

Résultats du programme de surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2

Rapport annuel 2013

Rapport technique G2-RT-2014-00518-003

Version finale (Avril 2014)

Avril 2014

Résultats du programme de surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2

Document ☒ Public
 ☐ Non public
 ☐ Confidentiel

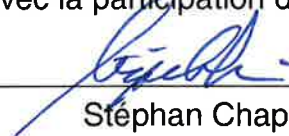
Rapport annuel 2013

Rapport technique G2-RT-2014-00518-003

Version finale (Avril 2014)

Avec la participation de WSP

Par :



Stéphan Chapdelaine

Chargé d'équipe – Environnement – Hydro-Québec



Eric Dion

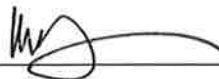
Environnement – Hydro-Québec



Mélanie Garceau

Environnement – Hydro-Québec

Approuvé par :



Mario Désilets

Directeur Production Nucléaire – Hydro-Québec

Hydro-Québec Production
Avril 2014

Sommaire

L'exploitation d'une installation nucléaire est réglementée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Les exigences légales à l'égard de cette activité sont assumées par Hydro-Québec, dont la surveillance de l'environnement.

Deux programmes de surveillance sont mis en œuvre sur le site de Gentilly-2. Ces derniers couvrent les aspects physicochimiques et radiologiques et ont été approuvés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) ainsi que par la CCSN. Bien que le réacteur nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé de produire de l'électricité le 28 décembre 2012, ces programmes demeurent en vigueur et comprennent notamment l'échantillonnage et l'analyse de plusieurs matrices environnementales. Ces analyses sont réalisées par les laboratoires d'Hydro-Québec ou par des laboratoires externes accrédités, selon le cas. Les éléments des programmes de surveillance sont basés sur des aspects réglementés et sur les résultats issus d'études environnementales antérieures. La révision de ces programmes permet d'y intégrer de nouveaux éléments pouvant découler de nouvelles exigences réglementaires, ou encore d'éléments jugés pertinents par Hydro-Québec. Compte tenu de la cessation définitive de la production d'électricité à la centrale de Gentilly-2, une prochaine révision de ces programmes amènera éventuellement l'abandon de paramètres ou la réduction de fréquences de certains suivis liés à des systèmes qui auront été mis en retrait ou dont l'exploitation qui en est faite aura été modifiée.

En 2013, la dose de rayonnement annuelle reçue par les membres représentatifs de la population domiciliés à proximité de la centrale de Gentilly-2 a été estimée à 5 μSv . Cette estimation correspond à moins de 1 % de la limite de dose efficace légale pour un membre de la population, laquelle est fixée à 1 mSv (1 000 μSv) par la CCSN. Concernant le volet radiologique, tous les rejets de la centrale ont été inférieurs à 1 % des limites opérationnelles dérivées (LOD), sur une base annuelle. Par ailleurs, quelques dépassements de normes ont été associés au volet physicochimique, lesquels sont présentés en détails dans le présent rapport. Les résultats et constats issus de la surveillance environnementale démontrent que l'impact sur l'environnement est négligeable. L'ensemble des mesures des programmes de surveillance est présenté dans les sections suivantes.

Il faut aussi mentionner que depuis le mois de janvier 2013, les activités en centrale sont principalement orientées à la préparation de l'atteinte de l'état de stockage sûr (ESS), actuellement prévu pour la fin de l'année 2014.

Liste de distribution

Copies électroniques :

Hydro-Québec Production Nucléaire : Centrale de Gentilly-2 :

Louise Pelletier	Directrice principale Projet développement et production nucléaire
Mario Désilets	Directeur Production nucléaire
John Gaspo	Chef Centrales II
Pierre-Luc Lavoie	Chef Services administratifs et financiers
Christian Lemire	Chef Services techniques
Bureau des chefs de quart	Salle de commande
Véronique Trépanier	Conseillère Relations avec le Milieu
Archives Gentilly-2	Centre de documentation (version originale)
Alain Pelletier	Centre de santé Gentilly-2
Michel Plante	Santé et Sécurité - direction générale

Copies officielles (format papier) :

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) :

280, rue Slater, CP 1046, succursale B, Ottawa (Ontario), K1P 5S9

Benoît Poulet (2)	Directeur du programme de réglementation
Don Howard	Directeur, Division des déchets et du déclassé
Isabelle Gingras	Agente principale du programme de réglementation
Gaétan Latouche	Agent de programmes environnementaux
CCSN - Gentilly	Bureau CCSN G2 4e B/A

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) :

Louise Trudel	1579, boul. Louis-Frédette, Nicolet, J3T 2A5
Renée Loiselle	675, boul. René-Lévesque Est, Québec, G1R 5V7
Philippe Brodeur	100, rue Laviolette, local 207, Trois-Rivières, G9A 5S9

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) :

Réjean Deschênes	2700, rue Einstein, local C-2-105, Québec, G1P 3W8
Alain Fournier	2700, rue Einstein, local C-2-105, Québec, G1P 3W8
Laurent Bolduc	200A, chemin Sainte-Foy, 11 ^e étage, Québec, G1R 4X6
Josée Belley	5195, boul. des Forges, bureau 55, Trois-Rivières, G8Y 4Z3

Direction de la santé publique / Mauricie et Centre-du-Québec :

Isabelle Goupil-Sormary	550, rue Bonaventure, Trois-Rivières, G9A 2B5
Marco Desjardins	550, rue Bonaventure, Trois-Rivières, G9A 2B5

Santé Canada :

Jean-Francois Mercier	775, Chemin Brookfield, AL 6302D1, Ottawa (Ontario), K1A 0K9
Brian Ahier	775, Chemin Brookfield, AL 6302D1, Ottawa (Ontario), K1A 0K9

Environnement Canada :

Nardia Ali	4905, Dufferin Street, Toronto (Ontario), M3H 5T4
------------	---

Ville de Trois-Rivières / Conseil régional de l'environnement :

Roger Nadeau	C.P. 368, Trois-Rivières, G9A 5H3
Patrick Simard	580, rue Barkoff, Trois-Rivières, G8T 9T7

Ville de Bécancour :

Jean-Guy Dubois	1295, av. Nicolas-Perrot, Bécancour, G0X 1B0
-----------------	--

Municipalité de Champlain :

Raymond Beaudry	819, rue Notre-Dame, Champlain, G0X 1C0
-----------------	---

Municipalité de Saint-Pierre-Les-Becquets :

Raymond Dion	110, rue des Loisirs, Saint-Pierre-Les-Becquets, G0X 2Z0
--------------	--

Université Laval :

Dominic Larivière	1045, av. de la Médecine, bureau 1250D, Québec, G1V 0A6
-------------------	---

Université du Québec à Trois-Rivières :

Lucien Forget	C.P. 500, Trois-Rivières, G9A 5H7
---------------	-----------------------------------

Bruce Power :

Maury Burton	C.P. 3000, B06, Tiverton (Ontario), N0G 2T0
Cheryl Smith	C.P. 3000, B06, Tiverton (Ontario), N0G 2T0

Ontario Power Generation :

Pickering Information Center Pickering Generation Station, Pickering (Ontario), L1V 2R5
Darlington Information Center C.P. 4000, Bowmanville (Ontario), L1C 3Z8

New-Brunswick Electric Power Commission :

Joe McCulley C.P. 2050, Fredericton (Nouveau-Brunswick), E3B 5G4

Table des matières

1	Introduction.....	1
2	Résultats du suivi des effluents – volet radiologique.....	3
2.1	Effluents gazeux	3
2.2	Effluents liquides	7
2.2.1	Réservoirs de stockage des eaux radioactives	10
2.2.2	Drainage pluvial	11
3	Bilan des émissions atmosphériques et résultats du suivi des effluents liquides – volet physicochimique	13
3.1	Émissions atmosphériques.....	13
3.1.1	Gaz à effet de serre émis par la combustion des moteurs.....	13
3.1.2	Gaz réfrigérants	14
3.2	Effluents liquides	15
3.2.1	Eau de circulation et autres effluents	15
3.2.1.1	Purge et vidange du système des générateurs de vapeur	16
3.2.1.2	Fosse de déminéralisation et de prétraitement.....	16
3.2.1.3	Réservoir de stockage des eaux radioactives.....	17
3.2.1.4	Effluent final de l'EDC.....	18
3.2.2	Eau brute de refroidissement.....	19
3.2.3	Eaux usées sanitaires.....	19
3.2.4	Eau de surface – drainage pluvial (MCH-1, 2 et 3).....	20
3.2.5	Suivi de la variation de température des effluents.....	21
4	Autres suivis d'engagements	23
4.1	Séparateur eau-huile	23
4.2	Suivi du dépôt à neige.....	23
4.2.1	Eaux souterraines	24
4.2.2	Eaux de surface	25
4.3	Suivi des eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets radioactifs.....	25
4.4	Matières dangereuses utilisées au travail.....	27
5	Consommation d'eau	29
6	Matières dangereuses et résiduelles	31
6.1	Biomasse à la prise d'eau.....	31
6.2	Matières dangereuses résiduelles.....	32
6.3	Matières résiduelles et déchets biomédicaux.....	33

7	Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement.....	35
8	Surveillance radiologique du milieu environnant	37
8.1	Radionucléides retrouvés dans l'environnement.....	37
8.2	Surveillance atmosphérique	38
8.2.1	Ambiance gamma	38
8.2.2	Tritium	45
8.2.3	Carbone-14	52
8.2.4	Aérosols	54
8.3	Surveillance de la qualité de l'eau.....	56
8.3.1	Précipitations	56
8.3.2	Eaux de surface.....	60
8.3.3	Eaux d'infiltration.....	63
8.3.4	Eaux souterraines.....	66
8.3.5	Eaux de fonte des neiges.....	69
8.3.6	Eau potable	70
8.4	Surveillance de la qualité des sols et des sédiments.....	71
8.4.1	Sols arables	71
8.4.2	Sédiments dynamiques	72
8.5	Surveillance de la faune et de la flore	73
8.5.1	Plantes fourragères.....	74
8.5.2	Plantes aquatiques.....	74
8.5.3	Mollusques.....	76
8.5.4	Poissons	76
8.6	Produits comestibles.....	77
8.7	Données météorologiques	79
8.8	Facteurs de dispersion atmosphérique.....	82
9	Estimation de la dose au membre représentatif de la population	85
9.1	Groupe récepteur	85
9.2	Doses par voies d'exposition.....	87
9.3	Historique de dose	88
10	Programme d'intercomparaison	91
10.1	Laboratoire de Radioprotection de Trois-Rivières	91
10.2	Laboratoire de Chimie au site de Gentilly-2	91
11	Conclusion.....	93
12	Références	95

Annexes

A	Cartes de localisation et schéma
B	Aspect statistique des résultats
C	Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection
D	Addenda au rapport technique G2-RT-2013-00518-005
E	Programme d'intercomparaison

Tableaux

Tableau 2-1 :	Principales limites de rejets radioactifs aériens à la centrale nucléaire de Gentilly-2	4
Tableau 2-2 :	Activité des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents atmosphériques de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013.....	6
Tableau 2-3 :	Principales limites de rejets radioactifs liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2	8
Tableau 2-4 :	Activité des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	9
Tableau 2-5 :	Activité des principaux radionucléides dans les puisards pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	11
Tableau 3-1 :	Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2011-2013	13
Tableau 3-2 :	Émissions totales de produits de combustion à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2011-2013.....	14
Tableau 3-3 :	Résultats des analyses chimiques réalisées avant la vidange définitive des générateurs de vapeur à la centrale de Gentilly-2 en 2013	16
Tableau 3-4 :	Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop-plein du décanteur de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	17
Tableau 3-5 :	Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013.....	18
Tableau 3-6 :	Résultats d'analyses physicochimiques de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	18
Tableau 3-7 :	Résultats d'analyses physicochimiques de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	19
Tableau 3-8 :	Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	20
Tableau 3-9 :	Résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	21

