	50	22/09/2020	3	40	0,11	74	8,4	
OCTOBRE	17	02/10/2020	< 3	34	< 0,1	5	6,9	
	17bis	02/10/2020	< 3	15	0,15	11	8,0	
	18	02/10/2020	5	34	0,15	14	7,5	
	19	02/10/2020	3	52	0,31	55	8,3	
	50	02/10/2020	< 3	38	0,11	18	7,8	
NOVEMBRE	17 + 17bis + 18 + 19 + 50	pas de précipitation suffisante pour prélèvement						
DECEMBRE	17	04/12/2020	4	12	0,2	13	7,8	
	17bis	04/12/2020	< 3	8	< 0,1	34	7,8	
	18	04/12/2020	< 3	10	< 0,1	5	7,6	
	19	04/12/2020	11	33	0,33	65	7,8	
	50	04/12/2020	< 3	13	0,15	5	8,0	

nd : non décanté

Les prélèvements d'eau pluviale n'ont pas pu être effectués au cours des mois de juillet, août et novembre 2020 dû à l'absence d'eau.

Les résultats d'analyses montrent :

- 1 dépassement pour le paramètre DBO₅ au niveau du Ravin de la Bête (point 17) de la valeur limite ;
- 2 dépassements pour le paramètre DCO au niveau du Ravin de la Bête (point 17 et 17B) de la valeur limite ;
- 13 dépassements pour le paramètre MES (Matières En Suspension) de la valeur limite ;
- 2 dépassements pour le paramètre pH de la valeur limite.

Ceux-ci constituent des non-conformités vis-à-vis de l'arrêté préfectoral.

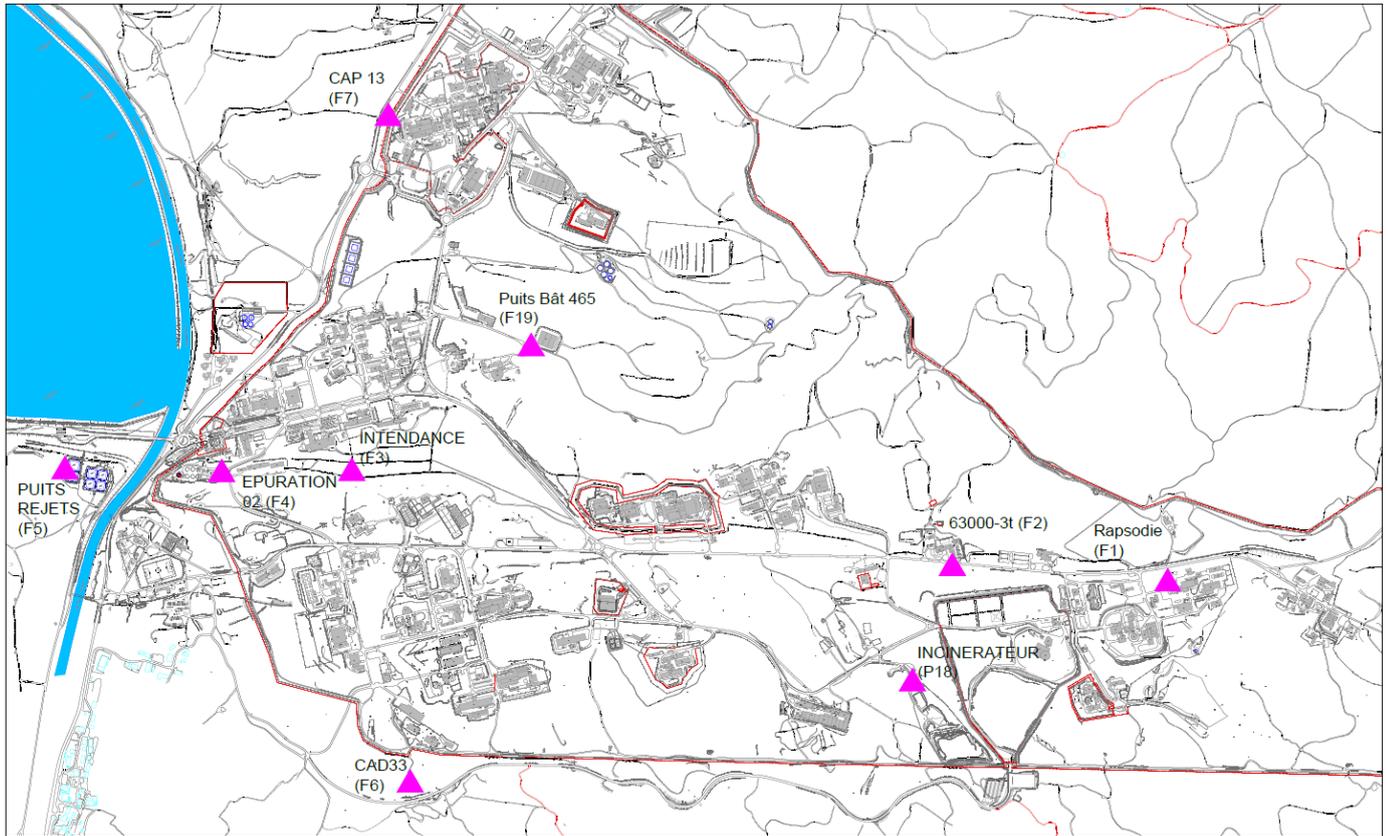
La topographie des points de rejet est à l'origine de ces dépassements. En effet, le lit et les berges de ces deux exutoires sont en terre. Ceux-ci sont également entourés d'arbres et autres plantes qui apportent une multitude de déchets végétaux dans les eaux (branchages, feuilles mortes). Les prélèvements 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 le paramètre hydrocarbures, il n'y a eu aucun dépassement en 2020 de la valeur limite.

24.5.4 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.

Figure 44 : Localisation des 9 piézomètres régis par l'arrêté préfectoral



 Localisation des piézomètres définis dans l'arrêté préfectoral



F1 : RAPSODIE

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

Dans la mesure du possible, des échantillons sont prélevés trimestriellement pour analyses, après renouvellement de l'eau.

Il est à noter la non réalisation de la surveillance chimique des piézomètres cités dans l'arrêté préfectoral pour le 1^{er} trimestre 2020. Cette non réalisation, conséquence du premier confinement a été portée à la connaissance de la DREAL en mars 2020.

Le tableau 54 ci-après consignent tous les résultats d'analyses.

Tableau 54 : Bilans de la surveillance des eaux de nappes souterraines au droit des piézomètres pour l'année 2020

Forage n° F1 - RAPSODIE	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	41,7	51,0	0,06	< 0,1	< 0,001	0,0028	0,00142	0,0142	0,044	5,4	2,1	4,23	15,0	7,2
3e TRIMESTRE 2020	41,2	50,0	< 0,05	< 0,1	0,0015	0,0068	0,00879	0,0162	0,065	< 5	< 0,5	4,75	15,7	7,2
4e TRIMESTRE 2020	39,0	50,0	0,07	< 0,1	0,0013	0,0054	0,00301	0,0176	0,049	14	< 0,5	4,97	14,6	7,2
Forage n° F2 - 63000	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	11,6	33,0	0,07	< 0,1	0,0046	0,0041	0,0017	0,0225	0,017	5,7	2,3	4,79	17,3	7,0
3e TRIMESTRE 2020	12,5	37,8	< 0,05	< 0,1	< 0,001	0,0070	0,00742	0,0247	0,032	< 5	0,6	4,04	15,7	6,9
4e TRIMESTRE 2020	13,0	38,0	0,07	< 0,1	< 0,001	0,007	0,00771	0,0198	0,016	< 5	< 0,5	3,62	16,6	6,9
Forage n° F3 - INTENDANCE	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	28,6	43,3	0,09	< 0,1	< 0,001	0,0048	0,00410	0,0215	< 0,01	< 5	1,7	1,47	14,0	7,0
3e TRIMESTRE 2020	28,1	44,0	0,07	< 0,1	0,0022	0,0092	0,00295	0,0265	< 0,01	< 5	< 0,5	1,65	14,1	7,0
4e TRIMESTRE 2020	27,0	44,0	0,08	< 0,1	< 0,001	0,0069	0,00245	0,0200	0,035	< 5	1,2	1,69	14,0	7,0
Forage n° F4 - EPURATION	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	28,5	41,3	0,10	< 0,1	< 0,001	0,0049	0,00520	0,0434	< 0,01	< 5	0,8	0,14	13,9	6,9
3e TRIMESTRE 2020	33,2	38,8	< 0,05	< 0,1	0,0011	0,0073	0,02212	0,0531	0,106	63	6,0	1,11	21,5	6,9
4e TRIMESTRE 2020	32,0	39,0	0,10	< 0,1	< 0,001	0,01	0,00636	0,0609	0,073	< 5	1,2	0,07	13,7	7,0

C – BILANS ICPE

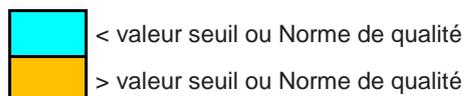
Forage n° F5 - ES 2 Puits rejets	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC en mg/l	Al en mg/l	Fe en mg/l	Zn en mg/l	B en mg/l	P total en mg/l	DCO nd en mg/l	DBO5 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	15,3	48,6	0,08	< 0,1	< 0,001	0,0031	0,00130	0,0200	< 0,01	< 5	0,8	1,20	14,3	7,3
3e TRIMESTRE 2020	13,5	50,0	0,09	< 0,1	0,0012	0,0051	0,00191	0,0206	< 0,01	< 5	< 0,5	0,86	15,9	7,3
4e TRIMESTRE 2020	14,0	49,0	0,09	< 0,1	0,0094	0,0075	0,00132	0,0199	0,086	< 5	0,6	0,86	14,5	7,4

Forage n°F6 CAD33 - Citée Saint Paul	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	100,0	64,0	0,18	< 0,1	< 0,001	0,0052	0,00884	0,0113	0,011	12,0	< 0,5	0,07	15,1	7,1
3e TRIMESTRE 2020	95,0	63,0	< 0,05	< 0,1	< 0,001	0,0198	0,00613	0,0157	< 0,01	9,0	< 0,5	< 0,02	14,3	7,0
4e TRIMESTRE 2020	86,0	61,0	0,20	< 0,1	0,0011	0,0102	0,00915	0,0172	< 0,01	8,5	< 0,5	< 0,02	14,0	7,0

Forage n° F7 - CAP 13	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	10,1	6,0	0,06	< 0,1	< 0,001	0,0037	0,09277	0,0063	0,021	5,3	0,7	0,59	13,5	7,12
3e TRIMESTRE 2020	10,0	5,4	0,07	< 0,1	0,0013	0,1570	0,13500	0,0067	0,027	< 5	< 0,5	0,50	13,4	7,06
4e TRIMESTRE 2020	9,6	4,9	0,07	< 0,1	< 0,001	0,0054	0,06049	0,005	< 0,01	< 5	0,5	0,38	13,2	7,12

Forage n° P18 - INCINERATEUR	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité
1er TRIMESTRE 2020														
2e TRIMESTRE 2020	42,7	26,5	0,20	< 0,1	0,0017	0,0052	0,08896	0,040	0,023	11,0	4,0	0,95	15,3	6,7
3e TRIMESTRE 2020	41,8	24,8	0,20	< 0,1	0,0024	0,0086	0,10686	0,042	< 0,01	5,9	< 0,5	0,97	14,6	6,9
4e TRIMESTRE 2020	58,0	20,0	0,20	< 0,1	0,0011	0,0320	0,04414	0,0474	0,019	6,9	5,0	0,34	13,4	6,8

Forage n° F19 - PUITS BÂT 465	Cl en mg/l	SO4 en mg/l	F en mg/l	HC 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 en mg/l	N en mg/l	T° en °C	pH en unité	NO3 en mg/l
1er TRIMESTRE 2020															
2e TRIMESTRE 2020	10,1	6,0	0,06	< 0,1	< 0,001	0,0037	0,09277	0,0063	0,021	5,3	0,7	0,59	13,5	7,12	2,6
3e TRIMESTRE 2020	10,0	5,4	0,07	< 0,1	0,0013	0,1570	0,13500	0,0067	0,027	< 5	< 0,5	0,50	13,4	7,06	2,2
4e TRIMESTRE 2020	9,6	4,9	0,07	< 0,1	< 0,001	0,0054	0,06049	0,005	< 0,01	< 5	0,5	0,38	13,2	7,12	1,7



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 défauts.

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).

Le CEA/Cadarache réalise un suivi de la qualité des eaux souterraines au voisinage de l'ancienne Zone d'Entreposage de Déchets Inertes depuis novembre 2003. Ce suivi est réglementairement encadré depuis fin 2016 par l'arrêté préfectoral complémentaire n° 35-2016PC du 20 octobre 2016.

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

Ainsi deux campagnes ont été réalisées en 2020 :

- En juin 2020 : portant sur la totalité des 9 piézomètres (ZEDI 01, ZEDI 02 bis, ZEDI 04, ZEDI 05, ZEDI 06, ZEDI 07Ter, 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 en dioxines-furanes, en trichloroéthylène et tétrachloroéthylène comme les années précédentes.

25. 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, la surveillance de l'environnement peut être réalisée de manière 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 31).

26. MODIFICATIONS APPORTEES AU VOISINAGE ET EVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

Au titre de l'année 2020, aucune évolution scientifique et modification n'a été réalisée sur les ICPE susceptibles de modifier les conclusions de leur étude d'impact.

27. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE

En application de l'article 9.1.1 de l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006, la surveillance de l'environnement peut être réalisée de manière commune à l'ensemble des INB civiles, de l'INBS et des ICPE du site de Cadarache.

27.1 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 31).

27.2 IMPACT CHIMIQUE ET SANITAIRE SUR L'HOMME

Les conclusions de l'impact chimique et sanitaire sont présentées dans la partie E Titre E3 (chapitres 35 et 36) du présent rapport environnemental.

28. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES

La synthèse des opérations de maintenance est présentée dans la partie F du présent rapport environnemental (chapitre 38).

29. EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELEVANT DE L'ENVIRONNEMENT

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

❖ Il n'y a pas eu d'événement déclaré au titre de l'environnement concernant les ICPE au cours de l'année 2020.

Une fuite de fluide frigorigène a été portée à la connaissance de la DREAL le 24 août 2020. Elle concernait la perte de 26 kg de R407C sur un équipement de l'ICPE Laboratoire UO2. Cette perte est comptabilisée dans la déclaration annuelle des émissions polluantes au titre de l'année 2020.

❖ Il n'y a pas eu d'évènements relatifs à la radioprotection ayant fait l'objet de déclarations d'évènements à l'ASN au cours de l'année 2020.

❖ Informations spécifiques relatives au contexte sanitaire de pandémie Covid :

Compte tenu de la mise en sécurité longue durée du site durant le confinement décidé par les autorités de mars à mai 2020, les écarts au référentiel suivants ont été portés à la connaissance de la DREAL en mars 2020 :

- ✓ Non réalisation de la surveillance chimique trimestrielle des piézomètres cités dans l'arrêté préfectoral pour le 1^{er} trimestre 2020,
- ✓ Non réalisation de la surveillance mensuelle chimique de la Durance du mois d'avril 2020,
- ✓ Non réalisation du contrôle trimestriel des réjets gazeux chimiques de la chaufferie centrale par un organisme tiers pour le 1^{er} trimestre 2020.

Les autres contrôles prévus ont pu être réalisés.

30. 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.

D

**BILANS MESURES DE
SURVEILLANCE DANS
L'ENVIRONNEMENT**

D1

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

31. 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.

31.1 SURVEILLANCE DU MILIEU ATMOSPHERIQUE

31.1.1 Retombées atmosphériques sèches

31.1.1.1 Aérosols

Des mesures des activités volumique 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°2016-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 2020 sur les filtres sont reportés dans le Tableau 55

Les résultats des mesures mensuelles par spectrométrie alpha et gamma réalisées en 2020 sont reportées dans le Tableau 56

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

Tableau 55 : Activités volumiques journalières α globales et β globales des aérosols (en Bq/m³) mesurées en 2020 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	5,1E-05	2,4E-04	1,9E-05	70%	365	3,0E-05
	β	7,4E-04	3,0E-03	9,0E-05	100%	365	4,7E-04
VERRERIE							
Mesure de l'activité globale	α	5,2E-05	3,5E-04	1,9E-05	74%	366	3,7E-05
	β	7,4E-04	2,8E-03	8,9E-05	100%	366	4,5E-04
GRANDE BASTIDE							
Mesure de l'activité globale	α	4,8E-05	2,4E-04	1,8E-05	69%	365	3,1E-05
	β	7,1E-04	2,7E-03	9,4E-05	100%	365	4,3E-04
ST-PAUL-LEZ-DURANCE							
Mesure de l'activité globale	α	4,9E-05	2,4E-04	1,9E-05	71%	366	2,9E-05
	β	7,3E-04	2,7E-03	1,0E-04	100%	366	4,4E-04

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

Tableau 56 : Activités volumiques mensuelles en émetteurs gamma et alpha (en Bq/m³) mesurées en 2020 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	< 2,2E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	< 1,4E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	< 4,4E-07			0%	12	
U-234	< 9,6E-07			0%	12	
U-235	< 1,9E-07			0%	12	
U-238	< 9,1E-07			0%	12	
VERRERIE						
Cs-137	< 2,1E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	< 1,0E-06			0%	12	
Pu-239+Pu-240	< 3,9E-07			0%	12	
U-234	< 9,0E-07			8%	12	
U-235	< 2,0E-07			0%	12	
U-238	< 8,9E-07			0%	12	
GRANDE-BASTIDE						
Cs-137	< 2,0E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	< 3,6E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	< 3,0E-07			0%	12	
U-234	< 1,1E-06			8%	12	
U-235	< 2,1E-07			0%	12	
U-238	< 1,1E-06			0%	12	
St-PAUL-LEZ-DURANCE						
Cs-137	< 2,2E-05			0%	12	
Pu-238+Am-241	< 4,4E-07			0%	12	
Pu-239+Pu-240	< 1,6E-07			0%	12	
U-234	< 8,5E-07			0%	12	
U-235	< 1,7E-07			0%	12	
U-238	< 7,3E-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

31.1.1.2 Halogènes

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

Les résultats des mesures d'activité volumique des halogènes réalisées en 2020 sur les cartouches de charbon actif prélevées au niveau des cinq stations ont été reportés dans le tableau 57.