Tableau 3-10 :	Mesures de température de l'effluent de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2013	21
Tableau 4-1 :	Épaisseurs d'huile, de dépôts solides et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	23
Tableau 4-2 :	Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines (horizon C) au pourtour du dépôt à neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	24
Tableau 4-3 :	Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux de surface au pourtour du dépôt à neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	25
Tableau 4-4 :	Résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines autour de l'ASDR à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013.....	26
Tableau 4-5 :	Mesures des niveaux piézométriques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	27
Tableau 4-6 :	Consommation de produits chimiques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	28
Tableau 6-1 :	Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	32
Tableau 6-2 :	Quantité de matières résiduelles recyclées ou disposées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	33
Tableau 7-1 :	Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	35
Tableau 8-1 :	Concentrations de tritium atmosphérique mesurées mensuellement aux mêmes emplacements par les stations d'échantillonnage d'Hydro-Québec et de Santé Canada pour l'année 2013.....	49
Tableau 8-2 :	Sommaire des résultats d'analyses radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	70
Tableau 8-3 :	Radioactivité mesurée dans les sols arables aux quatre fermes collaborant au PSRE pour l'année 2013	71
Tableau 8-4 :	Radioactivité détectée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	72
Tableau 8-5 :	Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent récoltées près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013.....	75
Tableau 8-6 :	Radioactivité mesurée dans la coquille et la chair de mollusques du fleuve Saint-Laurent récoltés près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	76
Tableau 8-7 :	Espèces de poissons pêchés dans le canal de rejet de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	77

Tableau 9-1 :	Estimation de la dose annuelle à trois groupes représentatifs de la population	86
Tableau 9-2 :	Calcul de la dose maximale à l'individu représentatif du groupe à la ferme Sud-1 (modèle IMPACT).....	87

Figures

Figure 1-1 :	Production électrique à la centrale de Gentilly-2 en 2013.....	2
Figure 2-1 :	Rejets radioactifs aériens mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	4
Figure 2-2 :	Rejets radioactifs aériens annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1994-2013	7
Figure 2-3 :	Rejets radioactifs liquides mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	8
Figure 2-4 :	Rejets radioactifs liquides annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1994-2013	10
Figure 3-1 :	Évolution des températures de l'affluent et de l'effluent de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2013	22
Figure 5-1 :	Consommation d'eau de procédé à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	29
Figure 5-2 :	Consommation d'eau potable à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013.....	30
Figure 6-1 :	Biomasse captée à la station de pompage de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	31
Figure 7-1 :	Causes des déversements accidentels dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	35
Figure 8-1 :	Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2013	39
Figure 8-2 :	Dose annuelle gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2009-2013	40
Figure 8-3 :	Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	41
Figure 8-4 :	Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	41
Figure 8-5 :	Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	42
Figure 8-6 :	Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	43
Figure 8-7 :	Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	44
Figure 8-8 :	Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	45

Figure 8-9 :	Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone d'exclusion) pour l'année 2013.....	46
Figure 8-10 :	Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2013	47
Figure 8-11 :	Comparaison de l'activité mensuelle de tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-2 (Hydro-Québec) avec les stations GE10, GE7 et GE8 (Santé Canada) pour l'année 2013	47
Figure 8-12 :	Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour la période 2009-2013	50
Figure 8-13 :	Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	51
Figure 8-14 :	Activité annuelle de tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013.....	51
Figure 8-15 :	Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8 et SCR-9, ASDR-1, ADSR-4 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2013.....	53
Figure 8-16 :	Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8 et SCR-9, ASDR-1, ADSR-4 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2009-2013	53
Figure 8-17 :	Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2013	54
Figure 8-18 :	Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2013	55
Figure 8-19 :	Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2013.....	56
Figure 8-20 :	Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2013.....	57
Figure 8-21 :	Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2013.....	58
Figure 8-22 :	Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2013.....	59
Figure 8-23 :	Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2013.....	60
Figure 8-24 :	Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	61

Figure 8-25 :	Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	62
Figure 8-26 :	Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	63
Figure 8-27 :	Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	64
Figure 8-28 :	Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	65
Figure 8-29 :	Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	66
Figure 8-30 :	Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour l'année 2013	67
Figure 8-31 :	Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour la période 2009-2013	68
Figure 8-32 :	Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	69
Figure 8-33 :	Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface et dans l'horizon C de l'eau souterraine lors de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	70
Figure 8-34 :	Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013	80
Figure 8-35 :	Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	81
Figure 8-36 :	Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	83
Figure 9-1 :	Doses annuelles de rayonnement estimées pour un membre représentatif de la population liées à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013	88
Figure 9-2 :	Comparaison de différentes doses de rayonnement typiques pouvant affecter la population	89

Liste des abréviations

ACNOR	Association Canadienne de NOR malisation
ASDR	Aire de Stockage des D échets R adioactifs
ASSCI	Aire de Stockage à Sec du C ombustible I rradié
CA	Certificat d’ A utorisation du MDDEFP
CANDU	CAN ada D euterium U ranium
CANSTOR	CANDU STOR age, module de stockage à sec du combustible irradié
CEAEQ	Centre d’ E xpertise en A nalyses E nvironnementales du Québec
CFC	C hloro F luoro C arbures
CCSN	Commission Canadienne de S ûreté N ucléaire
COGIS	CANDU O wner’s G roup I nterlaboratory S tudy
CRMC	Centre de R écupération des M atières C ontaminées
DBO ₅	D emande B iochimique en O xygène pour 5 jours
DTL	D osimètre T hermo L uminescent
EBA	E au B rute d’ A limentation
EBR	E au B rute de R efroidissement
EDC	E au D e C irculation
ERA	E nvironmental R esource A ssociates
ESRU	E nceinte de Stockage des R ésines U sées
ESS	É tat de Stockage S ûr
GV	G énérateur de V apeur
HCFC	H ydro C hloro F luoro C arbures
HP C ₁₀ -C ₅₀	H ydrocarbures P étroliers C ₁₀ -C ₅₀
IGDRS	Installation de G estion des D échets R adioactifs S olides
LD	L imite de D étection
LOD	L imite O opérationnelle D érivée
MDDEFP	M inistère du D éveloppement D urable, de l’ E nvironnement, de la F aune et des P arcs
MES	M atières E n S uspension

PSE	P rogramme de S urveillance de l' E nvironnement
PSRE	P rogramme de S urveillance R adiologique de l' E nvironnement
SCR	S tation de C ontrôle R adiologique
UTN	U nité de T urbidité N éphélométrique

1 Introduction

Le rapport G2-RT-2014-00518-003 présente les résultats des actuels programmes de surveillance environnementale du site de Gentilly-2. Ces résultats regroupent les mesures radiologiques et physicochimiques pour toute l'année 2013. Il contient de plus des constats relatifs à d'autres engagements réglementaires auxquels la centrale nucléaire de Gentilly-2 doit se conformer.

Les modalités de la surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly-2 sont stipulées dans le Programme de surveillance radiologique de l'environnement (PSRE; Hydro-Québec, 2011a) et les principaux objectifs visés par celui-ci sont :

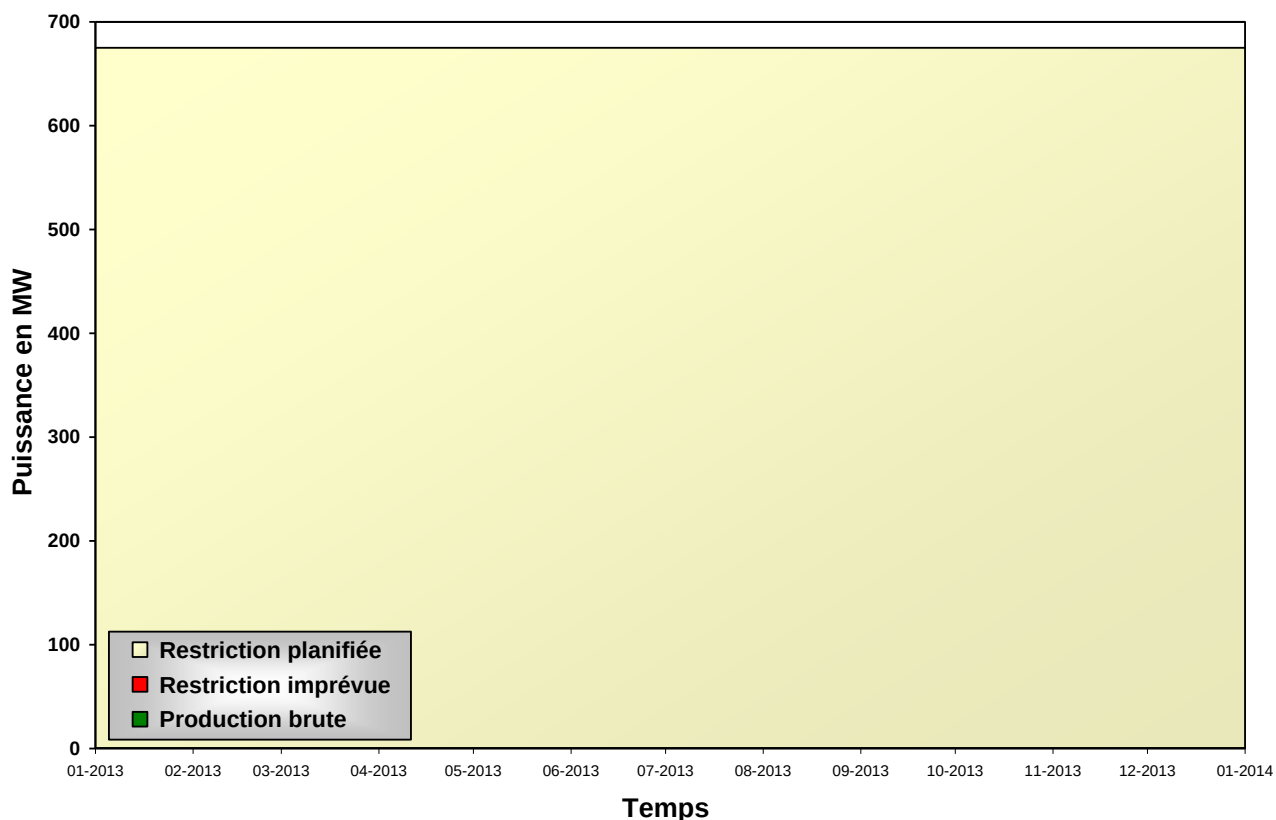
- d'effectuer le contrôle radiologique du milieu;
- de permettre l'évaluation de la dose à la population due à l'exploitation de la centrale nucléaire;
- de maintenir les techniques analytiques et l'expertise afin de réagir adéquatement en situation d'incident nucléaire; et
- de démontrer aux organismes réglementaires que les impacts environnementaux sont connus, mesurés et demeurent en deçà des normes et limites fixées aux permis en vigueur.

Les modalités de la surveillance physicochimique de l'environnement sont, quant à elles, stipulées dans le Programme de surveillance de l'environnement (PSE; Hydro-Québec, 2009). Les principaux objectifs visés par ce programme sont :

- d'effectuer le contrôle de la qualité physicochimique des effluents liquides de la centrale nucléaire;
- de s'assurer de la qualité physicochimique des eaux de surface, d'infiltration et souterraines du site de Gentilly-2; et
- de démontrer aux organismes réglementaires que les impacts environnementaux liés à la qualité physicochimique des rejets sont connus, mesurés et demeurent en deçà des critères.