Tableau 57 : Activité volumique des halogènes (en Bq/m³) mesurée en 2020 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	< 1,8E-03			0%	48	
VERRERIE						
¹³¹ I	< 2,0E-03			0%	48	
GRANDE BASTIDE						
¹³¹ I	< 1,3E-03			0%	48	
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
¹³¹ I	< 1,4E-03			0%	47	
CABRI						
¹³¹ I	< 1,3E-03			0%	48	

L'absence d'un résultat de mesure à la station de prélèvement atmosphérique de Saint-Paul-Lez-Durance fait suite à une perte de l'alimentation électrique au niveau du préleveur halogènes sur la période du 30 avril au 7 mai 2020.

Les résultats des analyses effectuées en 2020 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.

31.1.1.3 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 2020 sur les barboteurs au niveau des quatre stations ont été reportés dans le tableau 58.

Tableau 58 : Activité volumique du tritium (en Bq/m³) mesurée en 2020 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	< 0,25			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,13			0%	12	
GRANDE BASTIDE						
Phase Vapeur d'eau	< 0,24			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,13			0%	12	
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
Phase Vapeur d'eau	< 0,25			0%	12	
Phase gazeuse	< 0,12			0%	12	
CABRI						
Phase Vapeur d'eau	0,26			8%	12	
Phase gazeuse	0,47			8%	12	

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

Les analyses effectuées en 2020 sur les barboteurs tritium des stations montrent des résultats non significatifs pour la plupart des stations. Seule une valeur significative a été mesurée à la station de Cabri pour le mois d'octobre à l'occasion du fonctionnement du réacteur Cabri.

31.1.1.4 Carbone 14

Les mesures d'activité volumique du carbone 14 (^{14}C) 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 ^{14}C réalisées en 2020 sur les barboteurs au niveau des trois stations de surveillance ont été reportés dans le Tableau 59.

Tableau 59 : Activité volumique du ^{14}C (en Bq/m^3) mesurée en 2020 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	6,7E-02	9,0E-02	5,4E-02	100%	12	9,9E-03
VERRERIE						
^{14}C	7,7E-02	1,1E-01	5,7E-02	100%	12	1,8E-02
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
^{14}C	6,9E-02	7,5E-02	5,8E-02	100%	12	4,9E-03

Les activités volumique en carbone-14 dans l'air varient entre 0,05 et 0,11 Bq/m^3 . Les valeurs mesurées sont globalement stables au cours de l'année et par rapport aux années précédentes, et n'indiquent pas d'impact significatif sur l'environnement.

31.1.1.5 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/m^3 équivalent radon.

Le renouvellement du parc de mesure initié en 2020 est en cours avec l'acquisition d'une dernière chambre de mesure pour la station de la Verrerie prévue pour l'année 2021. L'année 2020 a été consacrée à l'installation, aux essais et à la validation des performances sur les stations Grande Bastide et Cabri.

Les résultats des mesures d'activité volumique des gaz réalisées en 2020 sur les 3 stations de surveillance ont été reportés dans le tableau 60.

Tableau 60 : Activité des gaz (en Bq/m^3 équivalent radon) mesurée en continu en 2020 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	27	98	9,5
GRANDE BASTIDE			
ACTIVITE EN GAZ	---	---	---
CABRI			
ACTIVITE EN GAZ	---	---	---

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

31.1.1.6 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 2020 sur les deux stations sont reportés dans le tableau 61.

Tableau 61 : Activité volumique moyenne du radon mesuré en continu pour l'année 2020 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	26,8	38	12
INB 164 – CEDRA			
ACTIVITE EN RADON	13,4	24	5

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 2015 et 2017 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*.

31.1.2 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 globales, bêta globales et tritium réalisées en 2020 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 62.

Tableau 62 : Activités volumiques en alpha globales, bêta globales et en tritium (en Bq/l) des précipitations collectées en 2020 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	6,3E-02	8,4E-02	4,8E-02	25%	16	1,5E-02
β global	9,3E-02	1,7E-01	6,1E-02	44%	16	3,8E-02
Tritium	< 4,5			0%	16	
VERRERIE						
α global	5,0E-02	7,4E-02	3,2E-02	25%	16	2,2E-02
β global	9,1E-02	1,5E-01	4,6E-02	44%	16	4,0E-02
Tritium	< 4,5			0%	16	
VINON-sur-VERDON						
α global	8,5E-02	3,6E-01	2,9E-02	56%	16	1,0E-01
β global	1,7E-01	4,8E-01	5,7E-02	50%	16	1,4E-01
Tritium	< 4,9			0%	16	
ST-PAUL-LEZ-DURANCE						
α global	5,1E-02	9,5E-02	3,4E-02	44%	16	2,1E-02
β global	7,0E-02	9,0E-02	4,9E-02	50%	16	1,4E-02
Tritium	< 4,5			0%	16	

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

Le Tableau 62 montre des valeurs comparables à celles mesurées en 2019 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 2020.

Les activités en tritium des précipitations mesurées en 2020 sont non significatives (inférieures à 4,9 Bq/l).

31.2 MESURES D'EXPOSITION EXTERNE (IRRADIATION)

31.2.1 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.

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 63. Les débits d'équivalent de dose (exprimés en nSv/h) reportés sont des moyennes mensuelles.

Tableau 63 : Débits de doses γ ambiants (en nSv/h) mesurées en 2020 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 de dose en nSv/h			
GINASSERVIS	71	73	69
VERRERIE	89	94	87
GRANDE-BASTIDE	77	79	75
ST-PAUL-LEZ-DURANCE	72	74	70
CABRI	73	75	72

Les mesures en continu sur ces stations montrent des valeurs moyennes de débit d'équivalent de dose de l'ordre de 75 nSv/h en 2020 (valeur sensiblement plus élevées au niveau de la Verrerie, environ 90 nSv/h).

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 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.

31.2.2 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 débit de dose γ ambiante mesurées en 2020 en clôture du site ont été reportées sur la figure 45.

L'année 2020 a été marquée par une période de confinement de 4 mois, de mars à juin, durant laquelle les dosimètres ont intégré in situ. La prise en compte de cette plage d'intégration modifie quelque peu la moyenne annuelle. Néanmoins il apparaît préférable de laisser les résultats tels quels, plutôt que de les modifier en apportant des artifices sans valeur rationnelle (Ex : diviser la dose intégrée sur 4 mois par 4).

Figure 45 : Localisation et valeurs moyennes annuelles (en nSv/h) des mesures de dosimétrie effectuées en clôture du site de Cadarache en 2020

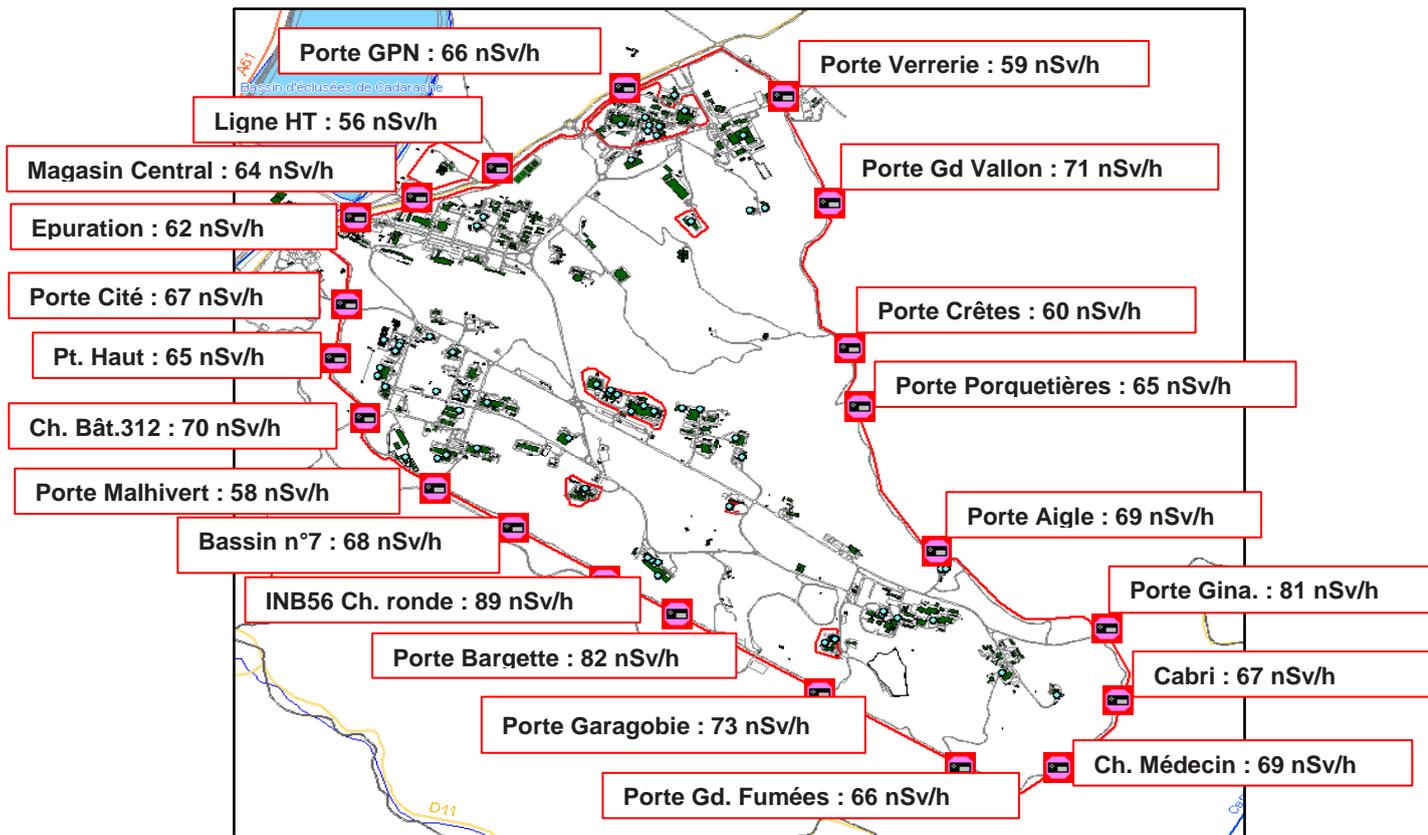
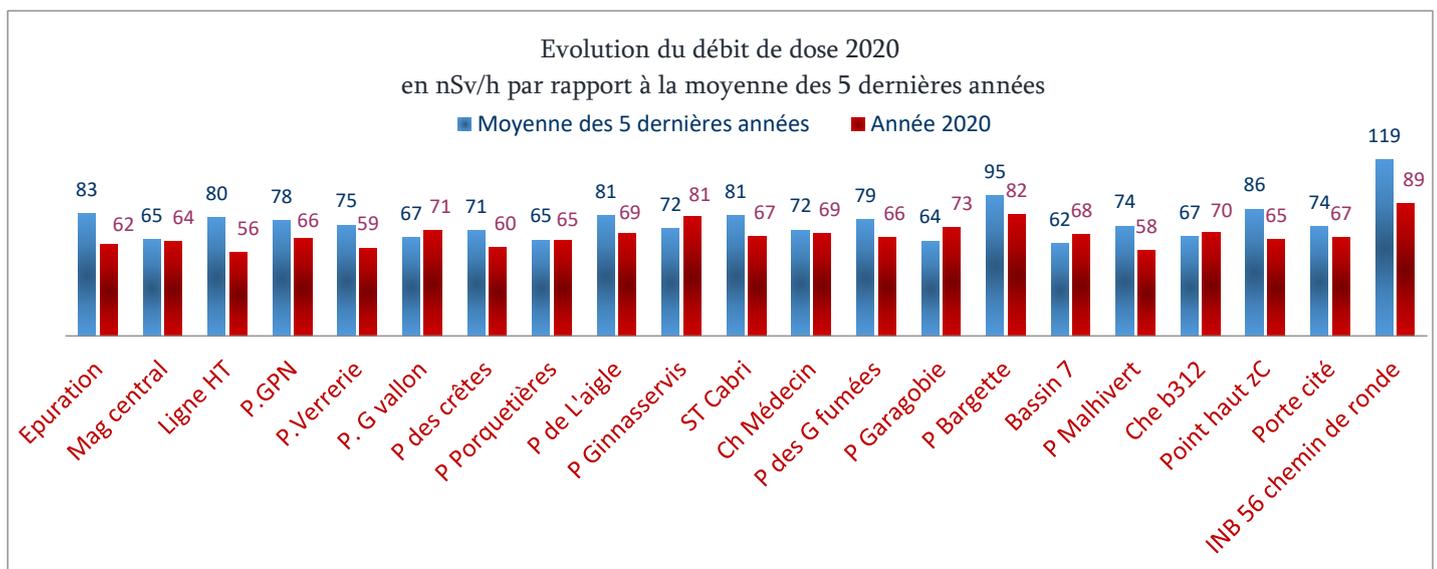


Figure 46: Valeurs annuelles moyennes de dosimétrie ambiante (en nSv/h) mesurées en clôture de site pour 2020 comparées aux valeurs moyennes des 5 dernières années.



Les valeurs de dosimétrie ambiante mesurées en clôture de site en 2020 sont globalement inférieures à la valeur moyenne calculée depuis 2015. Il convient de noter cependant que la valeur annuelle moyenne sur les 5 dernières années du débit de dose du dosimètre « INB 56 chemin de ronde » est égale à 119 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 2020 est de l'ordre de 97 nSv/h à Manosque (04).

31.3 SURVEILLANCE DU MILIEU AQUATIQUE

31.3.1 Eaux de surface

31.3.1.1 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 à fréquence mensuelle 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 analyses en aval.

Les activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium mesurées en 2020 ont été reportées dans Tableau 64.

Tableau 64 : Activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées dans l'eau au niveau de la station de pompage (PS1) en 2020.

	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	< 4,0E-02					0%	12	
β global	6,7E-02	8,6E-02	61,1	5,1E-02	99,4	50%	12	1,3E-02
tritium	< 4,2E+00					0%	12	

Les analyses réalisées à la station de pompage ne présentent aucune valeur anormale en 2020.

31.3.1.2 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 de prélèvements d'aliquotes hebdomadaires.

Des mesures par spectrométrie gamma, spectrométrie alpha, ainsi que de l'activité en Sr-90 sont réalisées sur un échantillon aliquote mensuel et complètent ces mesures.

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 65.

Tableau 65 : Activités moyennes alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2020 dans les eaux prélevées en Durance sur la station de Mirabeau (aval du site).

	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	3,70E-02	3,90E-02	89,8	3,60E-02	94,6	33%	12	1,20E-03
β global	7,30E-02	8,40E-02	62,8	6,00E-02	84,8	25%	12	1,20E-02
tritium	< 4,2E+00					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 2020 sont présentés dans le tableau 66.

Tableau 66 : Activités moyennes des émetteurs gamma, des émetteurs alpha et du Sr-90 mesurés en 2020 sur les aliquotes mensuels de la station de Mirabeau (aval du site).

	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	< 3,60E-01			0%	12	
238-Pu+241-Am	< 2,80E-04			0%	12	
239-Pu+240-Pu	< 3,50E-04			0%	12	
90-Sr	< 3,30E-02			0%	12	
234-U	1,3E-02	1,6E-02 ± 8,8%	1,0E-02 ± 11%	100%	12	2,0E-03
235-U	5,6E-04	7,7E-04 ± 25%	3,1E-04 ± 38%	92%	12	1,4E-04
238-U	1,1E-02	1,4E-02 ± 9%	8,5E-03 ± 9,8%	100%	12	1,8E-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 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 SPR).

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 2020 ont été reportés dans le Tableau 67.

Tableau 67: Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2020 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	3,9E-02					8%	12	
β global	6,5E-02	7,8E-02	57	4,7E-02	98	50%	12	1,1E-02
tritium	< 4,2					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.

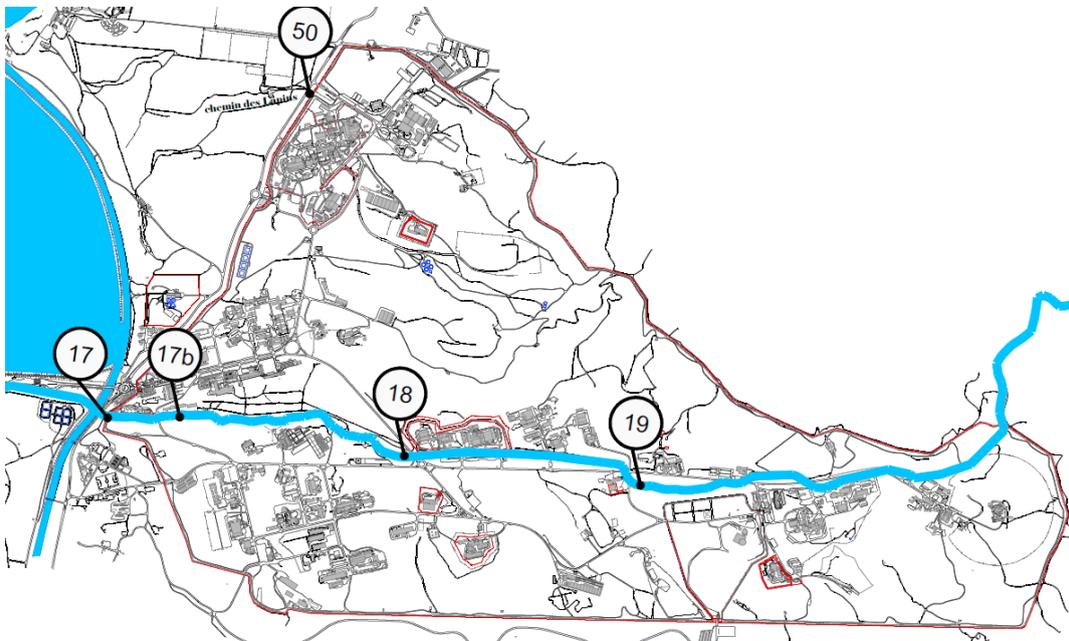
31.3.2 Eaux de ruissellement

Chaque semaine, des prélèvements avec analyses en différé sur des aliquotes mensuels sont effectués dans le Ravin de la Bête, comme l'illustre la Figure 47 :

- au Point 17 (en sortie du Ravin à proximité de la station des rejets),
- au Point 17 Bis : ce point situé à proximité du Bât. 124 était auparavant prélevé uniquement en cas de manque d'eau au Point 17,
- 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 l'arrêté préfectoral (tableau L).