La figure 1-1 présente les coefficients de production électrique pour l'année 2013. Ces derniers sont demeurés à une valeur fixe de 0 % en raison de la cessation définitive des activités de production électrique de la centrale de Gentilly-2 survenue le 28 décembre 2012. Ainsi, les données de puissance ne seront dorénavant plus publiées au rapport annuel présentant les résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly-2.

Figure 1-1 : Production électrique à la centrale de Gentilly-2 en 2013



2 Résultats du suivi des effluents – volet radiologique

Cette section présente les résultats de la surveillance radiologique des effluents gazeux et liquides issus des activités de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013.

2.1 Effluents gazeux

Plusieurs systèmes et composantes assurent la ventilation aux bâtiments réacteur et turbine ainsi qu'à plusieurs autres salles du bâtiment des services et des annexes. Les effluents aériens peuvent ainsi provenir des activités de maintenance et des manœuvres d'exploitation qui y sont exécutées. Bien que la centrale nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé la production d'électricité à la fin de l'année 2012, de la radioactivité sera encore présente dans les rejets gazeux à moyen terme, soit jusqu'à ce que toutes les manœuvres liées aux systèmes radioactifs, en phase de préparation à l'état de stockage sûr (ESS), soient complétées.

À partir de la limite légale de dose de rayonnement pouvant être reçue par les individus du groupe le plus exposé et d'un modèle de transfert environnemental, il est possible de calculer les limites de rejets radioactifs qui, s'ils étaient maintenus constants toute l'année durant, procureraient aux individus de ce groupe la dose de rayonnement maximale prescrite pour le public, telle que définie par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Ces limites de rejets constituent les limites opérationnelles dérivées (LOD).

Les hypothèses de travail et les méthodes de calcul ayant servi à la détermination des limites dérivées de rejets spécifiques à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 ont toutes été déterminées en conformité à la norme de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) N288.1-08, *Guidelines for calculating derived release limits for radioactive material in airborne and liquid effluents for normal operation of nuclear facilities* (ACNOR, 2008).

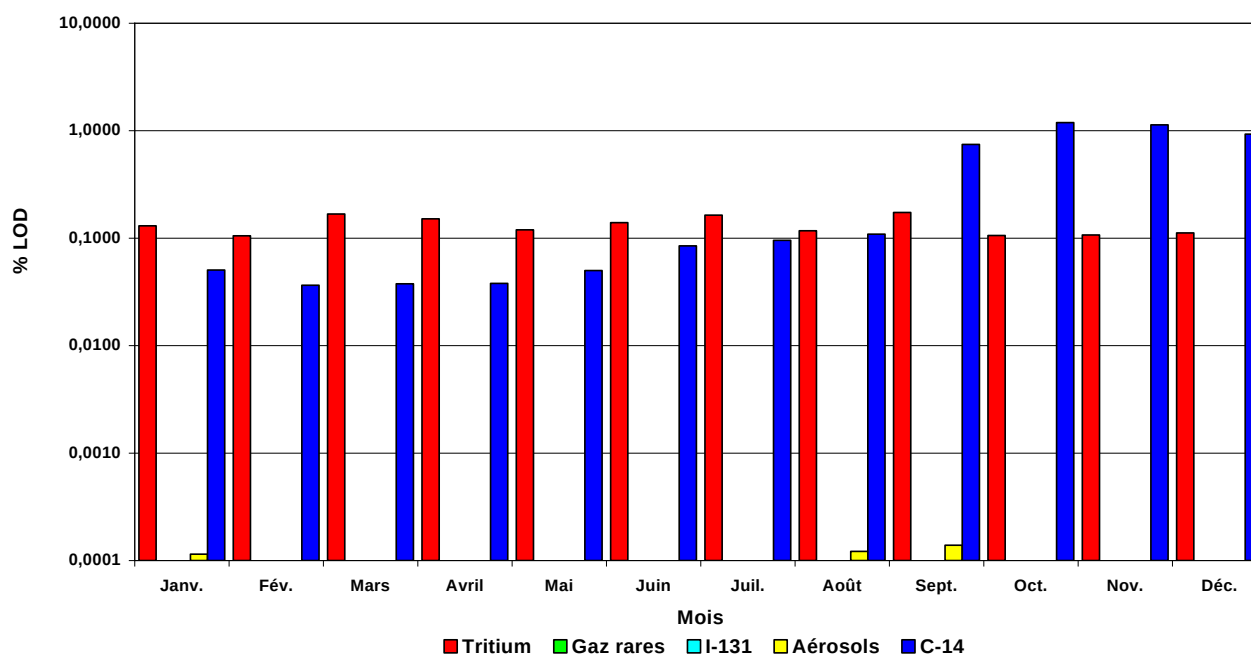
Lors de l'exploitation d'un réacteur CANDU, les radionucléides les plus susceptibles d'être présents dans les émissions à la cheminée sont classifiés et détaillés au tableau 2-1. Ce tableau présente également les LOD correspondantes. Il était par ailleurs attendu que l'interruption prolongée du flux neutronique au cœur du réacteur, situation actuelle de la centrale de Gentilly-2, amène une réduction significative des possibilités d'émissions de certains radionucléides.

Tableau 2-1 : Principales limites de rejets radioactifs aériens à la centrale nucléaire de Gentilly-2

Classification	Limites de rejets aériens (Bq semaine ⁻¹)
Gaz rares	$1,48 \times 10^{15} \text{ } \gamma\text{Bq MeV}$
Aérosols (⁶⁰ Co)	$2,33 \times 10^{10}$
¹³¹ I	$6,25 \times 10^9$
³ H	$1,65 \times 10^{15}$
¹⁴ C	$3,82 \times 10^{12}$

La figure 2-1 présente les principaux radionucléides surveillés lors des rejets atmosphériques pour l'année 2013, lesquels sont exprimés en pourcentage des LOD sur une base mensuelle.

Figure 2-1 : Rejets radioactifs aériens mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



Outre l'activité en carbone-14 au dernier trimestre de l'année (septembre à décembre), les valeurs mensuelles associées aux rejets aériens sont qualifiées de faibles tout au long de l'année 2013. En effet, la valeur maximale atteinte pour le tritium a été, sur une base mensuelle, de 0,17 % de sa LOD. Les gaz rares n'ont quant à eux été détectés qu'à une seule occasion, en février 2013, et ce à une très faible activité. Pour leur part, les radioiodes n'ont jamais été détectés en 2013. L'activité liée aux aérosols a toujours été inférieure à 0,001 % de sa LOD.

Au mois de septembre, l'activité en carbone-14 dans les rejets atmosphériques a subi une hausse dès la première semaine, moment où une colonne de résines de purification ionique (3221-IX1) du système modérateur a été sollicitée à la suite d'une longue période d'isolation. Une radiolyse partielle des résines aurait alors entraîné une production accrue de dioxyde de carbone-14, rapidement relargué dans le système lors de l'alignement de la colonne de résines.

À cet événement de courte durée, qui aurait occasionné une persistance de l'activité en carbone-14 dans les rejets aériens durant les semaines suivantes, s'ajoute la vidange partielle d'un réservoir de résines usées, une toute nouvelle activité dans le cadre du déclassé.

Au cours du mois d'octobre, la mise en place d'une plate-forme de pompage de résines usées a été complétée pour permettre d'effectuer le transfert d'un volume de résines usées des réservoirs de la centrale aux enceintes de stockage des résines usées (ESRU) au site des installations de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). Le pompage et le transfert de plus de 55 m³ de résines usées (7914-TK2) ont été effectués jusqu'à la fin de novembre 2013. Les manœuvres nécessaires pour ces activités auraient favorisé la libération de composés sources de carbone-14. En fin d'année 2013, 12 périodes hebdomadaires consécutives de rejets atmosphériques ont légèrement excédé le seuil de 1 % de la LOD de carbone-14, pour une valeur mensuelle maximale de 1,19 % mesurée au mois d'octobre.

Le tableau 2-2 présente les valeurs mensuelles d'activité totale pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents atmosphériques en 2013.

Tableau 2-2 : Activité des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents atmosphériques de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

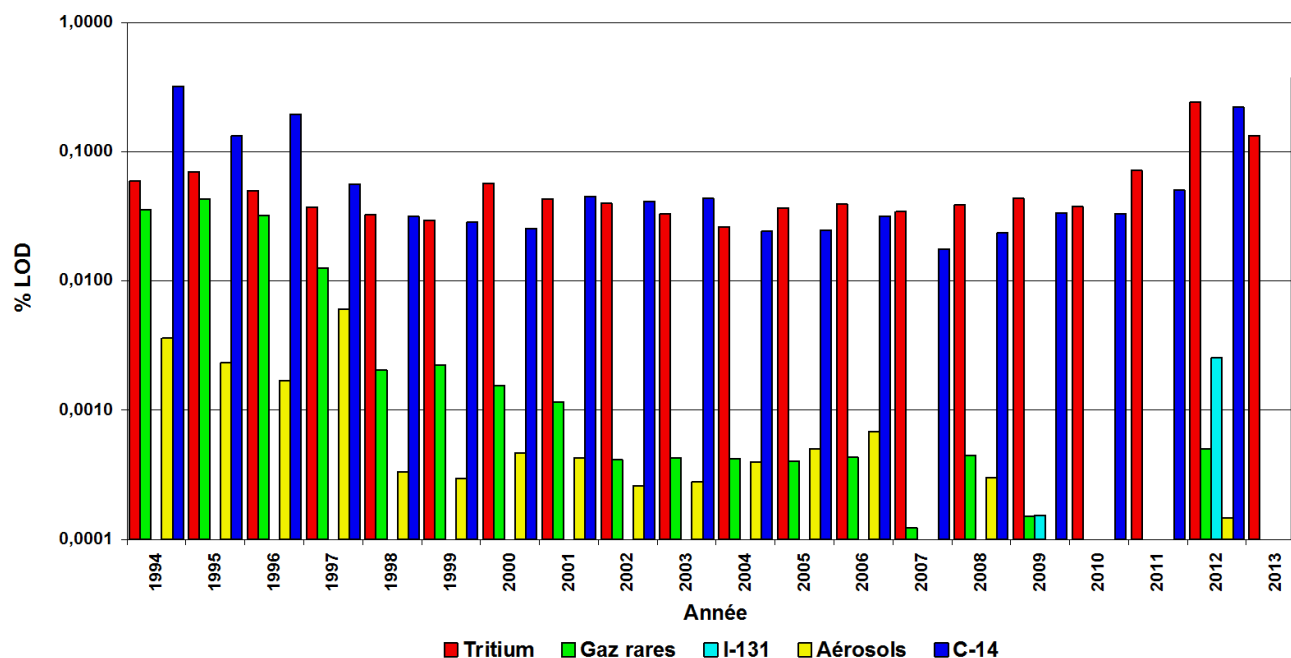
Mois	Tritium (Bq)	Gaz rares (Bq)	Iode-131 (Bq)	Aérosols (Bq)	Carbone-14 (Bq)
Janvier	$9,51 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$1,18 \times 10^5$	$8,53 \times 10^9$
Février	$6,94 \times 10^{12}$	$6,96 \times 10^8$	n.d.	$5,46 \times 10^4$	$5,57 \times 10^9$
Mars	$1,22 \times 10^{13}$	n.d.	n.d.	$5,86 \times 10^4$	$6,35 \times 10^9$
Avril	$1,07 \times 10^{13}$	n.d.	n.d.	$8,36 \times 10^4$	$6,21 \times 10^9$
Mai	$8,73 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$4,16 \times 10^4$	$8,44 \times 10^9$
Juin	$9,85 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$8,31 \times 10^4$	$1,39 \times 10^{10}$
Juillet	$1,20 \times 10^{13}$	n.d.	n.d.	$7,15 \times 10^4$	$1,61 \times 10^{10}$
Août	$8,57 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$1,26 \times 10^5$	$1,84 \times 10^{10}$
Septembre	$1,22 \times 10^{13}$	n.d.	n.d.	$1,39 \times 10^5$	$1,22 \times 10^{11}$
Octobre	$7,75 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$4,92 \times 10^4$	$2,01 \times 10^{11}$
Novembre	$7,57 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$1,16 \times 10^4$	$1,85 \times 10^{11}$
Décembre	$8,18 \times 10^{12}$	n.d.	n.d.	$2,79 \times 10^4$	$1,57 \times 10^{11}$
n. d. Non détecté					

La figure 2-2 présente l'évolution à long terme de l'activité annuelle issue des rejets atmosphériques de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Considérant les activités de préparation à l'ESS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 qui se sont déroulées tout au long de l'année 2013, il était attendu que le niveau d'émission de plusieurs radionucléides émis soit moindre. Lorsque les valeurs absolues de radioactivité sont considérées, on constate que ce fut notamment le cas pour l'activité de tritium, dont la valeur annuelle fut en baisse de plus de 45 % en comparaison de l'année 2012. La baisse fut encore plus drastique pour les gaz rares alors que l'activité issue des radioiodes ne fut plus du tout mesurée au cours de l'année 2013.

Compte tenu des quelques événements précédemment discutés, seule la valeur annuelle des émissions de carbone-14 a augmenté de 69 % comparativement à celle de l'année 2012.

Il importe de rappeler que la figure 2-2 doit être analysée en tenant compte du changement des valeurs des LOD, modifiées en juin 2011 et qui, pour les émissions atmosphériques, sont plus faibles qu'auparavant. C'est ce qui explique, entre autres, les fortes hausses perçues en 2012 et 2013, en comparaison des années précédentes. En effet, pour une même activité annuelle, le ratio de la LOD s'avère maintenant plus élevé. C'est ce même changement qui peut aussi laisser présumer une hausse des valeurs de l'année 2013, lorsque l'analyse porte sur les valeurs des années antérieures.

Figure 2-2 : Rejets radioactifs aériens annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1994-2013



Note : Modification des valeurs des LOD pour les émissions atmosphériques en juin 2011.

Malgré ces changements des valeurs des LOD pouvant potentiellement biaiser une lecture rapide de la figure 2-2, Hydro-Québec conserve cette représentation graphique puisque les ratios des LOD permettent de montrer plusieurs radionucléides sur une seule et même base, soit le pourcentage des LOD (% LOD).

2.2 Effluents liquides

Les principaux effluents liquides du site de Gentilly-2 sont rejetés via les conduites d'évacuation de l'eau de circulation (EDC) (incluant l'eau brute d'alimentation; EBA) et de l'eau brute de refroidissement (EBR) ainsi que par les étangs aérés d'épuration des eaux usées sanitaires (carte A-1 de l'annexe A) et le réseau de drainage pluvial (carte A-2 de l'annexe A).

Tout comme la radioactivité liée aux émissions atmosphériques, celle issue des rejets liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sera encore détectée à moyen terme, bien que la production d'électricité ait définitivement cessé. Certaines variations d'activité dans les rejets liquides survenues au cours de l'année 2013 peuvent être attribuées à certaines manœuvres ou activités de déclasserment.

Les radionucléides les plus susceptibles d'être retrouvés dans les effluents liquides de la centrale sont présentés au tableau 2-3, de même que les valeurs des LOD liquides

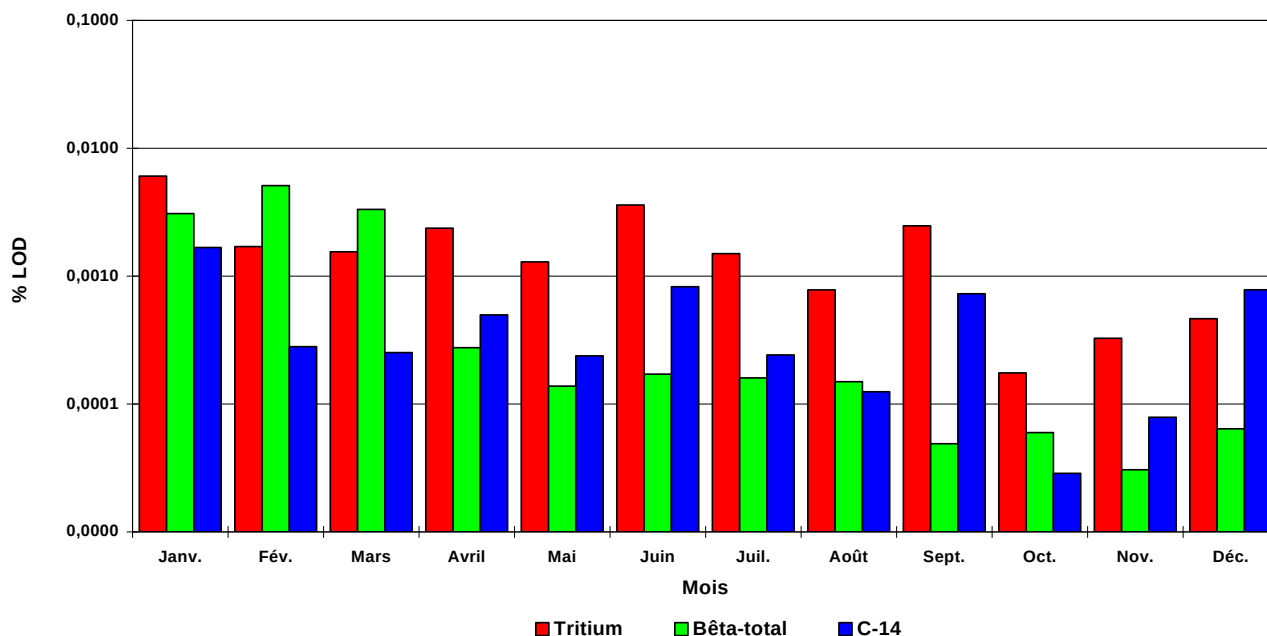
qui leur sont associées. Elles sont calculées de façon similaire aux LOD aériennes et sont également conformes à la norme ACNOR N288.1-08.

Tableau 2-3 : Principales limites de rejets radioactifs liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2

Classification	Limites de rejets liquides (Bq mois ⁻¹)
β total (¹³⁷ Cs)	$1,46 \times 10^{13}$
³ H	$9,63 \times 10^{17}$
¹⁴ C	$2,00 \times 10^{14}$
⁶⁰ Co	$7,65 \times 10^{14}$
⁹⁵ Zr	$7,37 \times 10^{15}$
⁹⁵ Nb	$3,87 \times 10^{15}$
¹²⁴ Sb	$3,03 \times 10^{15}$
¹²⁵ Sb	$5,19 \times 10^{15}$
¹³¹ I	$3,43 \times 10^{14}$
¹³⁴ Cs	$1,00 \times 10^{13}$
¹³⁷ Cs	$1,46 \times 10^{13}$

Les valeurs mensuelles de la figure 2-3 sont associées aux principaux radionucléides présents dans les rejets liquides de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2013, exprimées en pourcentage de LOD.

Figure 2-3 : Rejets radioactifs liquides mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



En 2013, la radioactivité en tritium mesurée dans les rejets liquides est demeurée en deçà de 0,01 % de sa LOD mensuelle, et ce tout au long de l'année. Il en est d'ailleurs de même pour le carbone-14 et pour le paramètre intégrateur qu'est celui de l'activité bêta-total. Les valeurs mensuelles maximales d'activité des trois principaux radionucléides présents dans les rejets liquides sont toutes associées au début de l'année 2013, plus spécifiquement aux mois de janvier pour le tritium et le carbone-14, et février pour l'activité bêta-total. De fréquentes opérations de dédeutérisation des résines échangeuses d'ions des systèmes de purification ionique de l'eau lourde du caloporteur et du modérateur en sont les principales causes, activités requises dans le cadre du déclassement.

La diminution graduelle de l'activité bêta-total remarquée au cours de l'année 2013 peut probablement être expliquée par une baisse de fréquence d'un certain nombre de manœuvres propres à un mode d'exploitation normale.

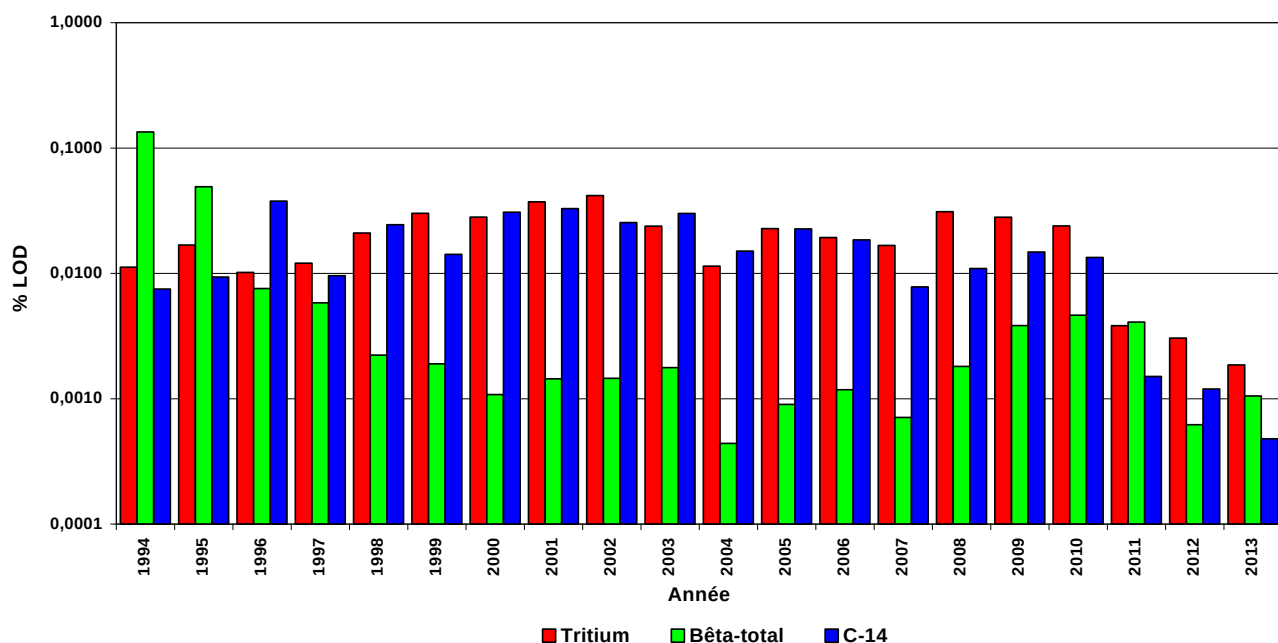
Le tableau 2-4 présente les valeurs mensuelles des rejets pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents liquides en 2013.