Figure 47 : Localisation des collecteurs d'eau de ruissellement sur le Centre de Cadarache



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

Les résultats des mesures d'activités alpha globales, bêta globales et tritium effectuées sur ces prélèvements d'eau en 2020 ont été reportés dans le Tableau 68.

Tableau 68 : Activités alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) mesurées en 2020 dans les eaux du Ravin de la Bête et du regard collectant les eaux pluviales du versant nord du Centre (Point 50).

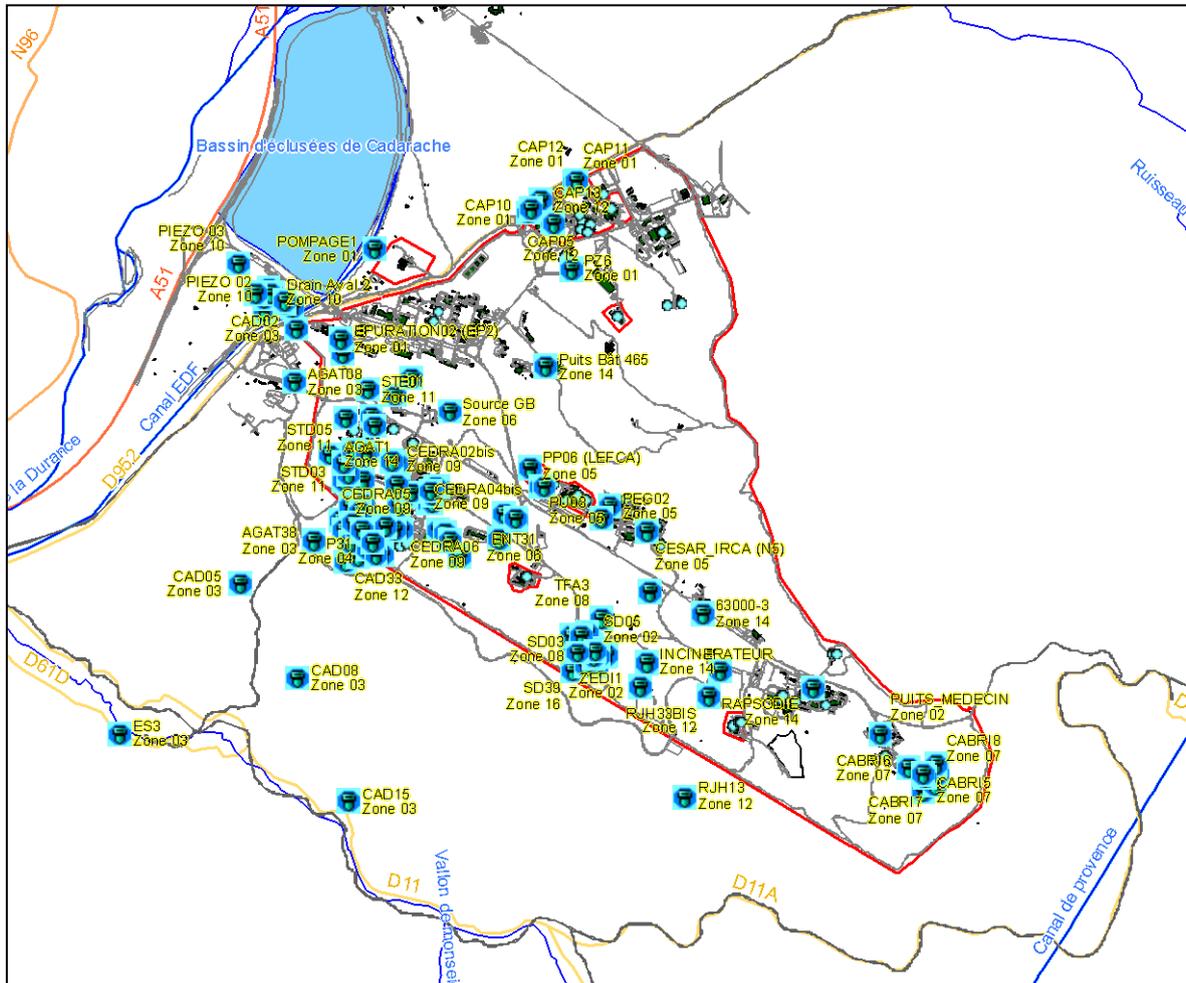
	Valeur moyenne (Bq/l)	Valeur maximale (Bq/l)	Incertitude%	Valeur minimale (Bq/l)	Incertitude%	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type (Bq/l)
POINT 17								
α global	4,1E-02	4,7E-02	75,4	3,6E-02	93,2	17%	12	7,7E-03
β global	1,2E-01	3,5E-01	20,5	4,9E-02	87,3	58%	12	1,1E-01
tritium	< 4,2E+00					0%	12	
POINT 17 BIS								
α global	4,2E-02	4,6E-02	7,9E+01	3,9E-02	85,7	30%	10	3,5E-03
β global	8,1E-02	1,10E-01	49,9	5,7E-02	77,2	70%	10	2,2E-02
tritium	< 4,3E+00					0%	10	
POINT 18								
α global	5,3E-02	5,6E-02	64,7	5,1E-02	75,1	20%	10	3,5E-03
β global	6,3E-02	9,0 E-02	61	5,1E-02	84,9	40%	10	1,8E-02
tritium	< 5,2E+00					0%	10	
POINT 19								
α global	5,3E-02	5,7E-02	60,5	5,0E-02	68,3	25%	8	4,9E-03
β global	1,2E-01	1,9E-01	27,0	5,9E-02	74,7	88%	8	5,4E-02
tritium	< 4,4E+00					0%	8	
POINT 50								
α global	3,5E-02	3,9E-02	79,0	3,0E-02	93,1	20%	10	6,4E-03
β global	1,0E-01	2,0E-01	21,6	5,2E-02	86,0	80%	10	5,0E-02
tritium	< 4,4E+00					0%	10	

Les eaux de ruissellement du Ravin de la bête et du Versant Nord ne présentent aucune valeur anormale. Les spectrométries gamma réalisées sur les échantillons présentant une activité β globale, significative voire supérieure aux limites de l'annexe B de l'arrêté préfectoral, ne révèlent la présence d'aucun radioélément artificiel. Cette activité volumique beta globale trouve son origine par la présence de Potassium 40, radionucléide naturel.

31.3.3 Eaux souterraines (nappes phréatiques)

Un réseau de forages (Figure 48) 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 48 : Réseau de forages permettant la surveillance radiologique des eaux souterraines du Centre de Cadarache



Le Tableau 69 présente les résultats des mesures effectuées sur les forages dont le suivi est réglementaire pour l'année 2020.

Les résultats spécifiques à la surveillance du site au titre de l'arrêté préfectoral sont présentés dans la partie C (chapitre 25).

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 69 et font également office de point zéro.

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

Tableau 69 : Activités volumiques alpha globales, bêta globales et tritium (en Bq/l) ainsi que la teneur en potassium (en mg/l) mesurées en 2020 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
INB24 CABRI						
CABRI10						
Activité α globale (Bq/L)	5,6E-02	6,8E-02 \pm 68,4%	4,2E-02 \pm 95%	33%	12	1,1E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,2E-01	1,6E-01 \pm 28,9%	8,6E-02 \pm 43,2%	100%	12	2,8E-02
Activité tritium (Bq/L)	6,1E+00 \pm 74,7%			8%	12	
Potassium (mg/L)	3,0E+00	3,2E+00	2,0E+00	100%	12	3,3E-01
Profondeur (m)	29	36	12	100%	12	7,9
CABRI04 (CABRI SUD)						
Activité α globale (Bq/L)	5,2E-02	6,0E-02 \pm 80,3%	4,4E-02 \pm 95,6%	17%	12	1,1E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,8E-02	1,0E-01 \pm 53,9%	4,7E-02 \pm 85,7%	92%	12	1,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	9,4E+00	1,4E+01 \pm 36,6%	5,6E+00 \pm 57,8%	42%	12	3,3E+00
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,6E+00	7,0E-01	100%	12	2,2E-01
Profondeur (m)	29	36	12	100%	12	7,9
INB92 (PHEBUS)						
Puits Médecin						
Activité α globale (Bq/L)	4,2E-02 \pm 90,5%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	7,4E-02 \pm 88,3%	3,6E-02 \pm 90,7%	33%	12	1,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,4E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,6E+00	2,3E+00	1,1E+00	100%	12	4,0E-01
Profondeur (m)	7,5	8,6	6,5	100%	12	0,68
INB56 (Parc entreposage)						
SD 05						
Activité α globale (Bq/L)	8,1E-01	2,2E+00 \pm 24%	0,0E+00	77%	13	5,9E-01
Activité β globale (Bq/L)	8,2E+00	1,8E+01 \pm 14%	0,0E+00	100%	13	4,1E+00
Activité tritium (Bq/L)	1,8E+01	5,0E+01 \pm 11,7%	6,8E+00 \pm 68,5%	100%	12	1,1E+01
Potassium (mg/L)	9,2E-01	1,2E+00	5,0E-01	100%	12	2,0E-01
Profondeur (m)	11	12	8,9	100%	12	1,0
SD 24/2						
Activité α globale (Bq/L)	6,1E-02	7,0E-02 \pm 63%	5,2E-02 \pm 82,1%	17%	12	1,3E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,8E-02	7,3E-02 \pm 73,3%	6,3E-02 \pm 82,4%	25%	12	5,0E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	5,8E-01	7,0E-01	3,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	8,4	9,7	6,4	100%	12	1,0
Zone INB22, 121 (CASCAD, PEGASE, IRCA)						
PEG02						
Activité α globale (Bq/L)	5,9E-02 \pm 73,3%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	8,3E-02	1,6E-01 \pm 36,6%	5,4E-02 \pm 76%	50%	12	3,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,2E+00	1,4E+00	9,0E-01	100%	12	1,3E-01
Profondeur (m)	16	17	15	100%	12	0,93

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
Zone INB22, 121 (CASCAD, PEGASE, IRCA)						
CESAR (N5)						
Activité α globale (Bq/L)	7,4E-02	1,0E-01 \pm 45,4%	4,3E-02 \pm 99,2%	83%	12	1,9E-02
Activité β globale (Bq/L)	5,7E-02	7,9E-02 \pm 50,7%	3,8E-02 \pm 84,4%	58%	12	1,3E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	9,7E-01	1,1E+00	7,0E-01	100%	12	1,1E-01
Profondeur (m)	12	14	12	100%	12	0,62
S45 Bis						
Activité α globale (Bq/L)	4,9E-02	6,2E-02 \pm 66,3%	3,7E-02 \pm 98,2%	33%	12	1,3E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,1E-01	1,8E-01 \pm 33%	6,0E-02 \pm 74,3%	83%	12	4,3E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	2,7E+00	4,5E+00	1,0E+00	100%	12	1,4E+00
Profondeur (m)	8,9	10	6,4	100%	12	1,6
Zone INB 32, 54, 123 (ATPU, LPC, LEFCA)						
PU3						
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-2 \pm 83,8%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	4,8E-2 \pm 88,8%			8%	12	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	8,8E-01	1,1E+00	5,0E-01	100%	12	1,8E-01
Profondeur (m)	8,6	9,3	7,6	100%	12	0,59
LEFCA (PP06)						
Activité α globale (Bq/L)	< 3,7E-02			0%	5	
Activité β globale (Bq/L)	8,1E-02	1,1E-01 \pm 43,2%	4,9E-02 \pm 90,2%	60%	5	3,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,4E+00			0%	5	
Potassium (mg/L)	1,9E+00	4,0E+00	1,2E+00	100%	5	1,2E+00
Profondeur (m)	14	14	13	100%	5	0,17
INB 55 (LECA)						
LEC 02 TER						
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-02	8,2E-02 \pm 66%	3,6E-02 \pm 96,4%	42%	12	1,8E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,8E-02	8,1 E-02 \pm 63,7%	5,6E-02 \pm 89,7%	42%	12	1,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 9,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,5E+00	8,0E-01	100%	12	1,8E-01
Profondeur (m)	28	34	21	100%	12	4,0
INB 156 (CHICADE)						
SP 02						
Activité α globale (Bq/L)	< 7,7E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	3,5E-01	1,1E+00 \pm 10,3%	6,9E-02 \pm 60,6%	100%	12	3,7E-01
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+01	3,6E+01	1,9E+00	100%	12	1,2E+01
Profondeur (m)	8,2	12	6,2	100%	12	2,0

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
INB 164 (CEDRA)						
CEDRA 01 Ter						
Activité α globale (Bq/L)	7,5E-02	9,1E-02 \pm 46,9%	4,4E-02 \pm 90,2%	58%	12	1,6E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,0E-02	9,3E-02 \pm 45%	3,7E-02 \pm 90,2%	67%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,6E+00	1,0E+00	100%	12	1,7E-01
Profondeur (m)	16	17	15	100%	12	0,57
CEDRA 03						
Activité α globale (Bq/L)	4,0E-02	4,3E-02 \pm 88,7%	3,6E-02 \pm 96,4%	42%	12	2,9E-03
Activité β globale (Bq/L)	< 9,9E-02			0%	12	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,1E-01	9,0E-01	5,0E-01	100%	12	1,0E-01
Profondeur (m)	17	18	17	100%	12	0,45
INB 56 (zone tranchées)						
P07						
Activité α globale (Bq/L)	< 5,5E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,1E-02	7,3E-02 \pm 70,3%	5,2E-02 \pm 96,1%	50%	12	6,9E-03
Activité tritium (Bq/L)	6,1E+00	6,8E+00 \pm 49,5%	5,5E+00 \pm 81,4%	25%	12	6,4E-01
Potassium (mg/L)	6,2E-01	8,0E-01	3,0E-01	100%	12	1,3E-01
Profondeur (m)	6,3	7,1	5,3	100%	12	0,63
P17						
Activité α globale (Bq/L)	4,7E-02	5,0E-02 \pm 70%	4,4E-02 \pm 84,8%	17%	12	4,2E-03
Activité β globale (Bq/L)	4,8E-02	5,0E-02 \pm 85,8%	4,6E-02 \pm 95%	17%	12	2,8E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,6E-01	1,0E+00	5,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	7,2	8,6	5,8	100%	12	0,98
P31 bis						
Activité α globale (Bq/L)	4,7E-02	5,1E-02 \pm 80,3%	4,2E-02 \pm 84,8%	17%	12	6,4E-03
Activité β globale (Bq/L)	6,3E-02	6,6E-02 \pm 75,5%	6,0E-02 \pm 85,8%	17%	12	4,2E-03
Activité tritium (Bq/L)	5,8E+00	5,9E+00 \pm 53,2%	5,8E+00 \pm 55,7%	17%	12	9,9E-02
Potassium (mg/L)	7,7E-01	9,0E-01	5,0E-01	100%	12	9,8E-02
Profondeur (m)	28	33	22	100%	12	3,5

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
INB 37_B (STE)						
STE02 Bis						
Activité α globale (Bq/L)	7,3E-02	1,0E-01 \pm 46,7%	4,3E-02 \pm 88,8%	83%	12	1,7E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,2E-01	2,0E-01 \pm 29,4%	6,0E-02 \pm 76,2%	92%	12	4,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	2,0E+00	2,2E+00	1,4E+00	100%	12	2,0E-01
Profondeur (m)	24	25	19	100%	12	1,6
STE03						
Activité α globale (Bq/L)	5,8E-02	8,2E-02 \pm 48,6%	4,2E-02 \pm 84,7%	50%	12	1,5E-02
Activité β globale (Bq/L)	8,3E-02	1,3E-01 \pm 42,8%	4,8E-02 \pm 75%	100%	12	2,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,9E+00	3,2E+00	1,6E+00	100%	12	4,5E-01
Profondeur (m)	14	15	14	100%	12	0,29
STE04						
Activité α globale (Bq/L)	< 8,0E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,3E-02	9,6E-02 \pm 48,7%	5,1E-02 \pm 87,4%	58%	12	1,8E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,8E+00	2,1E+00	1,0E+00	100%	12	2,9E-01
Profondeur (m)	25	26	22	100%	12	1,2
INBS-PN						
CAP09						
Activité α globale (Bq/L)	5,0E-02 \pm 81,5%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,0E-02 \pm 70,9%			8%	12	
Activité tritium (Bq/L)	< 4,7E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,3E-01	9,0E-01	5,0E-01	100%	12	1,1E-01
Profondeur (m)	28	30	22	100%	12	2,5
CAP11						
Activité α globale (Bq/L)	Sec					
Activité β globale (Bq/L)	Sec					
Activité tritium (Bq/L)	Sec					
Potassium (mg/L)	Sec					
Profondeur (m)	Sec					
CAP12						
Activité α globale (Bq/L)	< 4,1E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,5E-02	5,8E-02 \pm 84,6%	5,2E-02 \pm 94,3%	17%	12	4,2E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,6E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,3E-01	1,1E+00	5,0E-01	100%	12	1,7E-01
Profondeur (m)	29	32	22	100%	12	3,0
CAP13						
Activité α globale (Bq/L)	3,6E-02 \pm 98,3%			7%	15	
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	5,7E-02 \pm 85,4%	5,5E-02 \pm 89,2%	20%	15	1,0E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	15	
Potassium (mg/L)	6,4E-01	8,0E-01	5,0E-01	100%	12	9,0E-02
Profondeur (m)	29	29	28	100%	12	0,32

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
INBS-PN (suite)						
PZ6						
Activité α globale (Bq/L)	4,5E-02	4,8E-02 \pm 93,9%	4,3E-02 \pm 87,9%	25%	12	2,5E-03
Activité β globale (Bq/L)	6,8E-02	8,2E-02 \pm 62%	4,9E-02 \pm 90,4%	33%	12	1,5E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,5E+00	1,6E+00	1,3E+00	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	53	56	44	100%	12	3,3
Zone Rejet/Epuration						
REJ03						
Activité α globale (Bq/L)	5,4E-02	7,2E-02 \pm 58,6%	4,0E-02 \pm 93,2%	50%	12	1,2E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,9E-02	1,1E-01 \pm 48,6%	5,6E-02 \pm 88,3%	58%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,2E+00	1,6E+00	6,0E-01	100%	12	3,6E-01
Profondeur (m)	3,6	3,9	3,1	100%	12	0,21
REJ04						
Activité α globale (Bq/L)	4,2E-02 \pm 86,1%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,7E-02	1,1E-01 \pm 47,7%	4,9E-02 \pm 90,4%	50%	12	2,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	16	
Potassium (mg/L)	1,9E+00	2,2E+00	1,6E+00	100%	12	1,8E-01
Profondeur (m)	4,9	5,1	4,3	100%	16	0,22
PUITS-REJETS (ES02 bis)						
Activité α globale (Bq/L)	4,1E-02	4,3E-02 \pm 86,1%	3,8E-02 \pm 87,6%	15%	13	3,5E-03
Activité β globale (Bq/L)	7,9E-02	1,0E-01 \pm 50,6%	5,2E-02 \pm 99,8%	54%	13	1,5E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	16	
Potassium (mg/L)	1,4E+00	1,6E+00	1,1E+00	100%	12	1,5E-01
Profondeur (m)	2,3	2,5	1,8	100%	15	0,19
EPURATION 02 (EP2)						
Activité α globale (Bq/L)	5,6E-02	6,8E-02 \pm 58,7%	4,9E-02 \pm 84,8%	21%	14	1,0E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,5E-02	1,1E-01 \pm 34,1%	4,8E-02 \pm 92,2%	29%	14	2,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 1,3E+01			0%	14	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,7E+00	8,0E-01	100%	12	2,4E-01
Profondeur (m)	8,0	9,3	7,2	100%	12	0,88
Surveillance globale nappe crétacée						
CAD02						
Activité α globale (Bq/L)	< 3,2E-02			0%	12	
Activité β globale (Bq/L)	3,2E-01	3,7E-01 \pm 19,5%	3,1E-02 \pm 21,7%	100%	12	9,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 8,9E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+01	1,4E+01	9,6E+00	100%	12	1,3E+00
Profondeur (m)	7,8	8,3	6,8	100%	12	0,45
CAD03						
Activité α globale (Bq/L)	4,1E-02	6,3E-02 \pm 59,4%	3,0E-02 \pm 98,2%	33%	12	1,5E-02
Activité β globale (Bq/L)	8,0E-02	1,2E-01 \pm 43,2%	4,9E-02 \pm 88,6%	75%	12	2,3E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,4E+00	1,7E+00	1,1E+00	100%	12	1,9E-01
Profondeur (m)	30	38	14	100%	12	9,3

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
Surveillance globale nappe crétacée (suite)						
AGAT38						
Activité α globale (Bq/L)	5,1E-02 \pm 77,8%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	7,2E-02	1,0E-01 \pm 50,6%	5,5E-02 \pm 80,6%	58%	12	1,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,2E+00	1,4E+00	8,0E-01	100%	12	1,9E-01
Profondeur (m)	46	48	42	100%	12	1,8
CAD08						
Activité α globale (Bq/L)	4,0E-02 \pm 96,4%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	6,0E-02	6,7E-02 \pm 76,8%	5,0E-02 \pm 98%	42%	12	9,0E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,0E-01	9,0E-01	4,0E-01	100%	12	1,6E-01
Profondeur (m)	37	40	24	100%	12	4,3
CAD15						
Activité α globale (Bq/L)	4,2E-02	4,4E-02 \pm 81,2%	3,9E-02 \pm 99,3%	17%	12	3,5E-03
Activité β globale (Bq/L)	5,4E-02	6,2E-02 \pm 79%	4,8E-02 \pm 91,8%	25%	12	7,4E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	5,0E-01	7,0E-01	3,0E-01	100%	12	1,2E-01
Profondeur (m)	9,9	14	6,4	100%	12	3,1
AGAT08						
Activité α globale (Bq/L)	8,0E-02	1,2E-01 \pm 84,8%	6,2E-02 \pm 78,5%	58%	12	2,0E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,2E-01	1,6E-01 \pm 73,1%	9,7E-02 \pm 38,8%	92%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	3,8E+00	4,4E+00	3,1E+00	100%	12	4,0E-01
Profondeur (m)	22	24	18	100%	12	1,8
SOURCE FONT REYNAUDE						
ES3						
Activité α globale (Bq/L)	6,3E-02 \pm 71,1%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	5,7E-02	6,3E-02 \pm 81,5%	5,4E-02 \pm 90,9%	25%	12	4,9E-03
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,0E+00	1,3E+00	6,0E-01	100%	12	2,2E-01
Profondeur (m)						
SOURCE « GRANDE BASTIDE »						
Source GB						
Activité α globale (Bq/L)	sec					
Activité β globale (Bq/L)						
Activité tritium (Bq/L)						
Potassium (mg/L)						
Profondeur (m)						

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
INB 42_95 (EOLE MINERVE)						
EOL02						
Activité α globale (Bq/L)	4,0E-02 \pm 94,6%			8%	12	
Activité β globale (Bq/L)	9,8E-02	1,4E-01 \pm 39,7%	6,2E-02 \pm 85,7%	25%	12	3,9E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 8,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	7,1E-01	1,0E+00	3,0E-01	100%	12	2,5E-01
Profondeur (m)	6,4	7,5	4,9	100%	12	0,86
INB 169 (MAGENTA)						
ENT 01						
Activité α globale (Bq/L)	5,2E-02	5,8E-02 \pm 71,7%	4,6E-02 \pm 80,2%	17%	12	8,5E-03
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	6,9E-02 \pm 75%	4,0E-02 \pm 82,3%	50%	12	1,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,5E+00	1,7E+00	1,2E+00	100%	12	1,5E-01
Profondeur (m)	14	19	9,8	100%	12	2,7
ENT 31						
Activité α globale (Bq/L)	6,0E-02	6,7E-02 \pm 77,7%	5,4E-02 \pm 88,3%	50%	12	5,3E-03
Activité β globale (Bq/L)	9,2E-02	1,2E-01 \pm 30,8%	6,6E-02 \pm 52,8%	100%	12	1,7E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	3,0E+00	3,4E+00	2,4E+00	100%	12	2,8E-01
Profondeur (m)	14	17	9,6	100%	12	2,6
ENT 47						
Activité α globale (Bq/L)	1,5E-01	2,0E-01 \pm 23,3%	1,1E-01 \pm 50,5%	100%	12	3,0E-02
Activité β globale (Bq/L)	1,7E-01	2,0E-01 \pm 21,8%	1,3E-01 \pm 43,2%	100%	12	2,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	3,3E+00	3,8E+00	2,6E+00	100%	12	3,0E-01
Profondeur (m)	13	16	8,8	100%	12	2,7
CHAU02						
Activité α globale (Bq/L)	7,4E-02	9,0E-02 \pm 47,8%	5,4E-02 \pm 77,1%	67%	12	1,2E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,5E-02	1,2E-01 \pm 30,8%	4,2E-02 \pm 82,5%	83%	12	2,4E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,5E+00	8,0E-01	100%	12	1,8E-01
Profondeur (m)	20	25	14	100%	12	3,5

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
INB 171 (AGATE)						
CEDRA 01 TER						
Activité α globale (Bq/L)	7,5E-02	9,1E-02 \pm 46,9%	4,4E-02 \pm 90,2%	58%	12	1,6E-02
Activité β globale (Bq/L)	6,0E-02	9,3E-02 \pm 45%	3,7E-02 \pm 90,2%	67%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,3E+00	1,6E+00	1,0E+00	100%	12	1,7E-01
Profondeur (m)	16	17	15	100%	12	0,57
AGAT 57						
Activité α globale (Bq/L)	6,4E-02	8,7E-02 \pm 56,6%	4,9E-02 \pm 88,4%	42%	12	1,5E-02
Activité β globale (Bq/L)	7,6E-02	1,0E-01 \pm 50,9%	5,3E-02 \pm 94,5%	42%	12	2,0E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,2E+00	8,0E-01	100%	12	1,0E-01
Profondeur (m)	14	14	13	100%	12	0,5
ATL 01						
Activité α globale (Bq/L)	5,9E-02	8,5E-02 \pm 60,2%	4,4E-02 \pm 86,3%	83%	12	1,5E-02
Activité β globale (Bq/L)	5,6E-02	7,1E-02 \pm 50,6%	3,5E-02 \pm 96,1%	67%	12	1,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,5E+00			0%	12	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,2E+00	8,0E-01	100%	12	1,0E-01
Profondeur (m)	12	13	12	100%	12	0,5
INB 172 (RJH)						
RJH 13						
Activité α globale (Bq/L)	3,6E-02 \pm 97,2%			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	8,4E-02	9,7E-02 \pm 53,6%	7,1E-02 \pm 77,1%	100%	4	1,1E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,4E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	1,1E+00	1,1E+00	9,0E-01	100%	4	1,0E-01
Profondeur (m)	72	74	66	100%	4	3,6
RJH 33 Bis						
Activité α globale (Bq/L)	6,9E-02	9,8E-02 \pm 54,7%	5,4E-02 \pm 92%	75%	4	2,5E-02
Activité β globale (Bq/L)	9,5E-02	1,4E-01 \pm 40,4%	6,5E-02 \pm 84,7%	100%	4	3,2E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 4,3E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	2,2E+00	2,3E+00	2,0E+00	100%	4	1,3E-01
Profondeur (m)	48	49	47	100%	4	0,86
RJH 37						
Activité α globale (Bq/L)	4,0E-02 \pm 94,3%			25%	4	
Activité β globale (Bq/L)	6,7E-02	1,2E-01 \pm 39,8%	3,8E-02 \pm 87,2%	75%	4	4,6E-02
Activité tritium (Bq/L)	< 8,6E+00			0%	4	
Potassium (mg/L)	1,2E+00	2,6E+00	6,0E-01	100%	4	9,4E-01
Profondeur (m)	31	32	27	100%	4	2,5

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 P07, P17, et P31Bis) et Zone entreposage des déchets (forages SD05 et SD24/2) ;
- CABRI (forages CABRI04 et CABRI 10) ;
- INB37 A + INB37B (Forages STE02 Bis, STE03 et STE04).

Zone Station des rejets :

Les valeurs mesurées en 2020 sur les forages de la zone sont proches des seuils de décision (cf. Tableau 69).

Zone Forage ZEDI 01 :

Le forage ZEDI 01 fait l'objet d'une surveillance mensuelle de l'activité tritium. Les valeurs mesurées en 2020 sont présentées dans le tableau 70.

Tableau 70 : Activités volumiques tritium (en Bq/l) et profondeur mesurées en 2020 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)	4,2E+01	8,4E+01 ± 9,4%	5,9E+00 ± 55,1%	50%	12	3,5E+01
Profondeur (m)	31	32	29	100%	11	0,8

L'activité volumique en tritium est de l'ordre de 42 Bq/l en moyenne sur l'année 2020 égale à 2019.

L'activité volumique tritium présente de fortes variations au cours de l'année avec des mesures comprises entre 5,9 Bq/l et une valeur maximale de 84 Bq/l. Ce phénomène est constaté depuis plusieurs années et peut être associé aux fluctuations de la hauteur de nappe.

Pour information, la surveillance chimique et radiologique de la ZEDI a été revue par la DREAL fin 2016 dans le cadre d'un nouvel arrêté⁵ complémentaire.

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 69.

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 69.

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 2020 présentent une valeur moyenne de 0,81 Bq/l, proche de celle relevée en 2019 (0,58 Bq/l). Les valeurs en $\text{Pu}^{239} + \text{Pu}^{240}$ sont de 0,24 Bq/l en moyenne en 2020 et celles en $\text{Pu}^{238} + \text{Am}^{241}$ de 0,48 Bq/l en moyenne.
- L'activité bêta globale est en baisse par rapport à 2019 avec une valeur moyenne de 8,2 Bq/l en 2020 contre 26 Bq/l en 2019. Les valeurs annuelles sont comprises entre 18 Bq/l et 0 Bq/l.

⁵ Arrêté n°35-2016 portant prescriptions complémentaires au CEA en ce qui concerne l'exploitation ICPE Rhodia et le suivi environnemental de l'ancienne ZEDI.

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

- Les résultats d'analyses en Sr-90 ont une activité moyenne de 2,72 Bq/l.
 - L'activité en tritium est stable en 2020 avec une valeur moyenne de 18 Bq/l contre 19 Bq/l en 2019. Les valeurs fluctuent au cours de l'année et passent de 6,8 Bq/l à 50 Bq/l. L'activité tritium continue à fluctuer en 2020 avec des variations moins importantes qu'en 2019.
 - Les analyses mensuelles réalisées par spectrométrie gamma ne montrent aucune valeur significative en Cs-137 et en Co-60.
- **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 2020.

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 69.

- **le forage CABRI10 :** les valeurs mesurées en tritium en 2020 (9,5 Bq/l) restent stable par rapport à 2019 (9 Bq/l).
- **le forage CABRI04 (CABRI SUD) :** l'activité moyenne en tritium en 2020 est stable par rapport à 2019 (9,4 Bq/l en 2020 contre 8,9 Bq/l en 2019). Les valeurs fluctuent sur l'année entre 5,6 Bq/l et 14 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 2020 sur l'eau de ces forages sont reportés dans le Tableau 69.

- **le forage STE02 Bis** Les niveaux d'activité alpha globale et bêta globale en 2020 sont comparables à ceux mesurés ces dernières années. Les valeurs en tritium sont inférieures au seuil de décision.
- **Les forages STE03 et STE04 :** ces forages ne présentent aucune valeur anormale. Les activités mesurées en 2020 sont du même ordre de grandeur qu'en 2019.

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

Conformément à la décision ASN n° 2017-DC-0597 et en application de la prescription [CEACAD-58], la mise en perspective pluriannuelle des résultats de surveillance de la nappe miocène au niveau de l'INB56 est présentée dans le tableau 71.

Tableau 71 : Historiques des résultats de surveillance de la nappe miocène jusqu'en 2020 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 2020	293,60	299,04	1997	297,09	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 2020	295,45	306,43	2011	301,14	0,05	6,00	1994	0,78	0,12	250,00	2012	30,57	5,54	1600,00	2001	112,43	
	SD20	1985 à 2020	296,70	301,18	2011	298,82	0,05	0,38	1988	0,11	0,08	4,30	1993	0,41	2,75	30,00	1992	11,29	
	SD22	1985 à 2020	295,45	300,05	1988	298,56	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 2020	295,08	303,36	1984	298,93	0,03	0,16	2002	0,07	0,04	1,30	1993	0,13	3,37	280,00	1999	49,63	
	SD26	1985 à 2020	294,84	299,75	1985	298,11	0,03	0,13	1985	0,07	0,04	0,81	1988	0,16	2,36	192,00	1995	36,70	
	SD27	1985 à 2020	300,99	304,94	2011	302,02	0,05	2,80	2001	0,32	0,59	37,00	2001	14,09	8,06	243,00	1999	53,43	
	SD28	1985 à 2020	292,04	303,14	1985	299,11	0,03	0,14	1994	0,07	0,05	0,62	1988	0,14	2,55	247,00	1997	72,38	
	SD29	1985 à 2020	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	8,94	
	SD32bis	2006 à 2020	295,36	301,52	2011	296,94	0,05	0,20	2014	0,09	0,05	0,20	2009 / 2014	0,11	-	-	2015	2,24	
	SD35	2003 à 2020	293,73	297,93	2011	296,24	0,04	0,14	2016	0,07	0,03	12,10	2003	0,71	2,49	13,32	2003	6,20	
	SD40	2004 à 2020	298,47	305,77	2011	302,08	0,03	0,10	2013	0,06	0,05	0,10	2013	0,07	-	-	2012	2,61	
	SD41	2003 à 2020	297,21	306,65	2011	301,40	0,04	0,07	2003	0,05	0,17	1,70	2012	0,69	3,77	40,39	2012	12,42	
	SD42	2003 à 2020	284,00	303,46	2011	297,27	0,06	1,10	2004	0,05	0,14	7,70	2014	2,52	5,14	133,90	2005	34,09	
	SD44	2003 à 2020	297,38	306,38	2011	301,23	0,05	0,08	2018	0,06	0,04	1,77	2005	0,60	4,35	30,16	2005	12,98	
	TFA3	1998 à 2020	290,57	295,95	2014	293,63	0,04	0,18	1998	0,08	0,05	0,55	1999	0,09	2,45	9,00	1998	5,00	
	Tranchées	P1	1976 à 2020	279,75	287,58	1979	283,42	0,01	1,48	1978	0,12	0,04	2,80	1987	0	1,48	31,10	1985,00	9,02
		P3	1976 à 2020	283,19	289,50	1997	286,24	0,03	0,38	1988	0,07	0,04	6,00	1988	0,25	1,48	30,00	1982	7,78
		P4	1976 à 2020	284,16	289,79	1978	286,90	0,04	0,60	1990	0,13	0,04	8,60	1990	0,61	4,60	837,00	2011	140,56
		P7	1976 à 2020	278,91	288,37	1978	285,30	0,03	0,12	1982 / 1987 à 1989	0,06	0,04	1,48	1978	0,70	2,41	27,00	1993	8,90
P17		1978 à 2020	282,03	288,54	2012	284,78	0,04	0,10	1992 / 2004 / 2006	0,06	0,01	0,75	1986	0,16	2,43	32,00	1987	6,73	
P19		1978 à 2020	275,58	281,49	1997	279,16	0,04	0,13	1989	0,07	0,03	1,90	1989	0,20	2,38	8,00	1993	5,43	
P27		1976 à 2020	278,94	284,64	1978	281,24	0,03	2,20	1978	0,28	0,05	0,37	1999	0,09	2,62	8,51	2018	4,99	
P32		1994 à 2020	282,99	289,25	1995	287,28	0,04	0,10	1998	0,07	0,06	0,49	2016	0,17	2,67	13,00	1998	6,79	
P35		2003 à 2020	284,53	288,70	2011	286,20	0,04	0,08	2017	0,06	0,50	0,34	2011	0,10	2,33	29,50	2016	12,93	
P36		2003 à 2020	281,44	287,86	2015	284,63	0,04	0,08	2017	0,06	0,05	0,24	2006	0,14	3,01	63,10	2019	39,22	
P38		2007 à 2020	282,78	286,07	2020	284,06	0,04	0,08	2011	0,06	0,05	0,23	2009	0,07	-	-	2011	2,75	
P40		2007 à 2020	288,73	293,53	2014	292,29	0,05	1,69	2007	0,21	0,05	1,90	2007	0,19	1,79	5,30	2008	3,15	
P42		2007 à 2020	286,17	288,97	2014	287,66	0,10	0,74	2012	0,26	0,91	2,80	2011	1,94	7,92	213,20	2007	65,19	

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 2 et 9 m.