Tableau 2-4 : Activité des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Mois	Tritium (Bq)	Bêta-total (Bq)	Carbone-14 (Bq)
Janvier	$5,83 \times 10^{13}$	$4,50 \times 10^8$	$3,35 \times 10^9$
Février	$1,64 \times 10^{13}$	$7,46 \times 10^8$	$5,62 \times 10^8$
Mars	$1,49 \times 10^{13}$	$4,85 \times 10^8$	$5,06 \times 10^8$
Avril	$2,28 \times 10^{13}$	$4,03 \times 10^7$	$9,95 \times 10^8$
Mai	$1,24 \times 10^{13}$	$2,02 \times 10^7$	$4,76 \times 10^8$
Juin	$3,46 \times 10^{13}$	$2,50 \times 10^7$	$1,65 \times 10^9$
Juillet	$1,44 \times 10^{13}$	$2,34 \times 10^7$	$4,85 \times 10^8$
Août	$7,51 \times 10^{12}$	$2,18 \times 10^7$	$2,50 \times 10^8$
Septembre	$2,38 \times 10^{13}$	$7,14 \times 10^6$	$1,46 \times 10^9$
Octobre	$1,69 \times 10^{12}$	$8,73 \times 10^6$	$5,74 \times 10^7$
Novembre	$3,14 \times 10^{12}$	$4,47 \times 10^6$	$1,58 \times 10^8$
Décembre	$4,48 \times 10^{12}$	$9,34 \times 10^6$	$1,57 \times 10^9$

La figure 2-4 présente la radioactivité annuelle issue des rejets liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2 de 1994 à 2013. La période charnière marquant le passage aux nouvelles valeurs de LOD est en juin 2011.

Figure 2-4 : Rejets radioactifs liquides annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1994-2013



Note : Modification des valeurs des LOD pour les émissions liquides en juin 2011.

Bien que cette précision ait précédemment été apportée dans le cadre de l'analyse de la figure 2-2 (valeurs annuelles de rejets aériens de la période 1994-2013), un rappel doit également être fait pour l'interprétation de la figure 2-4. La baisse apparente du niveau de radioactivité des rejets liquides de l'année 2013 en comparaison aux années précédentes est en partie attribuable au fait que de nouvelles valeurs de LOD, plus élevées que les précédentes, soient maintenant appliquées (juin 2011).

Nonobstant cette précision, l'année 2013 est marquée par une baisse significative des rejets de tritium et de carbone-14, soit de l'ordre de 39 % et de 60 % respectivement. L'activité bêta-total présente quant à elle une hausse comparativement à l'année 2012. Cette hausse est d'une part occasionnée par la relativement faible valeur annuelle d'activité en 2012, mais également par des valeurs mensuelles élevées au premier trimestre de l'année 2013. Or, malgré une hausse marquée de plus de 69 % de l'activité bêta-total au cours de l'année 2013, l'atteinte du ratio LOD pour toute l'année 2013 n'est que de 0,001 %, ce qui représente somme toute une très faible radioactivité émise aux effluents liquides.

2.2.1 Réservoirs de stockage des eaux radioactives

Cinq réservoirs de récupération des eaux radioactives drainent l'ensemble des eaux potentiellement radioactives provenant de différents systèmes de la centrale. L'eau de ces réservoirs est analysée (analyses radiologiques et physicochimiques) avant chacun

des rejets, neutralisée si nécessaire, puis acheminée à la conduite d'évacuation de l'EDC.

La radioactivité ainsi mesurée dans ces réservoirs est comptabilisée aux rejets liquides de la centrale, et ce, en fonction des LOD en vigueur. Le débit moyen associé à cet effluent est estimé à $64 \text{ m}^3 \text{ jour}^{-1}$. En 2013, un peu plus de 500 réservoirs de récupération des eaux radioactives ont été vidangés à la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Outre les apports d'eau découlant d'activités réalisées à l'intérieur des bâtiments de la centrale, les eaux de certains puisards de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR), lorsque certaines concentrations sont supérieures aux critères établis, sont acheminées à l'unité de traitement des eaux industrielles par le biais d'un réservoir mobile. Ces volumes d'eau récupérés au moyen de l'unité mobile sont tous gérés en fonction de critères de rejets prédéterminés, analysés et contrôlés au besoin, pour ensuite être vidangés dans un des cinq réservoirs de récupération des eaux radioactives.

2.2.2 Drainage pluvial

Le tableau 2-5 présente la qualité radiologique des échantillons d'eau de surface prélevés dans les puisards pluviaux au cours de l'année 2013. Le site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 est desservi par trois puisards pluviaux principaux drainant chacun une superficie importante des terrains à l'intérieur du périmètre clôturé de la centrale aussi bien que des stationnements de véhicules (carte A-2 de l'annexe A).

Tableau 2-5 : Activité des principaux radionucléides dans les puisards pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Puisards	Dates	Tritium (Bq l ⁻¹)	Bêta-total (Bq l ⁻¹)	Carbone-14 (Bq l ⁻¹)
MCH-1	2013-04-10	1 984 ± 20	0,06 ± 0,02	< 0,2
	2013-10-10	286 ± 5	0,05 ± 0,02	< 0,2
MCH-2	2013-04-10	8 ± 3	0,04 ± 0,01	< 0,2
	2013-10-10	< 4	0,04 ± 0,02	< 0,2
MCH-3	2013-04-10	1 835 ± 19	0,05 ± 0,02	< 0,2
	2013-10-10	260 ± 5	0,05 ± 0,02	< 0,2

Le PSRE compte normalement trois séries d'échantillonnage de l'eau des puisards pluviaux. Au cours de l'année 2013, l'échantillonnage de la saison estivale n'a pu être complété, faute de coordination entre les différents intervenants impliqués. Historiquement, les valeurs de tritium à ce moment de l'année sont faibles, en comparaison des valeurs issues des prélèvements à d'autres saisons.

La revue des deux séries de résultats disponibles en 2013, soit celles du printemps et de l'automne, montre de faibles teneurs de radionucléides. Les concentrations de tritium les plus élevées, mesurées au mois d'avril, sont plutôt attribuables à la fonte des neiges. Les dépôts atmosphériques de surface, accumulés durant l'hiver dans la zone proche, augmentent d'autant plus les teneurs en tritium.

En aucun temps, des concentrations en carbone-14 n'ont été détectées à des valeurs supérieures aux limites de détection (LD) attribuables aux appareils de laboratoire. En ce qui concerne l'activité bêta-total, les valeurs mesurées sont toutes très faibles et stables, peu importe la saison de prélèvement.

3 Bilan des émissions atmosphériques et résultats du suivi des effluents liquides – volet physicochimique

Le chapitre 3 dresse un bilan des principaux contaminants atmosphériques émis par les activités de la centrale de Gentilly-2 et rapporte les résultats du suivi des effluents liquides pour le volet physicochimique.

3.1 Émissions atmosphériques

Les principales sources d'émissions atmosphériques sont la combustion des moteurs et la perte de gaz réfrigérant (halocarbures).

3.1.1 Gaz à effet de serre émis par la combustion des moteurs

Le tableau 3-1 présente la consommation de produits pétroliers de 2011 à 2013. Ces produits pétroliers sont utilisés dans le cadre des activités d'exploitation, d'entretien et de surveillance de la centrale de Gentilly-2. Les données concernant la consommation de produits pétroliers sont obtenues du magasin de la centrale qui gère les entrées et sorties de matériel.

Tableau 3-1 : Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2011-2013

Types de produits pétroliers	Quantité consommée par année (litres)		
	2011	2012	2013
Gaz de pétrole liquéfié (propane) (utilisé par les chariots élévateurs d'Hydro-Québec)	2 552	2 320	572
Essence (utilisé par les véhicules légers d'Hydro-Québec)	21 892	24 452	12 596
Diésel clair (utilisé par les véhicules lourds d'Hydro-Québec)	17 038	24 843	16 307
Diésel coloré (utilisé par les moteurs stationnaires d'Hydro-Québec)	215 287	292 526	122 694
Mazout (chaudière temporaire utilisée lors des arrêts)	184 829	129 757	995 634

Les variations annuelles de consommation d'essence et de diesel par les véhicules s'expliquent généralement par la nature et le nombre des travaux effectués sur le site. La consommation des produits combustibles pour les moteurs stationnaires est nécessaire pour les essais réalisés sur les génératrices d'urgence de l'alimentation électrique ainsi que sur les pompes d'urgence du système d'eau d'incendie et du système d'eau de service recirculée (ESR). Tous ces essais constituent des activités engagées au permis d'exploitation délivré par la CCSN.

À l'exception de la consommation de mazout qui a considérablement augmenté en 2013, la consommation des produits pétroliers a diminué par rapport aux années antérieures. Cette diminution s'explique par le contexte de la fermeture de la centrale. Pour ce qui est de la consommation accrue de mazout, elle est due à l'utilisation soutenue de la chaudière temporaire, nécessaire pour traiter l'eau lourde dégradée lorsque le réacteur est à l'arrêt et ce, en l'absence de soutirage de vapeur au collecteur principal.

Le tableau 3-2 présente les émissions de produits de combustion calculées en fonction du type de moteur et de combustible.

Tableau 3-2 : Émissions totales de produits de combustion à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2011-2013

Contaminants	Émissions atmosphériques (tonnes)		
	2011	2012	2013
NO _x	32,85	36,52	86,67
CO	10,47	11,81	20,64
SO _x	0,10	0,13	0,21
Particules totales	1,54	1,50	5,53
CO ₂	1 188,72	1 276,34	3 110,44
COV	1,88	1,85	6,36
CH ₄	0,02	0,02	0,035
N ₂ O	0,03	0,03	0,044
éq. CO ₂	1 197,78	1 286,39	3 124,94

3.1.2 Gaz réfrigérants

À Gentilly-2, les chlorofluorocarbures (CFC) et les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) sont utilisés pour la réfrigération. Pour chaque intervention sur les systèmes, un registre est tenu afin de comptabiliser les pertes et recharges de gaz dans les systèmes. La comptabilisation des émissions des gaz réfrigérants dans l'environnement se fait en considérant les quantités de gaz ajoutées dans ces équipements. En 2013, aucun CFC n'a été perdu à l'atmosphère, mais la perte de

0,3 kg de HCFC a été recensée. Les seuils de déclaration des règlements fédéral et provincial sur les halocarbures étant tous deux supérieurs à cette quantité, aucune notification n'a été faite aux organismes réglementaires.

3.2 Effluents liquides

Comme décrit à la section 2.2, les principaux effluents liquides du site de Gentilly-2 sont rejetés via :

- la conduite d'évacuation de l'EDC;
- la conduite d'évacuation de l'EBR;
- les étangs aérés pour l'épuration des eaux usées sanitaires; et
- le réseau de drainage pluvial.

Ces quatre réseaux terminent leur course au canal de rejet de la centrale de Gentilly-2. Les sous-sections suivantes présentent le bilan des résultats de la surveillance physicochimique des effluents liquides pour lesquels des normes ou des cibles d'exploitation sont établies. Les différents paramètres et critères de surveillance physicochimique sont documentés dans le PSE de la centrale de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2009) qui a été élaboré initialement par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et Hydro-Québec lors de l'émission du décret 536-2007 du 27 juin 2007. Ce décret concernait la délivrance d'un certificat d'autorisation (CA) pour le projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs de la centrale de Gentilly-2.

3.2.1 Eau de circulation et autres effluents

Dans le contexte de la fermeture de la centrale, le système d'EDC sert principalement à favoriser la circulation d'eau dans le canal de rejet. À la suite d'une demande du MDDEFP, l'EDC n'est plus chlorée. Ce système à passe unique débite maintenant environ $1\,450\,000\text{ m}^3\text{ jour}^{-1}$, ce qui en fait le plus grand consommateur d'eau de la centrale.