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 (en moyenne de 2 à 112 Bq/l sur le site du Parc et de 2 à 140 Bq/l sur le site des Tranchées).

Les activités les plus élevées en alpha globale et en bêta globale 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.

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.

31.3.5 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 2020 sont reportés dans le Tableau 72.

Tableau 72 : Activités des émetteurs gamma, du Sr-90 et des émetteurs alpha dans les sédiments prélevés en 2020

ACTIVITES	St-EUCHER	MANOSQUE	VINON
⁴⁰ K (en Bq/kg sec)	3,2E+02	2,29E+02	7,8E+01
¹³⁷ Cs (en Bq/kg sec)	1,7E+00	1,2E+00	7,1E-01
²³⁸ Pu (en Bq/kg sec)	< 2,2E-02		
²³⁹ Pu et ²⁴⁰ Pu (en Bq/kg sec)	< 7,2E-02		
²⁴¹ Am (en Bq/kg sec)	< 6,1E-02		
⁹⁰ Sr (en Bq/kg sec)	< 5,4E+00		
²³⁴ U (en Bq/kg sec)	1,9E+01		
²³⁵ U (en Bq/kg sec)	1,0E+00		
²³⁸ U (en Bq/kg sec)	1,9E+01		

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 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 26 Bq/kg sec).

31.3.6 Indicateurs biologiques

31.3.6.1 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.

Leurs cendres sont analysées 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.

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

Les résultats des analyses des végétaux aquatiques prélevés en 2020 sont reportés dans le Tableau 73.

Tableau 73 : Activités bêta globales, des émetteurs gamma, du Sr-90, des isotopes du Pu, de l'Am, de l'U, du ³H et du ¹⁴C dans les végétaux aquatiques prélevés en 2020

ACTIVITES	St-EUCHER	MANOSQUE	VINON
⁴⁰ K (en Bq/kg frais)	NM	1,2E+02	1,0E+02
¹³⁷ Cs (en Bq/kg frais)	NM	< 1,2E+00	< 6,2E-01
²³⁸ Pu (en Bq/kg frais)	NM		
²³⁹ Pu et ²⁴⁰ Pu (en Bq/kg frais)	NM		
²⁴¹ Am (en Bq/kg frais)	NM		
⁹⁰ Sr (en Bq/kg frais)	NM		
³ H libre (en Bq/kg frais)	NM		
¹⁴ C (en Bq/kg de C tot)	NM		
²³⁴ U (en Bq/kg frais)	NM		
²³⁵ U (en Bq/kg frais)	NM		
²³⁸ U (en Bq/kg frais)	NM		

Cellules grisées : pas d'analyses spécifiques

En raison des épisodes successifs de crues de la Durance (cf. Figure 43), le nouveau lit est dépourvu de végétaux aquatiques au point Saint EUCHER. Les analyses n'ont donc pas pu être réalisées (NM pour non mesuré).

Ce tableau montre qu'aucune activité anormale n'a été mise en évidence dans les végétaux aquatiques prélevés en 2020 sur les deux sites amont, comme pour les années précédentes.

Les analyses réalisées montrent la présence de potassium-40, isotope radioactif du potassium naturellement présent dans les végétaux.

31.3.6.2 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 Manosque (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 2020 ont été reportés dans le Tableau 74.

Tableau 74 : Activités des émetteurs gamma, des isotopes du Pu, de l'Am, de l'U, du ³H et du ¹⁴C dans les poissons prélevés en 2020

ACTIVITES	St-EUCHER	EXUTOIRE	MANOSQUE	VINON
⁴⁰ K (en Bq/kg frais)	7,4E+01	1,0E+02	9,0E+01	1,0E+02
¹³⁷ Cs (en Bq/kg frais)	< 4,1E-01	< 3,3E-01	< 3,1E-01	< 3,7E-01
²³⁸ Pu (en Bq/kg frais)		< 2,7E-03		
²³⁹ Pu et ²⁴⁰ Pu (en Bq/kg frais)		< 6,9E-03		
²⁴¹ Am (en Bq/kg frais)		< 4,4E-03		
⁹⁰ Sr (en Bq/kg frais)		< 9,7E-01		
³ H libre (en Bq/kg frais)		< 1,1E+00		
³ H lié (TOL) (en Bq/kg frais)		< 3,1E-01		
¹⁴ C (en Bq/kg de C tot)		1,98E+02		
²³⁴ U (en Bq/kg frais)		4,1E-02		
²³⁵ U (en Bq/kg frais)		< 3,9E-03		
²³⁸ U (en Bq/kg frais)		5,3E-02		

Cellules grisées : pas d'analyses spécifiques

Aucune activité anormale n'a été mise en évidence dans les poissons prélevés en 2020.

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

On note la présence de potassium 40, isotope radioactif du potassium, présent naturellement dans les poissons. Aucun radioélément artificiel émetteur bêta-gamma n'a été détecté.

A titre de comparaison, l'IRSN présente des valeurs en K-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 2015 à 2017 [12].

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 ^{238}U (moyenne sur 1 000 échantillons) à $1,0 \pm 0,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$ frais. Les mesures réalisées sur les poissons de la Durance sont bien en dessous de ces valeurs.

31.4 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 2020 ont été reportés dans le Tableau 75.

Tableau 75 : Activités en bêta global et des émetteurs gamma et alpha de l'échantillon de terre (sol) prélevé à Saint-Paul-Lez-Durance en 2020

	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	6,9E+00 ± 16%	< 2,3E-02	1,4E-01 ± 23%	< 9,5E-02	2,0E+01 ± 9,2%	9,6E-01 ± 28%	2,1E+01 ± 9,1%

On trouve des traces de radioactivité artificielle, telle que le césium-137 et 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 hors influence du site. 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 sont, elles, cohérentes avec le marquage dû aux retombées des essais aériens d'armes nucléaires (de 1945 à 1980).

Concernant les valeurs en uraniums, 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. Les valeurs sont donc cohérentes avec ces références au niveau du sol prélevé.

31.4.1 Indicateurs biologiques

31.4.1.1 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 pour 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), en carbone-14 et une spectrométrie alpha sont également effectuées.

Les résultats d'analyse des végétaux bio-indicateurs prélevés en 2020 ont été reportés dans le tableau 76.

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

Tableau 76 : 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 2020

	Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale	Pourcentage de valeurs significatives	Nombre total de valeurs de mesure	Ecart type
GINASSERVIS (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	2,19E+02	2,72E+02 ± 20%	1,53E+02 ± 20%	100 %	4	5,1E+01
¹³⁷ Cs	< 2,6E+00			0 %	4	
¹³⁴ Cs	< 3,1E+00			0 %	4	
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,19E+02 ± 14,1%			100 %	1	
³ H libre	< 7,1E-01			0 %	2	
³ H TOL	< 5,0E-01			0 %	2	
²³⁴ U	8,2E-02 ± 14%			100 %	1	
²³⁵ U	< 5,0E-03			0 %	1	
²³⁸ U	7,1E-02 ± 15%			100 %	1	
²³⁸ Pu	< 2,6E-03			0 %	1	
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	< 5,2E-03			0 %	1	
²⁴¹ Am	< 1,0E-02			0 %	1	
VERRERIE (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	1,94E+02	2,09E+02 ± 29%	1,74E+02 ± 29%	100 %	4	1,6E+01
¹³⁷ Cs	< 3,0E+00			0 %	4	
¹³⁴ Cs	< 3,4E+00			0 %	4	
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,27E+02 ± 14,1%			100 %	1	
³ H libre	< 7,2E-01			0 %	2	
³ H TOL	< 5,3E-01			0 %	2	
²³⁴ U	1,9E-01 ± 9,7%			100 %	1	
²³⁵ U	8,2E-03 ± 39%			100 %	1	
²³⁸ U	1,8E-01 ± 10%			100 %	1	
²³⁸ Pu	< 4,3E-03			0 %	1	
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	< 1,0E-02			0 %	1	
²⁴¹ Am	< 1,2E-02			0 %	1	
GRANDE-BASTIDE (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	2,24E+02	2,89E+02 ± 21%	1,95E+02 ± 24%	100 %	4	4,4E+01
¹³⁷ Cs	< 2,6E+00			0 %	4	
¹³⁴ Cs	< 3,1E+00			0 %	4	
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,30E+02 ± 13,8%			100 %	1	
³ H libre	< 7,3E-01			0 %	2	
³ H TOL	< 4,8E-01			0 %	2	
²³⁴ U	8,7E-02 ± 11%			100 %	1	
²³⁵ U	< 4,1E-03			0 %	1	
²³⁸ U	8,2E-02 ± 11%			100 %	1	
²³⁸ Pu	< 8,2E-03			0 %	1	
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	7,2E-02 ± 26%			100 %	1	
²⁴¹ Am	< 1,4E-01			0 %	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
ST-PAUL-LEZ-DURANCE (Bq/kg frais)						
⁴⁰ K	2,0E+02	2,15E+02 ± 22%	1,87E+02 ± 16%	100 %	4	1,3E+01
¹³⁷ Cs	< 2,3E+00			0 %	4	
¹³⁴ Cs	< 2,7E+00			0 %	4	
¹⁴ C (Bq/kg frais de C total)	2,1E+02 ± 14,1%			100 %	1	
³ H libre	< 7,9E-01			0 %	1	
³ H TOL	< 3,9E-01			0 %	1	
²³⁴ U	8,9E-02 ± 12%			100 %	1	
²³⁵ U	< 6,6E-03			0 %	1	
²³⁸ U	7,5E-02 ± 13%			100 %	1	
²³⁸ Pu	< 5,6E-03			0 %	1	
²³⁹ Pu + ²⁴⁰ Pu	< 7,5E-03			0 %	1	
²⁴¹ Am	< 1,1E-02			0 %	1	

Le tableau 76 montre que les principaux émetteurs gamma mesurés sont le potassium 40, isotope radioactif du potassium naturellement présent dans les végétaux. A titre indicatif, des analyses sur des échantillons de thym prélevés à une trentaine de kilomètres de Cadarache ont été réalisés, hors influence du site. Les niveaux d'activité en potassium 40 sont de l'ordre de 190 Bq/kg frais.

Les analyses réalisées montrent également des traces de césium-137 et en émetteurs alpha tels que le plutonium-239 et plutonium-240. 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 220 Bq/kg de carbone en 2020). Les valeurs en tritium libre et en tritium organiquement lié sont toutes inférieures aux seuils de décision.

Enfin, les valeurs en uraniums sont cohérentes avec les valeurs publiées par l'IRSN.

31.4.2 Produits de la chaîne alimentaire

31.4.2.1 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 : à Saint Paul-Lez-Durance, Vinon-sur-Verdon, Ginasservis et Gréoux-les-Bains.

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, calcination), 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 2020, 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 2020 sont reportés dans le Tableau 77

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

Tableau 77 : 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 2020

	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)	1,02E+02	1,35E+02 ± 12%	5,5E+01 ± 16%	100 %	4	4,2E+01
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 3,6E-01			0%	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,3E+00			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 2,0E-01			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	2,46E+02 ± 14%			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 1,4E-01			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 1,5E-03			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 9,7E-04			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 2,1E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	2,3E-02 ± 13%			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	< 1,2E-03			0%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	1,7E-02 ± 15%			100%	1	
LEGUMES-FLEURS						
⁴⁰ K (Bq/kg frais)	8,1E+01	1,05E+02 ± 13%	5,6E+01 ± 12%	100 %	3	2,4E+01
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 3,0 E-01			0%	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,3E+00			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 5,0E-02			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	2,38E+02 ± 14,4%			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 1,1E-01			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 6,4E-04			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 9,3E-04			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 1,1E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	4,1E-03 ± 25%			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	< 1,1E-03			0%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	1,8E-03 ± 36%			100%	1	
LEGUMES-RACINES						
⁴⁰ K (Bq/kg frais)	1,11E+02	1,59E+02 ± 13%	4,9E+01 ± 17%	100 %	3	5,6E+01
¹³⁷ Cs (Bq/kg frais)	< 3,6E-01			0%	3	
³ H Eau libre (Bq/kg frais)	< 1,0E+00			0%	1	
³ H lié (TOL) (Bq/kg frais)	< 2,0E-01			0%	1	
¹⁴ C (Bq/kg par C-tot)	2,62E+02 ± 14,2%			100%	1	
⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)	< 6,3E-01			0%	1	
²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu (Bq/kg frais)	< 4,0E-03			0%	1	
²³⁸ Pu (Bq/kg frais)	< 6,3E-03			0%	1	
²⁴¹ Am (Bq/kg frais)	< 2,1E-03			0%	1	
²³⁴ U (Bq/kg frais)	2,7E-02 ± 19%			100%	1	
²³⁵ U (Bq/kg frais)	< 3,8E-03			0%	1	
²³⁸ U (Bq/kg frais)	2,3E-02 ± 21%			100%	1	

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

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 50 à 160 Bq/kg frais.

Les activités mesurées en ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{241}Am et ^{137}Cs sont toutes inférieures aux seuils de décision.

Les mesures ^3H sont également toutes inférieures aux seuils de décision.

Les valeurs en uraniums sont cohérentes et inférieures avec les valeurs publiées par l'IRSN.

Les niveaux d'activité en carbone 14 sont proches des valeurs trouvées communément dans les végétaux (environ 248 Bq/kg de carbone en moyenne en 2020).

31.4.2.2 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 Vinon-sur-Verdon.

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, le tritium (libre et TOL) et le strontium 90.

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 et que le prélèvement de mars 2020 n'a pas pu être réalisé à cause de la crise sanitaire COVID19.

Les résultats des analyses des échantillons de lait prélevés en 2020 ont été reportés dans le tableau 78.

Tableau 78 : Activités des émetteurs gamma (iode 131, césium 134 et 137, du potassium 40), du carbone 14, du tritium (dont TOL) et du strontium 90, dans le lait de chèvre prélevé en 2020

	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)	< 3,8E-01			0%	3	
^{134}Cs (en Bq/l)	< 4,3E-01			0%	3	
^{137}Cs (en Bq/l)	< 3,8E-01			0%	3	
^{40}K (en Bq/l)	5,5E+01	6,4E+01 ± 13%	4,3E+01 ± 18%	100%	3	1,1E+01
14-C (en Bq/kg de C)	2,49E+02 ± 13,6%			100%	1	
3-H libre (en Bq/l)	< 1,2E+00			0%	1	
3-H lié - TOL (en Bq/l)	< 1,5E-01			0%	1	
90-Sr	< 1,4E-01			0%	1	

Les mesures en césium-134, césium-137, strontium-90 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, hors influence du site. Les niveaux d'activité en potassium 40 sont du même ordre de grandeur (de 50 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.

31.5 CONCLUSION

Le bilan 2020 des rejets radioactifs liquides et atmosphériques du CEA Cadarache, ainsi que les résultats des contrôles de radioactivité dans l'environnement du Centre en 2020 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 :

- ❖ 0,02 % de l'autorisation annuelle pour les émetteurs alpha,
- ❖ 13,45 % pour les émetteurs bêta-gamma (hors tritium),
- ❖ 0,41 % pour le tritium,
- ❖ 0,34 % 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 ZED11 (Vallée des piles) ;
- INB 56 – Zone des Tranchées et Zone Stockage des déchets ;
- CABRI ;
- INB 37A et INB 37B.

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 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 du fonctionnement actuel et passé des installations du CEA de Cadarache sur son environnement.

D2

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

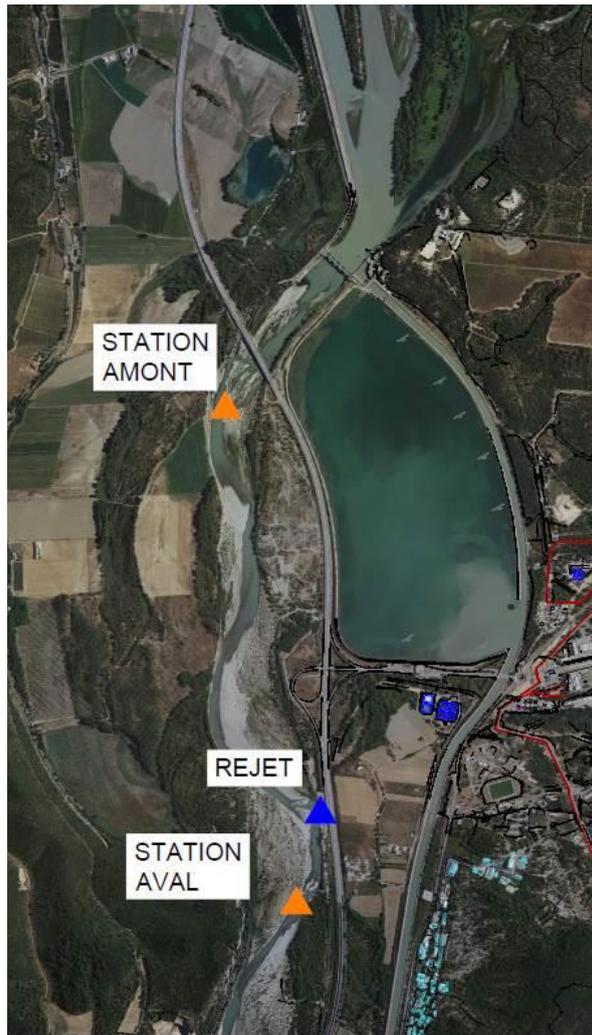
32. BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

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 2020. Une synthèse de ce rapport est présentée dans ce chapitre.

32.1 PRESENTATION DES SITES DE PRELEVEMENTS

Les sites de prélèvements sont localisés sur la figure 49.

Figure 49 : Localisation des sites de prélèvement de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



32.1.1 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 1800m.

A cet endroit, le lit de la Durance est divisé en 2 bras de quelques mètres de large (5 à 15 m selon la période considérée). Les prélèvements sont effectués après la confluence de ces deux bras. Le fond du lit de la rivière est constitué de galets et est pratiquement entièrement dépourvu de végétation (algues brunes et parfois algues vertes en période d'étiage, en été).

Figure 50: Localisation du point de prélèvement amont de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



Point de
prélèvement
amont rejet
CEA

32.1.2 Point de prélèvement aval

Le point aval est situé à environ 600 m du rejet du CEA Cadarache

Figure 51: Localisation du point de prélèvement aval de la surveillance chimique du rejet du CEA Cadarache sur la Durance



Rejet CEA

Point de
prélèvement
aval rejet
CEA

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

32.2 LE REJET

Le rejet du CEA Cadarache provient de la station de rejet qui regroupe les effluents issus des stations d'épuration.

32.3 LES ANALYSES

Les paramètres mesurés et analysés lors de cette étude 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 79.

Tableau 79: 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.

32.4 PRINCIPES DES NQE ET DU SEQ-EAU

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) ont remplacé l'interprétation par le SEQ-EAU. Cependant du fait du nombre limité de NQE disponible par rapport aux paramètres mesurés, l'utilisation du SEQ-EAU permet de continuer à pouvoir apprécier la qualité de l'eau, des sédiments et des bryophytes.

Principe des NQE :

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) sont définies dans le contexte réglementaire de la Directive établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 2000/60/CE du 23 octobre 2000) notamment pour la gestion des eaux intérieures de surface.

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

A titre indicatif, les résultats ci-après sont comparés à l'ancienne grille d'évaluation SEQ-Eau, ce qui permet de conclure sur la qualité du milieu naturel pour chaque paramètre mesuré, contrairement aux NQE (Normes de Qualité Environnementales) qui sont définies que pour certains paramètres.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

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

LEGENDE (grille d'évaluation SEQ-Eau)					
Classes et indices de la qualité de l'eau par altération					
sur l'eau brute					
	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 →	80	60	40	20	
Indice de qualité →					
PARAMETRES					
MES (mg/l)	2	25	38	50	-
DCO (mg O ₂ /l)	20	30	40	80	-
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25	-
NTK (mg N/l)	1	2	4	6	-
NO ₃ (mg NO ₃ /l)	2	10	25	50	-
NO ₂ (mg NO ₂ /l)	0,03	0,3	0,5	1	-
NH ₄ (mg NH ₄ /l)	0,5	1,5	2,8	4	-
PO ₄ (mg PO ₄ /l)	0,1	0,5	1	2	-
TAC (d°f)	8	5	3	0	-
TA (°f)	-	-	-	-	-
As (µg/l)	1	35	70	100	-
Cd (µg/l)	0,004	0,04	0,37	1,3	-
Hg (µg/l)	0,007	0,07	0,7	1	-
Zn (µg/l)	0,43	4,3	43	98	-
B (µg/l)	-	-	-	-	-
Pt (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1	-
CCL ₄ (µg/l)	2	2,3	2,5	20	-
Coliformes thermotolérants (u/100 ml)	50	500	5000	10000	-

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

32.5 RESULTATS

32.5.1 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 80.

Tableau 80 : Résultats analyses chimiques de l'eau

Paramètres	Unité	08 au 09 JANVIER 2020		10 au 11 FEVRIER 2020		12 au 13 MARS 2020		10 AVRIL (9h-16h)		28 MAI (9h-16h)		25 JUIN (8h-16h)		10 JUILLET (8h-16h)		05 AOÛT (8h-16h)		SEPTEMBRE 2020		07 au 08 OCTOBRE 2020		09 au 10 NOVEMBRE 2020		02 au 03 DECEMBRE 2020		
		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	
Matières En Suspension (MES)	mg/L	17	5,8	85	6	18	4,3	< 2	< 2	9,8	2,7	6,3	4,1	4,2	2,9	2,6	2	-	-	37	3,7	5,7	12	17	3,4	
Demande Biologiques en Oxygène à 5 jours (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2,2	1,8	1,2	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,6	0,8	-	-	0,5	0,6	1,9	1,0	2,0	0,9	
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	-	-	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Azote total Kjeldahl (NTK)	mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,5	< 0,5	-	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,51	< 0,5	
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/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	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	3,70	4,40	2,80	3,80	2,90	3,60	3,60	3,70	2,20	3,10	1,70	2,60	1,60	2,40	2,40	2,80	-	-	1,90	2,10	1,90	2,60	1,40	2,20	
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	
Orthophosphates (PO ₄ ²⁻)	mg/L	< 0,010	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	-	-	0,02	0,02	0,01	< 0,010	0,02	< 0,010
Carbonates (CaCO ₃)	mg/L	178	190	156	170	168	178	156	164	145	156	141	156	128	143	128	140	-	-	133	148	133	143	127	140	
Arsenic	µg/l	0,32	0,29	0,49	0,36	0,36	0,24	0,39	0,34	0,62	0,51	0,48	0,37	0,55	0,43	0,51	0,42	-	-	0,55	0,43	0,72	0,61	0,77	0,59	
Cadmium	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	-	-	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,029	< 0,010	0,013	
Mercurure	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	
Phosphore total	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	-	-	0,016	0,013	0,011	0,011	0,011	< 0,010	
Titre Alcalimétrie Complet (TAC)	°f	17,8	19,0	15,6	17,0	16,8	17,8	15,6	16,4	14,5	15,6	14,1	15,6	12,8	14,3	12,8	14,0	-	-	13,3	14,8	13,3	14,3	12,7	14,0	
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	
Coliformes thermotolérants	UFC/100 ml	1400	320	120	140	1400	400	240	120	240	120	230	140	120	90	340	94	-	-	1600	1200	1800	1200	360	170	

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. Au mois de février 2020, la valeur de 85 mg/L pour le paramètre MES au niveau de la station amont peut provenir des activités liées au barrage.

En conclusion, le rejet des effluents en provenance du centre de Cadarache n'impacte pas sur la qualité du milieu naturel.

Nota :

- absence de résultats pour les mois de septembre 2020 compte tenu des crues permanentes sur le lit de la Durance qui ont interdit l'accès
- à titre indicatif, les concentrations mesurées sur les paramètres Arsenic, Cadmium, Mercure et Tétrachlorure de carbone ont été comparées aux Normes de Qualité Environnementales (en Moyenne Annuelle ou en Concentration Maximale Admissible). Aucune concentration de ces 4 paramètres ne dépasse les NQE.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

32.5.2 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'octobre 2020 sont synthétisées dans le tableau 81.

Tableau 81 : Résultats 2020 de l'Indice Biologique Global compatible Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE)

Qualité biologique (HER 6-7/2) *	Station amont	Station aval
	Bon	Bon
Equivalent IBGN (/ 20)	13	15

Nota : La ligne « Qualité 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 IBGN / 20).

L'analyse des listes faunistiques ainsi que l'ensemble des traits biologiques liés aux invertébrés benthiques montrent une bonne qualité biologique. Ceux-ci ne semblent pas mettre en évidence de différences significatives entre les deux stations.

La faune est indicatrice d'un milieu avec un apport modéré en nutriment et en matières organiques.

Cette année, comme depuis la première année de suivi en 2013, le rejet du CEA de Cadarache semble donc avoir peu d'impact sur les invertébrés aquatiques de la Durance sur le linéaire étudié.

32.5.3 Indice biologique diatomées (IBD)

Les notes obtenues avec l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD), lors de la campagne de 2020, sont dans le tableau 82.

Tableau 82 : Résultats 2020 de l'Indice Biologique Diatomées (IBD)

Qualité biologique (HER 6-7/2) *	Station amont	Station aval
	Très Bon	Très Bon
IBD (/ 20)	20	20

* suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologiques, de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

Les deux notes 2020 sont identiques entre l'amont et l'aval et correspondent à une très bonne qualité avec des communautés qui présentent des caractéristiques écologiques similaires.

D'après le paramètre diatomées, le rejet du CEA Cadarache ne semble pas avoir d'impact sur la qualité de la Durance.

Bilan hydrobiologique

Les indices biologiques diatomées et macro-invertébrés indiquent respectivement une qualité biologique très bonne et bonne pour l'ensemble des stations.

Les communautés aquatiques d'invertébrés et de diatomées, ne semblent pas être influencées par le rejet du CEA de Cadarache sur le secteur étudié.

D2 – BILAN DES MESURES DE SURVEILLANCE CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

32.5.4 Analyses sur sédiments

A titre indicatif, le tableau 83 reprend les classes d'aptitudes en fonction des paramètres analysés sur l'échantillon de sédiments.

Tableau W : Extrait grille SEQ-Eau sédiments

LEGENDE (grille d'évaluation SEQ-Eau)					
Classes et indices de la qualité de l'eau par altération					
sur les sédiments					
	CLASSE D'APTITUDE				
	Eau de très bonne qualité	Eau de bonne qualité	Eau de qualité moyenne	Eau de qualité médiocre	Eau de mauvaise qualité
Classe de qualité →	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité →	80	60	40	20	
PARAMETRES					
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)	-	-	-	-	-

Tableau 83 : Résultats 2020 des analyses sur les sédiments

PARAMETRES	Unité	STATION AMONT	STATION AVAL
Azote total Kjeldhal (NTK)	mg/kg MB	< 5,82	< 4,97
Arsenic (As)	mg/kg MS	6,29	5,78
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,10	0,10
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	14,22	13,63
Chrome (Cr)	mg/kg MS	29,66	39,68
Chrome hexavalent (Cr VI) <i>sur extrait aqueux</i>	mg/kg MB	< 0,064	< 0,076
Nickel (Ni)	mg/kg MS	32,61	34,10
Plomb (Pb)	mg/kg MS	10,40	10,21
Zinc (Zn)	mg/kg MS	60,62	65,11
Fer (Fe)	mg/kg MS	17 562	17 723
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,029	0,031
Aluminium (Al)	mg/kg MS	22 545	32 026
Bore (B)	mg/kg MS	36,14	68,92

Les sédiments sont caractéristiques d'une bonne qualité du milieu naturel, par rapport au tableau W précédent excepté pour le paramètre Nickel qui se situe dans la classe de qualité moyenne, pour les stations amont et aval, comme en 2019.

Néanmoins, les concentrations en Chrome, en Aluminium, en zinc, en fer, en mercure et en Bore sont supérieures en aval par rapport à l'amont et restent du même ordre de grandeur. Pour le Chrome les concentrations montrent une de bonne qualité d'après les critères SEQ-EAU.

32.5.5 Analyses sur Bryophytes

A titre indicatif, le tableau 84 reprend les classes d'aptitude en fonction des paramètres analysés sur l'échantillon de bryophytes.

Tableau X : Extrait grille SEQ-Eau bryophytes

LEGENDE (grille d'évaluation SEQ-Eau)						
Classes et indices de la qualité de l'eau par altération						
sur les bryophytes						
		CLASSE D'APTITUDE				
		Eau de très bonne qualité	Eau de bonne qualité	Eau de qualité moyenne	Eau de qualité médiocre	Eau de mauvaise qualité
Classe de qualité →		Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité →		80	60	40	20	
PARAMETRES						
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 84 : Résultats 2020 des analyses sur les bryophytes

PARAMETRES	Unités	STATION AMONT	STATION AVAL
Arsenic (As)	mg/kg MS	1,45	0,82
Mercure (Hg)	mg/kg MS	< 0,05	< 0,05
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	< 0,047	< 0,047

Les concentrations sont similaires d'une station à l'autre.

Les bryophytes sont caractéristiques d'une très bonne qualité du milieu naturel au vu du tableau X ci-dessus.

32.5.6 Conclusion générale

Les conclusions du laboratoire agréé par le Ministère de l'écologie et du développement durable et de l'énergie, en charge du programme de surveillance, sont indiquées ci-après.

Toutes les mesures réalisées, en amont et en aval de la Durance, présentent des caractéristiques relativement similaires. Le rejet des effluents du centre de Cadarache ne présente donc aucun impact négatif sur le milieu naturel.

Les résultats des deux stations pour les campagnes de l'eau, des sédiments, des bryophytes et les IBG-DCE/IBD de l'année 2020 démontrent dans l'ensemble une bonne qualité du milieu récepteur (la Durance).

Le rejet des effluents du centre de Cadarache ne présente pas d'impact sur le milieu naturel.

E

ETUDES D'IMPACT RADIOLOGIQUE ET CHIMIQUE

Pour une meilleure lisibilité notamment au niveau des conclusions, le chapitre concernant l'impact radiologique des rejets liquide 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*

33. 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 référence de Saint-Paul-Lez-Durance et sur le Hameau de Cadarache (pour ce dernier uniquement pour l'impact des rejets atmosphériques).

33.1 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.

33.1.1 Emissaires de rejet

A l'exception des émissions diffuses de radon 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 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 le radon, il est essentiellement émis de manière diffuse au niveau de l'INB 56 située dans la vallée des Piles. On considère que la totalité du radon est émise au niveau du sol au point correspondant à l'émissaire E61 de l'installation.

33.1.2 Points d'impact

Les concentrations au sol et dans l'atmosphère et l'impact associé sont calculées 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 sont d'origine sauvage (champignon aromates sanglier). Pour ces aliments il est considéré qu'il provienne d'une zone forestière proche du centre et exposé 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.

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 due au panache,
- l'exposition externe due aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation,
- l'exposition interne par ingestion,
- l'exposition interne transcutanée dans le cas du tritium.

Ces évaluations sont faites pour une année après 1 an 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.

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.

A titre informatif, la ration alimentaire prise en compte dans les calculs d'impact a changé en 2020.

La ration alimentaire considérée dans les études précédentes avait été définie à partir des statistiques d'autoconsommation dans la région méditerranéenne de la base de données CIBLEX [15], issues d'enquêtes [16] et adaptée aux environs du Centre de Cadarache où il n'y a pas d'élevages bovins.

La nouvelle ration alimentaire est définie à partir d'une enquête alimentaire réalisée en 2019 autour du site de Cadarache. Elle correspond à la part locale des aliments consommés.

Cette évolution de ration alimentaire n'a pas d'impact significatif sur la dose calculée.

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 :

- De la vidange des cuves d'effluents suspects dans le réseau des effluents industriels (REI), après contrôle du respect des valeurs de transfert.
- Des 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 2,8 E+08 m³/an (soit 9 m³/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.

33.2.2 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 est réalisé avec le logiciel CERES.

Comme pour l'évaluation de l'impact des rejets atmosphériques, la ration alimentaire prise en compte dans les calculs d'impact a changé en 2020.

Cette évolution de ration alimentaire n'a pas d'impact significatif sur la dose calculée.

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 INB civiles du Centre de Cadarache.

33.3.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les déclarations des rejets de l'année 2020 par les INB civiles du Centre.

33.3.2 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 85 et le Tableau 86 respectivement pour la commune de Saint-Paul-Lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache.

Tableau 85 : Impact dosimétrique 2020 (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	5,9E-04	5,7E-04	5,3E-04
Irradiation panache	6,0E-07	6,0E-07	6,0E-07
Dose transcutanée	4,3E-08	6,0E-08	7,0E-08
Exposition aux dépôts			
1 an	1,6E-08	1,6E-08	1,6E-08
Exposition par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache			
Dose ingestion directe			
Total ingestion direct	6,22E-07	1,0E-06	1,4E-06
Exposition par ingestion de produits contaminés par transfert racinaire			
Total ingestion indirect	5,5E-07	6,1E-07	7,3E-07
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	5,9E-04	5,7E-04	5,3E-04

Tableau 86 : Impact dosimétrique 2020 (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	8,9E-04	7,7E-04	7,5E-04
Irradiation panache	3,1E-06	3,1E-06	3,1E-06
Dose transcutanée	2,7E-07	3,7E-07	4,3E-07
Exposition aux dépôts			
1 an	1,3E-07	1,3E-07	1,3E-07
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	8,9E-04	7,7E-04	7,5E-04

Le Tableau 87 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 87 : 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	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%
Carbone 14	0,060%	0,150%	0,079%	0,247%	0,099%	0,340%
α global	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%
Tritium	0,022%	0,038%	0,032%	0,047%	0,040%	0,060%
Iodes	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%	0,000%	0,000%
Radon	99,81%	99,71%	99,78%	99,60%	99,74%	99,48%
Gaz rares	0,101%	0,101%	0,105%	0,104%	0,112%	0,112%

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 88 présente la contribution par familles hors radon.

Tableau 88 : 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	3,19%	1,38%	3,03%	1,38%	2,96%	1,30%
Carbone 14	0,09%	34,83%	0,10%	34,83%	0,10%	39,41%
α global	0,93%	0,40%	1,29%	0,40%	1,74%	0,70%
Tritium	19,29%	17,49%	24,87%	17,49%	27,85%	20,37%
Iodes	0,40%	0,24%	0,31%	0,24%	0,18%	0,12%
Gaz rares	76,11%	45,66%	70,39%	45,66%	67,16%	38,11%

33.3.3 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 $9E-04 \text{ mSv.an}^{-1}$ pour un enfant de Saint-Paul-lez-Durance ou au Hameau (cas peu probable) et $7,5E-04 \text{ mSv.an}^{-1}$ pour un adulte.

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.

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 m^3) 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 89.