D'autres effluents en provenance de différents systèmes se déversent dans la conduite d'évacuation de l'EDC, avant l'arrivée au canal de rejet. Ces effluents proviennent de l'EBA, des fosses de déminéralisation et de prétraitement, du retour des condensats des tours de reconcentration d'eau lourde et des réservoirs de gestion des eaux radioactives. Les prochaines sous-sections décrivent les principaux tributaires de l'EDC en fonction des paramètres physicochimiques présentés dans le PSE de la centrale de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2009).

3.2.1.1 Purge et vidange du système des générateurs de vapeur

Dans le contexte de fermeture de la centrale, les débits de purge étaient nuls en 2013. De plus, les générateurs de vapeur (GV) ont pu être vidangés définitivement les 10, 11, 12 et 13 septembre 2013 (220 m³ au total) conformément à l'autorisation reçue de la CCSN en date du 5 septembre. Lors du rejet, les concentrations d'hydrazine et de morpholine issues des échantillonnages convenus sont demeurées en deçà des LD. Le tableau 3-3 présente les résultats d'analyse de l'eau des GV avant leur vidange définitive.

Tableau 3-3 : Résultats des analyses chimiques réalisées avant la vidange définitive des générateurs de vapeur à la centrale de Gentilly-2 en 2013

Paramètres	Normes	Résultats
Hydrazine (mg l ⁻¹)	0,040	< 0,002
Morpholine (mg l ⁻¹)	48	9,2
Conductivité (mS m ⁻¹)	Aucune	1,0
pH	Aucune	8,4

3.2.1.2 Fosse de déminéralisation et de prétraitement

La production d'eau déminéralisée depuis l'arrêt de la centrale sert aux appoints d'eau des piscines de combustible irradié et d'eau de service recirculée, ainsi qu'aux opérations de la buanderie et des laboratoires. La production d'eau déminéralisée est effectuée en trois étapes. L'eau du fleuve est clarifiée dans un pulsateur, filtrée sur un lit de sable et déminéralisée à l'aide de résines échangeuses d'ions. Le pulsateur qui utilise un flocculant et un aide-coagulant diminue d'environ 90 % les matières en suspension (MES). Les boues produites par le pulsateur représentent environ 75 kg de matières sèches par jour. Les filtres à sable sont utilisés comme unité de polissage et leur fonction est d'amener la turbidité de l'eau à < 1 UTN. Les rejets provenant du lavage à contre-courant des filtres à sable sont collectés dans la fosse de prétraitement et le pH est mesuré et ajusté, si requis, avant chaque vidange. Une fois filtrée sur le sable, l'eau est pompée dans une chaîne de déminéralisation qui contient trois colonnes échangeuses d'ions et dont le but est d'extraire les impuretés ioniques. Les résines anioniques et cationiques sont régénérées respectivement avec des solutions d'hydroxyde de sodium et d'acide sulfurique. Ces solutions et les eaux de rinçage post-régénération sont acheminées dans la fosse de déminéralisation. Le pH est mesuré et ajusté si requis selon les normes du MDDEFP, avant le rejet des eaux dans la conduite de l'EDC à un débit d'environ 215 m³ jour⁻¹.

Les boues des fosses de déminéralisation et de prétraitement sont pompées tous les cinq ans selon le programme d'entretien préventif. Le dernier nettoyage des fosses a eu lieu en 2011. Le tableau 3-4 présente les résultats de la surveillance des fosses de

déminéralisation et de prétraitement ainsi que la sortie du décanteur pour l'année 2013.

Tableau 3-4 : Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop-plein du décanteur de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Origine de l'effluent	Paramètres	Normes	Cibles	Résultats		
				Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
Fosse de déminéralisation	Aluminium extractible (mg l ⁻¹)	Aucune	3,8	35,3	281,0	1,2
	pH	5,5 à 9,5	Aucune	7,54	8,08	6,41
Fosse de prétraitement	Aluminium extractible (mg l ⁻¹)	Aucune	3,8	87,6	136,0	0,3
	pH	5,5 à 9,5	Aucune	7,38	7,75	7,07
Sortie du décanteur	MES (mg l ⁻¹)	30	Aucune	< 3	< 3	< 3

Selon les données du tableau 3-4, aucun dépassement de normes relatives au pH et au MES n'a été mesuré dans les fosses de déminéralisation et de prétraitement ainsi qu'à la sortie du décanteur au cours de l'année 2013.

La concentration moyenne d'aluminium mesurée dans les fosses de déminéralisation et de prétraitement en 2013 a dépassé la cible établie à 3,8 mg l⁻¹. Cette problématique sera résolue par la mise en service de la nouvelle usine d'eau déminéralisée.

3.2.1.3 Réservoir de stockage des eaux radioactives

Le système de gestion des déchets liquides radioactifs reçoit toutes les eaux contaminées radiologiquement des systèmes potentiellement radioactifs de la centrale. Ces eaux sont entreposées dans cinq réservoirs d'une capacité effective de 60 000 litres chacun. Lorsqu'un réservoir est plein, des analyses chimiques et radiologiques sont effectuées afin de déterminer l'acceptabilité du rejet. Si toutes les normes chimiques et radiologiques sont respectées, le contenu du réservoir est pompé dans la conduite d'évacuation de l'EDC. Advenant le dépassement d'un critère, Hydro-Québec s'assure que les eaux destinées au rejet soient d'abord neutralisées conformément au manuel d'exploitation. Des analyses supplémentaires sont par la suite effectuées et la procédure se répète jusqu'à ce que les effluents respectent pleinement les critères avant qu'un rejet ne soit autorisé. Le tableau 3-5 présente les résultats des analyses physicochimiques réalisées aux réservoirs de stockage des eaux radioactives avant neutralisation.

Tableau 3-5 : Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Normes	Résultats		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
HP C ₁₀ -C ₅₀ ^a (mg l ⁻¹)	5	0,3	0,7	0,1
Morpholine (mg l ⁻¹)	48	< 15	< 15	< 15
Hydrazine (mg l ⁻¹)	0,04	< 0,005	0,005	< 0,005
pH	5,5 à 9,5	8,0	11,7	5,6

^a Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀.

3.2.1.4 Effluent final de l'EDC

Dans le PSE, les principaux paramètres physicochimiques suivis à l'effluent de l'EDC sont le pH, l'hydrazine, la morpholine, la toxicité aiguë et la toxicité chronique ainsi que la différence de température entre l'affluent et l'effluent (section 3.2.5). L'échantillon de l'EDC est un composite de 24 heures qui est prélevé mensuellement à l'aide d'un échantillonneur automatique qui est situé dans une station d'échantillonnage localisée à la jonction de la canalisation de l'EDC et du canal de rejet. Le tableau 3-6 présente les résultats des paramètres physicochimiques suivis au cours de l'année 2013.

Tableau 3-6 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Normes	Résultats		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	7,9	8,1	7,5
Hydrazine (mg l ⁻¹)	Aucune	< 0,005	0,007	< 0,005
Morpholine (mg l ⁻¹)	Aucune	< 15	< 15	< 20
Toxicité aiguë (UTa)	< 1	< 1	< 1	< 1
Toxicité chronique (UTc)	< 2,3	< 1	< 2,3	< 1

Les valeurs obtenues par un laboratoire externe accrédité pour le pH varient entre 7,5 et 8,1 ce qui correspond aux variations de pH mesurées dans le fleuve Saint-Laurent pour l'année courante. En ce qui concerne les analyses d'hydrazine, qui sont effectuées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) depuis février 2012, les résultats ne démontrent aucune anomalie. Les valeurs obtenues pour la morpholine sont toutes demeurées sous la LD. Enfin, les essais de toxicité, réalisés par un laboratoire externe accrédité, démontrent que les critères du MDDEFP sont respectés.

3.2.2 Eau brute de refroidissement

L'EBR est un système de refroidissement à passe unique qui pompe l'eau brute du fleuve à un débit moyen d'environ 189 000 m³ jour⁻¹. L'eau brute circule dans quatre échangeurs de chaleur pour permettre le contrôle de la température d'une boucle fermée d'eau déminéralisée, soit le système ESR. Les équipements desservis par l'ESR sont situés dans les bâtiments réacteur, turbine et des services. Les résultats des principaux paramètres physicochimiques de l'EBR sont présentés au tableau 3-7.

Tableau 3-7 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Normes	Résultats		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	7,9	8,1	7,6
Toxicité aiguë (UTa)	< 1	< 1	< 1	< 1
Toxicité chronique (UTc)	< 2,3	4,1	4,1	4,1

Les mesures de pH ayant été obtenues pour l'EBR sont similaires aux mesures de pH de l'EDC et suivent les variations de pH enregistrées dans le fleuve Saint-Laurent. Le résultat de l'essai de toxicité aiguë a respecté la norme applicable tandis que le résultat de l'essai de toxicité chronique montre une toxicité supérieure à la norme applicable. Il importe de noter qu'à l'EBR au mois d'août, des concentrations plus élevées qu'à la normale en chrome (0,056 mg l⁻¹) et en zinc (0,051 mg l⁻¹) ont été mesurées. Pour le même mois, à l'EDC, une concentration plus élevée qu'à la normale en zinc (0,054 mg l⁻¹) a aussi été mesurée. Ces concentrations élevées ne peuvent s'expliquer par des activités du site de Gentilly-2.

3.2.3 Eaux usées sanitaires

Les eaux usées sanitaires de la centrale de Gentilly-2, dont le débit moyen a été de 57,3 m³ jour⁻¹ en 2013, sont collectées par une station de pompage et traitées dans un étang aéré. L'eau transite par deux cellules qui sont aérées par des pompes submersibles et par une troisième cellule non aérée permettant la sédimentation des MES. Les trois cellules sont séparées physiquement par deux membranes semi-perméables et le temps de résidence de l'eau est d'environ 25 jours. Finalement, l'eau est évacuée via un émissaire dans un canal de rejet. Les résultats du suivi environnemental sont illustrés au tableau 3-8.

Tableau 3-8 : Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Normes	Cibles	Résultats		
			Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
DBO ₅ (mg l ⁻¹)	< 30	Aucune	4,0	17,0	< 3,0
Coliformes fécaux (c.f. 10 ml ⁻¹)	< 20 000	Aucune	8 597	36 000	170
HP C ₁₀ -C ₅₀ ^a (mg l ⁻¹)	Absence de film visible à la surface	Aucune	< 0,10	0,14	< 0,10
Oxygène dissous (mg l ⁻¹)	Aucune	> 2	8,4	17,2	1,8
^a Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀ .					

Les résultats d'analyses obtenus pour la demande biochimique en oxygène pour cinq jours (DBO₅) et les HP C₁₀-C₅₀ respectent les normes qui sont respectivement de 30 mg l⁻¹ et d'absence de film visible à la surface lors des inspections mensuelles.

Toutefois, lors de l'échantillonnage de l'effluent du mois de septembre 2013, le dénombrement des coliformes fécaux a donné un résultat de 36 000 c.f. 100 ml⁻¹, résultat excédant la norme de 20 000 c.f. 100 ml⁻¹. Ce dépassement est survenu lors de la réinstallation d'un aérateur. Ce dernier a rapidement été repositionné et un échantillonnage supplémentaire a démontré un retour à la normale (6 100 c.f. 100 ml⁻¹). En 2013, les lentilles aquatiques flottant à la surface de l'eau ont été récupérées au cours de la seconde semaine du mois d'octobre et ce, afin d'éviter que des phosphates soient relargués durant la période hivernale. Par ailleurs, la végétation présente en berges de l'étang aéré n'a pas été maîtrisée en 2013.

Enfin, lors du mois d'août 2013, la concentration d'oxygène dissous dans l'eau de la cellule #3 de l'étang aéré a été inférieure au critère de 2 mg l⁻¹ (1,8 mg l⁻¹) en raison de travaux de maintenance sur les aérateurs. La remise à neuf rapide de deux aérateurs a depuis corrigé la situation.