Tableau 89 : Impact dosimétrique (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance dû aux rejets d'effluents liquides pour l'année 2020 de l'ensemble des installations du Centre de Cadarache

Doses efficaces annuelles (en mSv/an) à Saint-Paul-Lez-Durance

Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Irradiation externe due au dépôt - 1 an	2.7E-08	2.7E-08	2.7E-07
Inhalation (remise en suspension) - 1 an	6.5E-12	1.1E-11	1.3E-10
Ingestion total	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05
Dose annuelle totale	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05

Le Tableau 90 présente la contribution de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle calculée après 1 an de fonctionnement.

Tableau 90 : Contribution de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul-Lez-Durance suite aux rejets liquides pour l'année 2020 en Durance du Centre de Cadarache

Groupes de dose	Enfant 1-2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
β - γ global	84,46%	85,17%	86,23%
Carbone 14	13,92%	13,13%	11,94%
α global	0,97%	1,10%	1,31%
Tritium	0,66%	0,60%	0,52%

33.4.3 Synthèse des résultats

La dose efficace suite aux rejets liquides est de l'ordre de $1,55E-05$ 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 les INB civiles et par voie liquide pour toutes les installations du centre de Cadarache pour l'année 2020.

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 91 et 92.

Tableau 91 : Impact dosimétrique 2020 (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	5,9E-04	5,7E-04	5,3E-04
Liquides	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05
Total	6,0E-04	5,8E-04	5,5E-04

Tableau 92 : Impact dosimétrique 2020 (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	8,9E-04	7,7E-04	7,5E-04
Total	8,9E-04	7,7E-04	7,5E-04

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 $6,0E-04$ mSv.an⁻¹ pour un enfant de 1 à 2 ans vivant au Hameau, $8,9E-04$ mSv.an⁻¹ pour un adulte et enfant de 10 ans vivant au Hameau et de $5,8E-04$ mSv.an⁻¹ pour un enfant de 10 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 $1,55E-05$ mSv.an⁻¹ 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 $1,0 \mu\text{Sv an}^{-1}$ ($1,0E-03$ mSv.an⁻¹) pour la population du hameau.

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 (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 $2,9 \text{ mSv}$ (rapport IRSN/2015-00001).

E2

*Etudes d'impact radiologique
des rejets INBS-PN*

34. 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).

34.1 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.

34.1.1 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.

34.1.2 Points d'impact

Les concentrations au sol et dans l'atmosphère et l'impact associé sont calculées 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.

34.1.3 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.

Pour le cas de l'exposition interne, le calcul de la dose est intégré jusqu'à la disparition physique ou/et biologique des radionucléides.

Ces évaluations sont faites pour une année après 1 an de fonctionnement des installations.

A titre informatif, la ration alimentaire prise en compte dans les calculs d'impact a changé en 2020.

La ration alimentaire considérée dans les études précédentes avait été définie à partir des statistiques d'autoconsommation dans la région méditerranéenne de la base de données CIBLEX [15], issues d'enquêtes [16] et adaptée aux environs du Centre de Cadarache où il n'y a pas d'élevages bovins.

La nouvelle ration alimentaire est définie à partir d'une enquête alimentaire réalisée en 2019 autour du site de Cadarache. Elle correspond à la part locale des aliments consommés.

Cette évolution de ration alimentaire n'a pas d'impact significatif sur la dose calculée.

34.2 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 :

- De la vidange des cuves d'effluents suspects dans le réseau des effluents industriels (REI), après contrôle du respect des valeurs de transfert.
- Des distillats issus du traitement des effluents actifs par l'INB 171 AGATE, après contrôle du respect des valeurs de transfert.

34.2.1 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 2,80E+08 m³/an (soit 9 m³/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.

34.2.2 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.

Comme pour l'évaluation de l'impact des rejets atmosphériques, la ration alimentaire prise en compte dans les calculs d'impact a changé en 2020.

Cette évolution de ration alimentaire n'a pas d'impact significatif sur la dose calculée.

34.3 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.

34.3.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les déclarations des rejets de l'année 2020 par l'INBS-PN.

34.3.2 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 93 et le Tableau 94, respectivement pour la commune de Saint-Paul-Lez-Durance et pour le Hameau de Cadarache.

Tableau 93 : Impact dosimétrique (en mSv/an) dû aux rejets d'effluents atmosphériques de l'INBS-PN sur 2020 à Saint-Paul-Lez-Durance

Doses efficaces annuelles (en mSv/an) à St-Paul-Lez-Durance			
Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	3,0E-09	3,2E-09	3,0E-09
Irradiation panache	3,8E-07	3,8E-07	3,8E-07
Dose transcutanée	2,8E-11	3,9E-11	4,6E-11
Exposition aux dépôts			
1 an	1,5E-09	1,5E-09	1,5E-09
Exposition par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache			
Dose ingestion directe			
Total ingestion direct	1,4E-07	1,6E-07	1,9E-07
Exposition par ingestion de produits contaminés par transfert racinaire			
Total indirect indirecte1 an	6,2E-10	4,4E-10	4,3E-10
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	5,3E-07	5,5E-07	5,8E-07

Tableau 94 : Impact dosimétrique (en mSv/an) dû aux rejets des effluents atmosphériques de l'INBS-PN sur 2020 au Hameau de Cadarache

Doses efficaces annuelles (en mSv/an) au Hameau			
Nom	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Inhalation	3,0E-09	3,2E-09	3,0E-09
Irradiation panache	3,8E-07	3,8E-07	3,8E-07
Dose transcutanée	2,8E-11	3,9E-11	4,6E-11
Exposition aux dépôts			
1 an	1,5E-09	1,5E-09	1,5E-09
Exposition par ingestion de produits contaminés lors du passage du panache			
Dose annuelle totale			
Après 1 an de rejet	3,8E-07	3,8E-07	3,8E-07

Le tableau 95 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 95 : 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 2020

famille d'isotopes	Enfant 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Gaz rares	71,89%	69,26%	65,48%
β-γ global	0,40%	0,44%	0,52%
Tritium	0,03%	0,03%	0,04%
Carbone 14	27,16%	29,72%	33,49%
Iodes	0,27%	0,23%	0,14%
α global	0,26%	0,32%	0,33%

Plus de 65% de la dose efficace totale est liée aux gaz rares.

34.3.3 Synthèse des résultats

La dose efficace annuelle est au plus de l'ordre de 4 E-07 mSv.an⁻¹ pour une personne vivant au Hameau et 6 E-07 mSv.an⁻¹ pour un résidant de Saint-Paul-lez-Durance.

La voie d'exposition prépondérante est l'exposition externe au panache, qui contribue majoritairement à la dose (principalement contribution du Xe-133).

34.4 ÉVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS LIQUIDES

Ce chapitre présente de manière synthétique l'impact des rejets d'effluents industriels liquides du Site de Cadarache sur l'homme, comprenant toutes les installations implantées sur le site.

34.4.1 Terme source

Le terme source retenu est basé sur les rejets liquides mesurés au point PS2 (bassins 3000 m³) avant rejet en Durance.

34.4.2 Impact

Les résultats de l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents liquides du Site de Cadarache sont présentés dans le Tableau 96.

Tableau 96 : Impact dosimétrique (en mSv/an) dû aux rejets d'effluents liquides de l'année 2020 de l'ensemble des installations du Site de Cadarache à Saint-Paul-Lez-Durance

Doses efficaces annuelles (mSv/an)	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Irradiation externe due au dépôt - 1 an	2.7E-08	2.7E-08	2.7E-07
Inhalation (remise en suspension) - 1 an	6.5E-12	1.1E-11	1.3E-10
Ingestion total	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05
Dose annuelle totale	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05

Le tableau 97 présente la contribution (en pourcentage) de chaque famille d'émetteurs à la dose efficace annuelle calculée après 1 an de fonctionnement.

Tableau 97 : Contribution (en pourcentage) de chaque famille d'émetteurs sur l'impact dosimétrique à Saint-Paul-Lez-Durance suite aux rejets liquides pour l'année 2020 en Durance du Site de Cadarache

Groupes de dose	Enfant 1-2 ans	Enfant 10 ans	Adulte
β-γ global	84,46%	85,17%	86,23%
Carbone 14	13,92%	13,13%	11,94%
α global	0,97%	1,10%	1,31%
Tritium	0,66%	0,60%	0,52%

34.4.3 Synthèse des résultats

La dose efficace suite aux rejets liquides est de l'ordre de 1,55E-05 mSv par an pour un adulte vivant à Saint-Paul-lez-Durance.

Cette dose est essentiellement due à la consommation de poissons de Durance.

34.5 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 2020.

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 98 et 99.

Tableau 98 : 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	5,3E-07	5,5E-07	5,8E-07
Liquides	1,41E-05	1,19E-05	1,55E-05
Total	1,46E-05	1,25E-05	1,61E-05

Tableau 99 : 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	3,8E-07	3,8E-07	3,8E-07
Total	3,8E-07	3,8E-07	3,8E-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 $6,0E-07$ mSv.an⁻¹ pour les populations vivant à Saint Paul lez Durance. Elle concerne principalement les rejets de gaz rares.

La dose efficace correspondant aux rejets des effluents liquides du site est, quant à elle, de $1,6E-05$ mSv.an⁻¹ 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 $1,6 E-05$ mSv.an⁻¹ 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 10μ Sv/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

35. IMPACT CHIMIQUE GAZEUX

35.1 REJETS ATMOSPHERIQUES-IMPACT SANITAIRE

Pour l'évaluation de l'impact chimique, sont prises en compte les INB, l'INBS-PN et les ICPE dont les rejets gazeux chimiques sont réglementés.

Pour les installations ne disposant pas d'un suivi du flux rejeté, 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.

35.1.1 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.

35.1.2 Points d'impact

Les calculs d'impact sont réalisés au niveau de deux groupes de population, le Hameau et le village de Saint-Paul-lez-Durance.

35.1.3 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 (chronique).

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.

35.1.4 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.

35.1.5 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.

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.

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

35.2 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.

35.3 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Tableau 100 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) au Hameau de Cadarache pour la voie inhalation

QD	Fluorures (HF)	Chlorure d'hydrogène (HCl)	Oxyde d'azote (NO _x)	Plomb (Pb)	Mercurure (Hg)	Antimoine (Sb)
Le Hameau	1,16E-05	4,4E-07	8,23E-04	1,64E-11	8,17E-08	9,30E-06

ERI	Plomb (Pb)
Le Hameau	1,26E-12

Tableau 101 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) à Saint-Paul-lez-Durance pour la voie inhalation

QD	Fluorures (HF)	Chlorure d'hydrogène (HCl)	Oxyde d'azote (NO _x)	Plomb (Pb)	Mercurure (Hg)	Antimoine (Sb)
Saint-Paul-lez-Durance	7,01E-06	2,18E-07	6,31E-04	1,16E-11	5,78E-08	6,58E-06

ERI	Plomb (Pb)
Saint-Paul-lez-Durance	8,94E-13

Tableau 102 : Quotients de danger (QD) et excès de risque individuel (ERI) intégrant la voie inhalation et la voie ingestion à Saint-Paul-lez-Durance

Substance	QD – Effet à seuil		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Antimoine (Sb)	8,85E-06	7,67E-06	7,56E-06
Mercurure (Hg)	1,04E-07	8,00E-08	7,67E-08
Plomb (Pb)	3,06E-07	1,54E-07	1,30E-07
Zinc (Zn)	1,73E-07	9,27E-08	6,29E-08
Oxyde d'azote (NO ₂)	6,31E-04	6,31E-04	6,31E-04
Chlorure d'hydrogène (HCl)	2,18E-07	2,18E-07	2,18E-07
Fluorure d'hydrogène (HF)	7,01E-06	7,01E-06	7,01E-06
Somme	6,48E-04	6,46E-04	6,46E-04
Substance	ERI – Effet sans seuil		
	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Plomb (Pb)	4,90E-12	2,91E-12	2,60E-12

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.

35.4 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.

36. IMPACT CHIMIQUE LIQUIDE

36.1 REJETS LIQUIDES-IMPACT SANITAIRE

Après traitement, les effluents sanitaires (STEP ES) et industriels (STEP EI) sont orientés dans des bassins de la station de rejet pour contrôles avant leur rejet dans la Durance via l'émissaire de rejet du Centre. Les effluents de réfrigération du réacteur RES sont directement rejetés dans la Durance après contrôle. Pour ces derniers, dans l'impact annuel des rejets de 2019 du site de Cadarache, ces rejets n'avaient pas été considérés.

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 liquides sanitaires et industriels issus des installations après passage aux stations d'épuration du Centre de Cadarache sont rejetés dans la Durance, dont le débit annuel est de 2,8E+08 m³. Les concentrations 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.

36.1.1 Points d'impact

Les calculs d'impact sont réalisés au niveau de Saint-Paul-lez-Durance.

36.1.2 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.

En effet, la commune de Saint-Paul-lez-Durance est alimentée en eau potable par le centre de Cadarache et en secours par les sources de Font-Reynaud (source de l'Abeou). La consommation d'eau de boisson provenant de la Durance est prélevée en aval du point de rejet des effluents liquides du Centre de Cadarache 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.

Tableau 103 : 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)	1,76E-06	9,45E-07	7,74E-07
Arsenic (As)	5,81E-07	2,80E-07	2,59E-07
Bore (B)	9,60E-06	5,15E-06	4,28E-06
Composés organohalogénés AOx	2,42E-04	1,28E-04	1,07E-04
Cadmium (Cd)	1,93E-05	8,22E-06	8,24E-06
Chrome (Cr III)	2,26E-08	1,15E-08	9,86E-09
Chrome (Cr VI)	3,15E-07	1,60E-07	1,37E-07
Cuivre (Cu)	1,43E-06	6,02E-07	6,01E-07
Cyanure (CN-)	3,91E-08	2,10E-08	1,74E-08
Etain (Sn)	6,54E-09	7,18E-10	2,52E-09
Hydrocarbure (naphtalène)	3,92E-04	1,73E-04	1,67E-04
Manganèse (Mn)	8,70E-07	3,41E-07	3,74E-07
Mercure (Hg Tot) *	2,36E-04	3,12E-06	8,81E-05
Nickel (Ni)	6,51E-06	3,34E-06	2,77E-06
Plomb (Pb)	2,17E-05	1,12E-05	9,48E-06
Zinc (Zn)	4,25E-05	5,50E-06	1,61E-05
Somme*	9,75E-04	3,40E-04	4,05E-04

* 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 toxique est peu probable et le risque non préoccupant.

Tableau 104 : 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
Arsenic (As)	1,12E-10	5,39E-11	5,00E-11
AOx (Bromoforme)	1,64E-08	8,67E-09	7,24E-09
Chrome (Cr VI)	6,07E-11	3,09E-11	2,65E-11
Naphtalène)	4,03E-07	1,78E-07	1,71E-07
Plomb (Pb)	2,85E-10	1,47E-10	1,24E-10
Somme	4,20E-07	1,87E-07	1,79E-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.

36.2 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 105.

Tableau 105 : 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)	1,76E-06	9,45E-07	7,74E-07
Antimoine (Sb)	8,85E-06	7,67E-06	7,56E-06
Arsenic (As)	5,81E-07	2,80E-07	2,59E-07
Bore (B)	9,60E-06	5,15E-06	4,28E-06
Cadmium (Cd)	1,93E-05	8,22E-06	8,24E-06
Chlorure d'hydrogène (HCl)	2,18E-07	2,18E-07	2,18E-07
Chrome (Cr-III)	2,26E-08	1,15E-08	9,86E-09
Chrome (Cr VI)	3,15E-07	1,60E-07	1,37E-07
Composés organohalogénés (AOx)	2,42E-04	1,28E-04	1,07E-04
Cuivre (Cu)	1,43E-06	6,02E-07	6,01E-07
Cyanure (CN-)	3,91E-08	2,10E-08	1,74E-08
Dioxyde d'azote (NO ₂)	6,31E-04	6,31E-04	6,31E-04
Etain (Sn)	6,54E-09	7,18E-10	2,52E-09
Florure d'hydrogène (HF)	7,01E-06	7,01E-06	7,01E-06
Hydrocarbure (naphtalène)	3,92E-04	1,73E-04	1,67E-04
Manganèse (Mn)	8,70E-07	3,41E-07	3,74E-07
Mercure (Hg tot)*	2,36E-04	3,20E-06	8,82E-05
Nickel (Ni)	6,51E-06	3,34E-06	2,77E-06
Plomb (Pb)	2,20E-05	1,14E-05	9,61E-06
Zinc (Zn)	4,27E-05	5,59E-06	1,62E-05
Somme	1,62E-03	9,86E-04	1,05E-03

* 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 est peu probable et le risque non préoccupant.

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

Le cumul des Excès de risque individuel (ERI) pour Saint-Paul-lez-Durance est présenté dans le tableau 106.

Tableau 106 : 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
Arsenic (As)	1,12E-10	5,39E-11	5,00E-11
AOx (Bromoforme)	1,64E-08	8,67E-09	7,24E-09
Chrome (Cr VI)	6,07E-11	3,09E-11	2,65E-11
Hydrocarbure (naphtalène)	4,03E-07	1,78E-07	1,71E-07
Plomb (Pb)	2,90E-10	1,50E-10	1,27E-10
Somme	4,20E-07	1,87E-07	1,78E-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 cancérigène n'est pas supérieure à celle d'une population non exposée.

36.3 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 107.

Tableau 107 : Ratio PEC/PNEC

Substance PEC / PNEC	PEC / PNEC
Aluminium (Al)	2,67E-01
Arsenic (As)	2,62E-06
Bore (B)	8,65E-05
Cadmium (Cd)	2,65E-04
Chlorure (Cl)	2,20E-03
Chrome (Cr III)	1,27E-05
Chrome (Cr VI)	6,10E-07
Cuivre (Cu)	9,08E-04
Cyanures (CN)	9,63E-06
Etain (Sn)	1,69E-06
Fer (Fe)	2,66E-03
Hydrocarbure (naphtalène)	3,05E-02
Manganèse (Mn)	2,53E-05
Mercure organique	2,15E-04
Nickel (Ni)	8,04E-05
Nitrites (NO ₂ -)	7,87E-02
Plomb (Pb)	4,85E-04
Zinc (Zn)	2,68E-03

Les ratios PEC/PNECS 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 (ratio PEC/PNEC). La somme des IR est de 0,39 valeur inférieure à la valeur indicatrice de 1. L'IR estimé le plus élevé est celui de l'aluminium (0,27). Au vu des hypothèses très conservatives considérées dans cette évaluation (trème source majoré, spéciation simplifiée, dilution instantanée, modèle de dispersion simplifié, débit d'étiage), la somme des IR est très largement conservative.