3.2.4 Eau de surface – drainage pluvial (MCH-1, 2 et 3)

Le système de drainage des eaux pluviales est composé de trois branches qui collectent les eaux de surface et des toits à l'intérieur de la digue, dans trois postes de pompage. Chacun des postes possède deux pompes qui démarrent sur haut niveau et qui évacuent l'eau au fleuve. Des analyses sont effectuées deux fois par année. Les moyennes sont présentées au tableau 3-9.

Tableau 3-9 : Résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Réseau	Moyenne (mg l ⁻¹)					
	Chlorure	Chrome	Plomb	Fer	HP C ₁₀ -C ₅₀ ^a	MES
MCH-1	115	0,01	0,02	13,1	4,0	407
MCH-2	22	0,01	0,007	8,5	< 0,1	< 3
MCH-3	235	0,02	0,01	9,1	< 0,1	80

^a Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀.

Étant donné que le réseau MCH-3 recueille les eaux de ruissellement des voies de circulation les plus utilisées sur lesquelles on appose une quantité plus importante de sels de déglacage, il est normal que les chlorures soient plus élevés dans ce puisard de recueil (235 mg l⁻¹). La valeur moyenne élevée pour les MES du réseau MCH-1 (407 mg l⁻¹) est probablement due au fait que ce réseau draine une portion non asphaltée du site.

3.2.5 Suivi de la variation de température des effluents

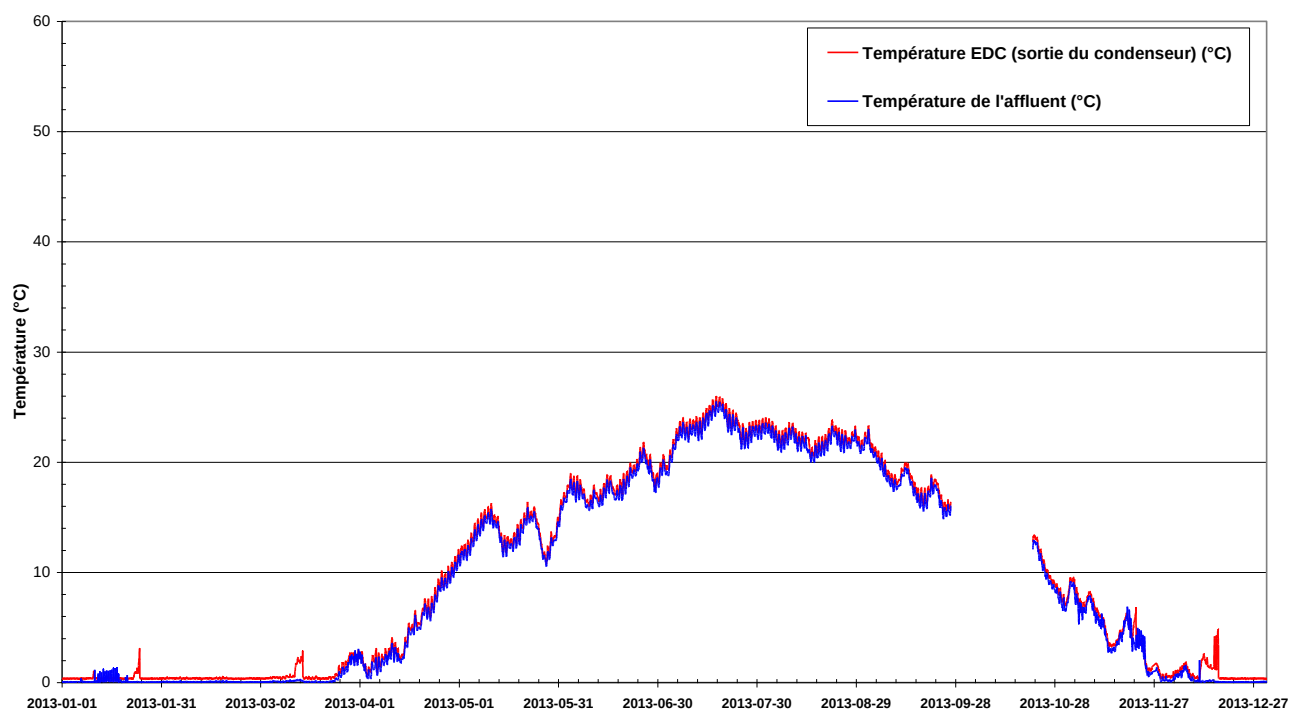
La température de l'eau d'entrée (affluent) est mesurée de façon continue à l'entrée du pulsateur, tandis que les températures de sortie (effluent) de l'EDC et de l'EBR étaient auparavant mesurées dans chacune des deux conduites d'évacuation qui se jettent dans le canal de rejet. La différence de température, exprimée en delta température (ΔT) entre l'entrée et les sorties de l'EBR et de l'EDC, n'a pas été évaluée en 2013 en raison de l'arrêt définitif du réacteur de la centrale à la fin de l'année 2012. Cependant, la température de l'EDC à la sortie du condenseur a été mesurée tout au long de l'année. Les résultats de ces suivis sont présentés au tableau 3-10.

Tableau 3-10 : Mesures de température de l'effluent de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2013

Effluent	Température (° C)	
	Moyenne	Valeur maximale
EDC	9,82	26,0

La figure 3-1 présente l'évolution temporelle des températures mesurées à l'affluent et à l'effluent de l'EDC de la centrale Gentilly-2 pour l'année 2013. Cette évolution est fortement associée aux fluctuations des températures du fleuve selon les saisons. Cette figure témoigne de l'absence de réchauffement des eaux depuis l'arrêt définitif du réacteur de Gentilly-2. Notons que l'absence de données au cours de la fin de septembre et d'une partie du mois d'octobre dans cette figure est liée à une panne des systèmes informatiques ayant occasionné la perte définitive de ces données.

Figure 3-1 : Évolution des températures de l'affluent et de l'effluent de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2013



4 Autres suivis d'engagements

Dans le cadre du PSE (Hydro-Québec, 2009), d'autres engagements doivent faire l'objet de suivis. Cette section en présente les résultats.

4.1 Séparateur eau-huile

Le système de récupération d'huile est situé sous les trois transformateurs, près du poste de transformation. Il est composé d'un bassin de récupération et d'un séparateur d'huile. Des huiles minérales isolantes sont utilisées dans les trois transformateurs. Une fois l'eau passée à travers le séparateur d'huile, elle est acheminée vers le puisard pluvial MCH-1, qui lui se déverse dans le canal de rejet (carte A-2 de l'annexe A).

Le système de récupération d'huile est conçu de façon à pouvoir pomper l'eau huileuse dans des barils et à les transporter au centre de récupération des matières contaminées (CRMC). Ces eaux sont par la suite gérées conformément aux encadrements internes de gestion des matières dangereuses résiduelles et en respect de la réglementation applicable.

Le PSE prévoit une inspection annuelle du réservoir de récupération et du séparateur d'huile pour vérifier l'épaisseur de la couche d'huile et l'épaisseur des dépôts solides. Les mesures effectuées en 2013 sont présentées au tableau 4-1.

Tableau 4-1 : Épaisseurs d'huile, de dépôts solides et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Système 7175	Niveaux mesurés (cm)		
	Huile	Dépôts solides	Eau
Bassin de récupération (TK-40)	1,0	0,0	1 216,0
Séparateur d'huile (SP-50)	0,0	8,0	1 976,0

4.2 Suivi du dépôt à neige

Hydro-Québec a reçu en 2008 un CA pour exploiter un site de dépôt de neiges usées au site de Gentilly. La neige usée est transportée dans le bassin de rétention situé dans le périmètre de la digue de protection contre les inondations (carte A-3 de l'annexe A), au sud de l'IGDRS. Au printemps, l'eau de fonte s'écoule en surface et se draine par le puisard de la vanne guillotine 1520-V1, avant de cheminer vers le fleuve. Afin de respecter les exigences du CA, un suivi des eaux de surface et

souterraines est effectué au printemps lors de la fonte des neiges, de même qu'en juillet et octobre de chaque année.

En 2013, quatre séries de prélèvements ont été effectuées pendant la période de fonte des neiges, entre les 11 et 30 avril inclusivement. Les analyses de juillet et d'octobre ont été réalisées conformément au programme. Les paramètres physicochimiques à analyser selon le CA sont ceux prescrits par la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2014). Les résultats du suivi des paramètres radiologiques mesurés dans les eaux souterraines et de surface sont présentés au chapitre 8 du présent rapport.

4.2.1 Eaux souterraines

En période de fonte des neiges, de même qu'en juillet et octobre de chaque année, les eaux souterraines au pourtour du dépôt à neige sont échantillonnées aux piézomètres suivants (carte A-3 de l'annexe A) :

- P-1 (situé au nord du dépôt à neige);
- P-35, P-37 et P-39 (situés au sud du dépôt à neige).

Pour chaque piézomètre, des analyses sont faites pour les échantillons prélevés à l'horizon C. Le tableau 4-2 présente un sommaire des résultats d'analyses des paramètres physicochimiques pour les eaux souterraines en 2013.

Tableau 4-2 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines (horizon C) au pourtour du dépôt à neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Critères	Résultats	
		Valeur moyenne	Valeur maximale
Chlorures (mg l ⁻¹)	860	7,2	22,0
Cyanure (mg l ⁻¹)	Aucune	< 0,006	0,01
Cadmium (mg l ⁻¹)	0,0021	< 0,0005	< 0,0005
Chrome (mg l ⁻¹)	Aucune	<0,001	0,001
Cuivre (mg l ⁻¹)	0,0073	0,002	0,007
Fer (mg l ⁻¹)	Aucune	4,5	32,9
Plomb (mg l ⁻¹)	0,034	< 0,001	0,001
Zinc (mg l ⁻¹)	0,067	0,008	0,015

Les résultats obtenus en 2013 démontrent que la qualité physicochimique des eaux souterraines au pourtour du dépôt à neige respecte les critères de qualité du MDDEFP.

4.2.2 Eaux de surface

Les eaux de surface sont échantillonnées à la chambre de contrôle de la vanne guillotine située à l'ouest du dépôt à neige (carte A-1 et A-3 de l'annexe A). Le tableau 4-3 présente les résultats d'analyse pour l'année 2013.

Tableau 4-3 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux de surface au pourtour du dépôt à neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Critères	Résultats	
		Valeur moyenne	Valeur maximale
HP C ₁₀ -C ₅₀ ^a (mg l ⁻¹)	3,5	1,4	5,7
MES (mg l ⁻¹)	30	39,0	101,0
Chlorures (mg l ⁻¹)	860	39,8	62,0
^a Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀ .			

Les résultats des analyses physicochimiques réalisés pour les eaux de surface du dépôt à neige présentent quelques valeurs dépassant les critères de qualité de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2014). Ces quelques dépassements ont trait aux MES de même qu'aux hydrocarbures pétroliers (HP C₁₀-C₅₀). Les dépassements pour les MES sont possiblement occasionnés par la faible hauteur d'eau lors de la prise d'échantillon, faisant en sorte que la bouteille d'échantillonnage utilisée doive toucher le fond, occasionnant une remise en suspension des sédiments s'y trouvant. Aussi, il est plausible que de faibles teneurs en hydrocarbures y soient mesurées, étant donné que la neige ramassée dans les stationnements automobiles est également transportée au dépôt.