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

Les substances ne présentant pas de PNEC dans la littérature, ne disposent pas non plus de NQE. On utilise alors les valeurs de qualité dans les eaux brutes, Le ratio [concentration ajoutée dans la Durance]/[valeur limite « eau brute »] est présenté dans le tableau 108.

Tableau 108 : Ratio Concentration ajoutée / VL « eau brutes »

Substance	Concentration ajoutée/VL
Ammonium (NH ₄ ⁺)	1.07E-03
Fluorures (F ⁻)	4.89E-05
Nitrates (NO ₃ ⁻)	1.08E-04
Phosphate (PO ₄ ³⁻)	3.07E-03
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	3.80E-04

Les concentrations moyennes ajoutées dans l'eau n'ont pas d'effets significatifs sur la qualité de l'eau, la faune et la flore aquatique.

36.4 INFLUENCE DE LA NOUVELLE RATION ALIMENTAIRE DANS LES CALCULS D'IMPACT

A titre informatif, la ration alimentaire prise en compte dans les calculs d'impact a changé en 2020.

La ration alimentaire considérée dans les études précédentes avait été définie à partir des statistiques d'autoconsommation dans la région méditerranéenne de la base de données CIBLEX [15], issues d'enquêtes [16] et adaptée aux environs du Centre de Cadarache où il n'y a pas d'élevages bovins.

La nouvelle ration alimentaire est définie à partir d'une enquête alimentaire réalisée en 2019 autour du site de Cadarache. Elle correspond à la part locale des aliments consommés.

Afin de regarder l'impact sur les résultats de cette nouvelle ration alimentaire, les calculs de quotient de Danger (QD) et de risque individuel (ERI) ont également été réalisés avec l'ancienne ration alimentaire.

Le tableau 109 présente, suivant les deux rations alimentaires, les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) en fonction de la ration alimentaire considérée uniquement pour la voie ingestion pour les rejets liquides et atmosphériques.

Tableau 109 : Quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) à Saint-Paul-lez-Durance en fonction de la ration alimentaire considérée uniquement pour la voie ingestion

	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Rejets liquides			
QD			
Nouvelle ration alimentaire	9,96E-04	3,51E-04	4,14E-04
Ancienne ration alimentaire	3,25E-05	1,39E-03	6,00E-04
ERI			
Nouvelle ration alimentaire	4,20E-07	1,87E-07	1,79E-07
Ancienne ration alimentaire	1,41E-08	2,98E-07	1,30E-07
Rejets atmosphériques			
QD			
Nouvelle ration alimentaire	2,79E-06	1,36E-06	1,20E-06
Ancienne ration alimentaire	1,01E-06	2,04E-05	2,06E-05
ERI			
Nouvelle ration alimentaire	4,01E-12	2,02E-12	1,71E-12
Ancienne ration alimentaire	8,53E-13	4,25E-11	4,33E-11
Cumul des effets			
QD			
Nouvelle ration alimentaire	9,99E-04	3,52E-04	4,15E-04
Ancienne ration alimentaire	3,36E-05	1,41E-03	6,21E-04
ERI			
Nouvelle ration alimentaire	4,20E-07	1,87E-07	1,79E-07
Ancienne ration alimentaire	1,41E-08	2,98E-07	1,30E-07

E3 – IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET DES REJETS LIQUIDES EN DURANCE DES ICPE, INB CIVILES ET DE L'INBS-PN

L'écart maximal constaté entre l'utilisation de la nouvelle ration alimentaire et l'ancienne ration alimentaire se trouve au niveau du calcul du QD pour les rejets liquides pour la classe « enfant de 1 à 2 ans » (facteur de 30). Cet écart est principalement attribué à la différence dans la consommation de poisson. En effet, dans l'ancienne ration alimentaire, pour la classe « enfant de 1 à 2 ans », aucune quantité de poisson n'était considérée.

Hormis le cas de la classe « enfant de 1 à 2 ans », les QD estimés avec l'ancienne ration alimentaire sont plus élevés (facteur compris entre 1.5 et 4.0) mais restent cependant du même ordre de grandeur.

Pour le cas des ERI, des écarts comparables à ceux estimés pour les QD pour la classe « enfant de 1 à 2 ans » sont également observables, du fait de la prise en compte d'une consommation de poisson dans la nouvelle ration alimentaire. Pour les classes « enfant de 10 ans » et « adultes », les valeurs sont comparables (même ordre de grandeur).

Le tableau 110 présente, suivant les deux rations alimentaires, les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) en fonction de la ration alimentaire considérée pour toutes les voies d'exposition considérées.

Tableau 110 : Quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) à Saint-Paul-lez-Durance en fonction de la ration alimentaire considérée toutes voies d'expositions considérées

A saint Paul les Durance	Enfant de 1 à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Cumul des effets			
QD			
Nouvelle ration alimentaires	1.64E-03	9.98E-04	1.06E-03
Ancienne ration alimentaires	6.78E-04	2.05E-03	1.27E-03
ERI			
Nouvelle ration alimentaires	4.20E-07	1.87E-07	1.79E-07
Ancienne ration alimentaires	1.41E-08	2.98E-07	1.30E-07

L'ajout de la voie d'exposition par inhalation suite aux rejets atmosphériques réduit notablement les écarts entre les QD estimés à partir de la nouvelle ration par comparaison avec les QD estimés avec l'ancienne ration alimentaire. Les écarts entre les QD estimés sont compris dans un facteur de 2.

L'utilisation de la nouvelle ration ne modifie pas les conclusions de l'étude par comparaison avec des calculs effectués à partir de l'ancienne ration alimentaire. Les QD sont inférieurs au seuil de 1 et les ERI inférieurs à 10⁻⁵.

36.5 CONCLUSION

Vis-à-vis de l'impact sanitaire, l'ensemble des Quotients 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 cancérigène 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 ni sur la faune et la flore.

L'utilisation de la nouvelle ration ne modifie pas les conclusions de l'étude par comparaison avec des calculs effectués à partir de l'ancienne ration alimentaire.

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.

37. BILAN DES OPERATIONS D'OPTIMISATION

Les opérations d'optimisation comprennent les mesures prises pour limiter la consommation d'eau.

Ainsi, sur l'année 2020, 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 375), 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 ; un système de télérelevé est mis en place depuis 2010-2011 au niveau des compteurs sur le Centre, pouvant être utilisé comme outil de suivi de consommations en eau potable ;
- sensibilisation des usagers sur les économies d'eau.

38. OPERATIONS DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES INTERVENANT DANS L'EVALUATION DE LA CONSOMMATION D'EAU OU LES REJETS ET TRANSFERTS D'EFFLUENTS

Les opérations mensuelles comme le relevé de la totalité des compteurs d'eau potable du centre de Cadarache et le calibrage de l'ensemble des débitmètres sont des opérations préventives qui peuvent être considérées comme une maintenance des équipements intervenant dans l'évaluation de la consommation d'eau.

De plus, au cours de l'année 2020 dans le périmètre des réseaux 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 :

- 21 vannes et 5 poteaux incendie sur le réseau, Alimentation en Eau Potable (AEP) ont été remplacés ;
- 7 compteurs d'eau ont été posés (en renouvellement ou en création) ;
- 5,5 km d'inspection télévisuelle ont été réalisés sur les réseaux d'effluents sanitaires et industriels ;
- 1,2 km ont été curés sur les réseaux d'effluents sanitaires et industriels ;
- 24 séparateurs d'hydrocarbures ont fait l'objet de contrôles à fréquence trimestrielle et annuelle.

Le contrat d'« exploitation et maintenance des installations de production et distribution d'eau, de collecte, de traitement et de rejet du centre CEA/Cadarache » prévoit :

- le maintien en conditions opérationnelles des réseaux AEP et des organes associés type vannes (programme de renouvellement de 24 vannes par an pendant toute la durée du contrat), compteurs et dispositifs de télérelève et 5 poteaux incendie ;
- l'exploitation des réseaux d'effluents sanitaires et industriels de manière à maintenir en tout point du réseau le libre écoulement gravitaire des effluents ;
- la réalisation d'inspection vidéo de contrôle sur la base d'une longueur annuelle de 5 km linéaires ;
- la maintenance globale de l'ensemble des équipements associés aux installations de production et distribution d'eau potable et de transfert et traitement des effluents et rejet des effluents traités (maintenance préventive et corrective).

G

ACTIONS DU CEA POUR
L'AMÉLIORATION DE LA
GESTION
ENVIRONNEMENTALE

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

Le CEA de Cadarache, associé à la Direction de l'Energie Nucléaire (DEN) du CEA, a 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 trois référentiels. La DES est triple certifiée QSE 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.

La politique du Centre 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 2020, 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 une recherche de consommation anormale.

- 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 $m^3/j/km$ de réseau, permet une vigilance particulière concernant les fuites d'eau sur les canalisations enterrées.

Résultat attendu : Indice linéaire de perte d'eau sur le réseau de distribution $< 3 m^3 \cdot j^{-1} \cdot km^{-1}$

- 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 attendu : Aucun dépassement de plus ou moins 40 % non justifié par rapport aux prévisions annuelles des INB de consommations d'eau potable.

Action spécifique : Y compris hors du site, la préservation de la ressource en eau est recherchée. Le centre de Cadarache a ainsi confié à un ESAT (Etablissements ou Services d'Aide par le Travail) le nettoyage des voitures de service avec un procédé sans eau.

✓ **Consommation de gaz (Chaufferie du Centre)**

- Rendement des réseaux de chaleur

Le chauffage du centre est assuré par une chaufferie fonctionnant au gaz. Le contrat de maintenance de celle-ci donne des objectifs de performance énergétique, notamment :

- Réduction des consommations en fonction de la rigueur climatique, de l'occupation des locaux, avec une baisse de 20% en 2020 depuis la mise en place du contrat en juillet 2017.
- Suivi mensuel des objectifs, des actions, des travaux,
- Définition de travaux à objectifs de performance énergétique.

Dans ce cadre, une étude proposée par l'Opérateur Industriel du contrat Chauffage, a conduit à des économies sur le bâtiment Restaurant 1 grâce à une modification de la ventilation (gaine de recirculation, programmation horaire, sonde CO_2 ...).

Résultats attendus (ou Indicateurs Qualité) :

- Indice linéaire de perte réseau chauffage saison 2019-2020 $< 65 Wh/m/DJU$
- Consommation de gaz utilisé pour le chauffage saison 2019-2020 $< 23 MWh/DJU$

G – ACTIONS DU CEA POUR L'AMÉLIORATION DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

- Unité de cogénération

Une unité de cogénération alimentée au gaz naturel, exploitée par Cogestar 3, a été mise en service en novembre 2017, pour une durée de 12 ans. Celle-ci a pour objectif de produire de l'électricité et de réutiliser la chaleur produite par les moteurs pour chauffer le Centre, en améliorant et adaptant le mode d'exploitation de la Chaufferie à cette récupération de chaleur. La Cogénération a produit 45 % des besoins du Centre pour la saison 2019-2020.

✓ Performance énergétique

Dans le cadre de l'optimisation de l'exploitation de ses installations, le CEA est engagé dans une démarche d'économie d'énergie. En 2020, un « référent énergie » a été nommé, avec pour mission de mettre en place et de coordonner les actions permettant d'améliorer la performance des usages énergétiques du centre.

Des actions initiées depuis plusieurs années se sont poursuivies en 2020, telles que :

- la formation des Correspondants Environnement des installations sur la thématique Performance énergétique / Economie d'énergie,
- la recherche de Certificats d'Economie d'Energie (CEE), notamment dès les études de conception dans le cadre de nouveaux projets d'installation (par exemple isolation du bâtiment du Service de Santé au Travail),
- la collaboration spécifique du « référent énergie » avec ses homologues sur chaque Centre CEA, dans le cadre du projet national de « Performance Énergétique, Maîtrise de l'Énergie », sous l'égide de la Direction déléguée à l'Investissement et au Patrimoine.

Les projets prennent en compte les référentiels réglementaires en matière de performance énergétique. Par exemple, les nouveaux bâtiments de l'Institut de Biosciences et Biotechnologies d'Aix-Marseille (BIAM), dont la construction au niveau de la « Cité des Énergies » a été finalisée en 2020, ont été conçus pour répondre notamment aux exigences de la réglementation thermique RT 2012 et dans l'objectif de diminuer les consommations énergétiques. En particulier :

- la chaleur dégagée par les compresseurs sera réutilisée pour le chauffage du local cuves en période froide ;
- le bâtiment est équipé d'un éclairage par LED, de détecteurs de présence dans tous les locaux, sauf en salle de réunion ;
- des panneaux solaires photovoltaïques serviront à produire de l'électricité, en autoconsommation.

D'autre part, dans le cadre du Plan France Relance représentant un investissement de l'Etat de plusieurs milliards d'euros en faveur de la rénovation énergétique, plusieurs projets proposés par le CEA ont été sélectionnés. Sur les 40 millions dont va bénéficier le CEA pour l'ensemble de ses sites, celui de Cadarache bénéficiera de cet investissement exceptionnel au travers de quatre projets, pour un total estimé à 1,7 millions d'euros. Les quatre projets sont répartis comme suit :

- Deux Rénovations énergétiques de bâtiments avec du matériel éligible aux CEE :
 - Le bâtiment 230 pour lequel sera réalisé :
 - Isolation thermique par l'extérieur, et toiture-terrasse, remplacement des huisseries, de l'éclairage, du Chauffage-Climatisation, pour un gain énergétique de 60% et 62 tonnes de CO₂ par an.
 - Le bâtiment 208B pour lequel sera réalisé :
 - Remplacement des huisseries, isolation toiture-terrasse et remplacement des éclairages et faux-plafond pour un gain énergétique de 40% et 22 tonnes de CO₂ par an.
- Un projet de remplacement du chauffage fioul par une chaudière biomasse au niveau du Château de Cadarache (gain de 158 tonnes de CO₂ par an).
- Un projet de remplacement de calorifugeage sur 2 km du réseau eau surchauffée du Centre (gain de 73 tonnes de CO₂ par an).

✓ Consommation de carburant

La consommation de carburant en 2020 (essence et gasoil) a diminué d'environ 30% par rapport à l'année 2019 en conséquence la crise sanitaire (période de confinement et mise en place du télétravail exceptionnel).

- Création de zones de transports doux :

La consommation de carburant en 2020 (essence et gasoil) a diminué d'environ 30% par rapport à l'année 2019 en conséquence la crise sanitaire (période de confinement et mise en place du télétravail exceptionnel).

Le centre continue l'aménagement de circuits piétonniers dans les différentes zones de vie. Une étude a été confiée au Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) afin de disposer d'une vision programmatique d'intégration de nouveaux chemins piétons et de pistes cyclables.

- Gestion du parc de véhicules

L'introduction de véhicules électriques dans le parc de véhicules CEA, débutée en 2015, s'est poursuivie en 2020 avec un parc automobile totalisant à ce jour 62 véhicules électriques pour 96 véhicules essence et 20 diesel.

57 bornes d'alimentation des véhicules électriques (soit plus de 100 points de recharge) ont été mises en place, ainsi qu'un système permettant la réservation de véhicules mutualisés.

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 : Les actions permettant d'atteindre ces objectifs font partie de l'exploitation courante des installations.

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, l'analyse du caractère potentiellement générique de ces événements a permis d'identifier un plan d'actions en vue de limiter les émissions involontaires de fluides frigorigènes.

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.

➤ **Déchets Conventionnels**

Objectif : Promotion du tri sélectif et de la valorisation.

Une réunion 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.

Actions spécifiques : Pour collecter l'ensemble des bouteilles et bouchons plastiques associés du site, des contenants adaptés ont été mis en place dans toutes les installations. Ce tri sélectif a pour objectif de diminuer le volume et le poids des déchets plastiques mais également de faire un don en nature à l'association « les bouchons d'amour », qui recycle les bouchons.

Objectif : Diminution de la production de déchets

Les actions permettant d'atteindre ces objectifs font partie de l'exploitation courante des installations.

Action spécifique :

- ✓ Dans le cadre de la mise en place en 2020 du nouveau contrat relatif à la gestion des machines à café du centre, une tasse en verre a été remise à chaque salarié pour inciter à limiter l'utilisation de gobelets jetables, le prix de la boisson étant de plus doublé en cas d'utilisation d'un gobelet. La valorisation des déchets est également améliorée avec l'utilisation de gobelets compostables, et non plus seulement recyclables, et par la mise à disposition d'agitateurs en bois.
- ✓ Une installation de séchage solaire a été intégrée à l'unité de traitement des boues sanitaires existante, avec une mise en service en décembre 2019. Après une année d'exploitation, l'ajout de ce nouveau procédé a permis de diminuer le volume de boues à traiter en tant que déchets.

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 2020, dans l'objectif de faire un bilan des activités réalisées dans l'année et de présenter les perspectives d'actions pour l'année suivante.

Malgré la situation particulière, ces formations et réunions ont été maintenues en 2020 et se sont déroulées dans des conditions adaptées au contexte sanitaire.

Enfin, afin notamment de faire face aux très nombreuses évolutions réglementaires, le CEA de Cadarache a également mis en place en 2020 des actions centralisées spécifiques, comme par exemple :

- renseignement de l'inventaire quadriennal des produits chimiques concernés par la réglementation SEVESO, en application de l'arrêté INB,
- établissement, suite à une évolutions de la réglementation, d'un nouveau programme de surveillance des rejets en Durance proposé à la DREAL,
- vérification de la pertinence de la mise à jour des analyses environnementales des installations, réalisées au titre de la norme ISO 14001.