4.3 Suivi des eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets radioactifs

La qualité physicochimique des eaux de la nappe phréatique est surveillée à proximité de l'ASDR. Les résultats de ce suivi sont présentés au tableau 4-4. Tout comme pour le dépôt à neige, les résultats de la surveillance radiologique des eaux souterraines aux aires de stockage sont présentés au chapitre 8 du présent rapport.

Au total, sept piézomètres sont échantillonnés : P-5, P-7, P-22, P-31, P-36, P-X et P-Y (carte A-3 de l'annexe A). Ces piézomètres couvrent les eaux souterraines des secteurs suivants, à l'intérieur de la digue :

- nord de l'ancienne usine de traitement des eaux (UTE) (P-5);
- fossé à l'ouest des aires de stockage des déchets (P-7);
- périphérie de l'ASDR (P-22, P-31 et P-36);
- périphérie de l'IGDRS (P-X et P-Y).

Tableau 4-4 : Résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines autour de l'ASDR à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Paramètres	Critères	Moyennes		
		Horizon A	Horizon B	Horizon C
pH	5,5 à 9,5	8,5	8,1	7,8
Alcalinité (mg CaCO ₃ l ⁻¹)	Aucun	565	463	252
Chlorures (mg l ⁻¹)	860	2 236	40	14
Conductivité (µS cm ⁻¹)	Aucun	5 853	1 275	725
Nitrates (mg N l ⁻¹)	200	0,11	0,07	0,6
Nitrites (mg N l ⁻¹)	0,2	0,07	0,07	0,06
Phosphore (mg P l ⁻¹)	3,0	< 0,2	0,9	< 0,2
Sulfates (mg l ⁻¹)	Aucun	205	176	90
COT (mg l ⁻¹)	Aucun	43,3	39,0	3,0
Aluminium (mg l ⁻¹)	0,75	0,08	0,06	0,02
Baryum (mg l ⁻¹)	5,3	8,5	0,4	0,1
Bore (mg l ⁻¹)	Aucun	0,96	0,85	0,13
Calcium (mg l ⁻¹)	Aucun	27,2	55,8	94,0
Cadmium (mg l ⁻¹)	0,0021	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cobalt (mg l ⁻¹)	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chrome (mg l ⁻¹)	Aucun	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cuivre (mg l ⁻¹)	0,0073	0,010	0,003	0,011
Potassium (mg l ⁻¹)	Aucun	10,1	13,1	9,6
Magnésium (mg l ⁻¹)	Aucun	31,4	17,9	17,2
Manganèse (mg l ⁻¹)	Aucun	0,02	0,23	0,87
Sodium (mg l ⁻¹)	Aucun	303	226	37,6
Nickel (mg l ⁻¹)	0,260	< 0,001	0,002	0,011
Plomb (mg l ⁻¹)	0,034	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Titane (mg l ⁻¹)	Aucun	0,003	< 0,001	< 0,001
Zinc (mg l ⁻¹)	0,067	0,014	0,014	0,010
HP C ₁₀ -C ₅₀ ^a (mg l ⁻¹)	3,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1

^a Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀.

L'échantillonnage se fait de façon semestrielle, soit au printemps et à l'automne. Les échantillons sont conservés conformément à la plus récente édition du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – cahier 3, échantillonnage des eaux souterraines* (MDDEP, 2011). Les critères proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*

(MDDEFP, 2014). Les échantillons d'eaux des piézomètres (P-5, P-7, P-22, P-31, P-36, P-X et P-Y) aux horizons A, B et C témoignent de la qualité physicochimique des eaux souterraines de l'IGDRS et de l'ASDR. Les résultats des suivis antérieurs ont permis de documenter les habituelles teneurs élevées en chlorures, baryum et cuivre. Cette situation est particulièrement occasionnée par les échantillons tirés du piézomètre P-22, où toutes les concentrations maximales en 2013 ont été mesurées. Ces valeurs maximales unitaires sont, respectivement pour les chlorures, le baryum et le cuivre, de 8 500 mg l⁻¹, 58,1 mg l⁻¹ et de 0,022 mg l⁻¹. Les eaux souterraines soutirées de l'horizon C excèdent aussi légèrement le critère énoncé pour le cuivre dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2014).

Le PSE prévoit également la prise de mesures des niveaux piézométriques deux fois par année aux crépines des horizons A, B et C (tableau 4-5).

Tableau 4-5 : Mesures des niveaux piézométriques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Date de la prise de mesures	Moyennes (m)		
	Horizon A	Horizon B	Horizon C
2013-10-02	4,47	3,42	3,21
Variation moyenne (2012)	0,52	0,23	0,20

Au cours de l'année 2013, une seule série de relevés piézométriques a pu être réalisée, soit celle de l'automne 2013 (octobre). Pour cette raison, les valeurs de variation entre basse et haute piézométries sont basées sur les valeurs mesurées en 2012 afin de tout de même permettre l'appréciation des variations de niveaux des eaux souterraines sur le site. À elles seules, les données de profondeur ne peuvent fournir une information complète puisque relatives, la mesure du niveau étant faite à partir du rebord de chacun des couvercles de piézomètre. La variation moyenne entre basse et haute piézométries offre cependant une appréciation du marnage piézométrique des trois horizons.

4.4 Matières dangereuses utilisées au travail

Le tableau 4-6 présente un sommaire de la consommation de produits chimiques dans le cadre des activités de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2013.

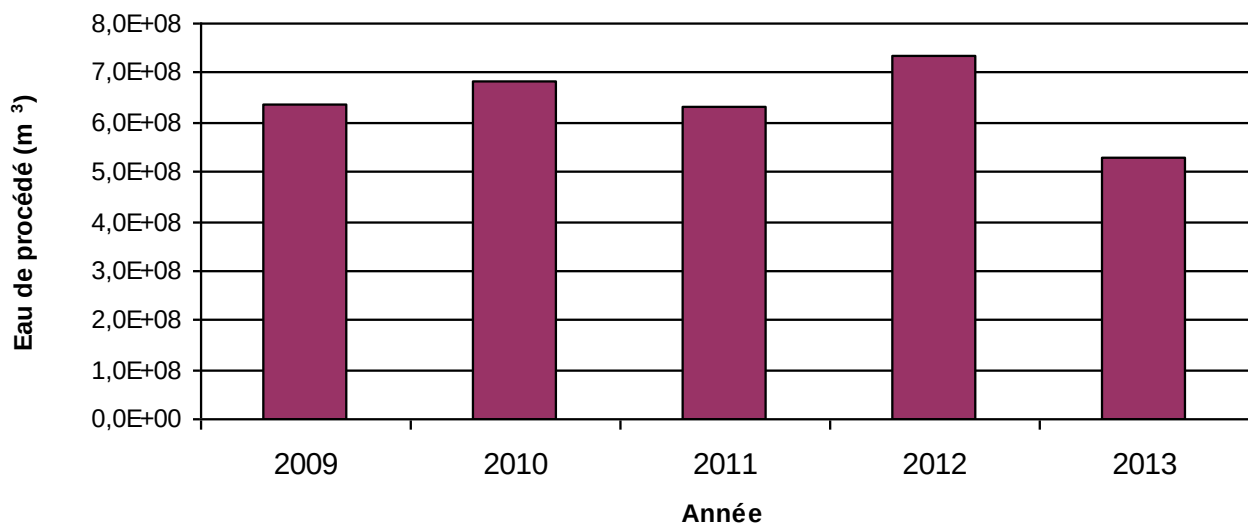
Tableau 4-6 : Consommation de produits chimiques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Substance	État	Concentration (%)	Unité	Consommation
Acides et bases				
Acide sulfurique	Liquide	96	kg	15 000
Alun	Liquide	50	kg	36 000
Morpholine	Liquide	80	l	410
Hydroxyde de sodium	Liquide	50	kg	30 000
Bicarbonate de sodium	Solide	s. o.	kg	3 946
Matières oxydantes				
Peroxyde	Liquide	35	kg	0
Chlore	Liquide	100	kg	0
Matière réductrice				
Hydrazine	Liquide	35	l	205
Gaz				
Azote	Gazeux	100	m ³	700
Hélium	Gazeux	100	m ³	2 833
Hydrogène	Gazeux	100	m ³	0
Dioxyde de carbone	Gazeux	100	kg	7 514
Produits pétroliers				
Huiles	Liquide	s. o.	l	5 532
Autre				
Résines ioniques	Solide	s. o.	m ³	11
s. o. : Sans objet.				

5 Consommation d'eau

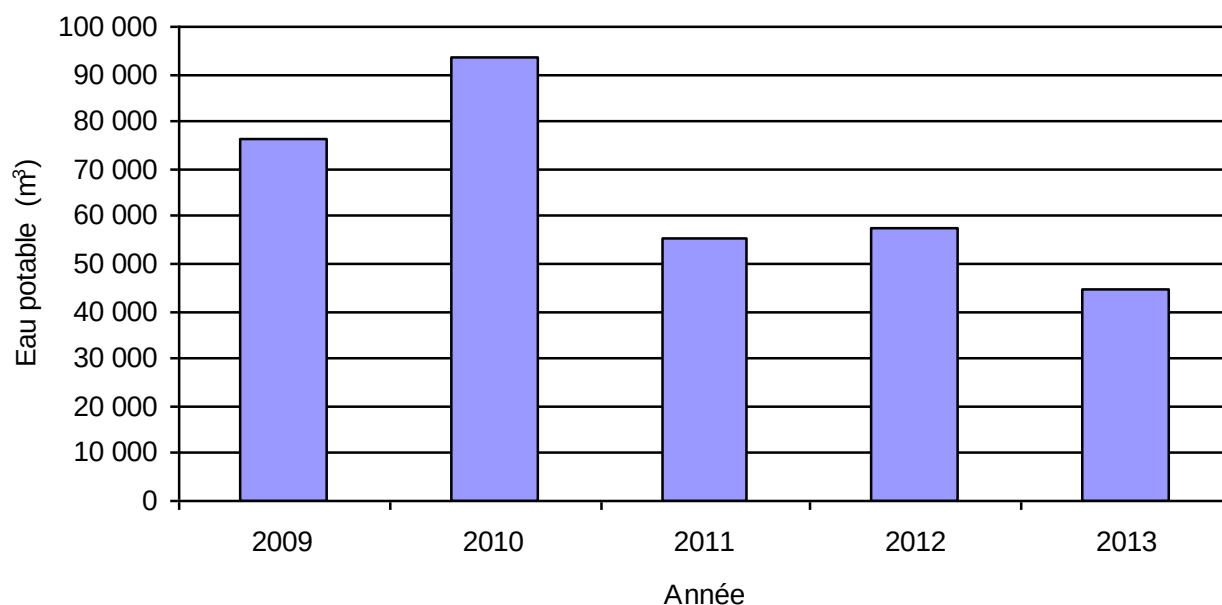
La consommation d'eau de procédé en 2013 (figure 5-1) a été inférieure d'environ 15 à 25 % par rapport aux années antérieures puisque le réacteur a définitivement cessé sa production à la fin de l'année 2012. L'essentiel de la consommation d'eau de procédé en 2013 provient du maintien en fonction toute l'année d'une pompe du système d'EDC afin notamment de conserver la capacité de dispersion des grands volumes d'eau du procédé vidangés. Aussi, des systèmes de refroidissement sont demeurés en fonction et certains le demeureront tant que du combustible irradié sera entreposé en piscine.

Figure 5-1 : Consommation d'eau de procédé à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



La consommation d'eau potable en 2013 a été inférieure d'environ 22 % par rapport à celle de l'année 2012 (figure 5-2). La baisse de consommation est principalement due à la décroissance du personnel, compte tenu du déclassement de la centrale.

Figure 5-2 : Consommation d'eau potable à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013

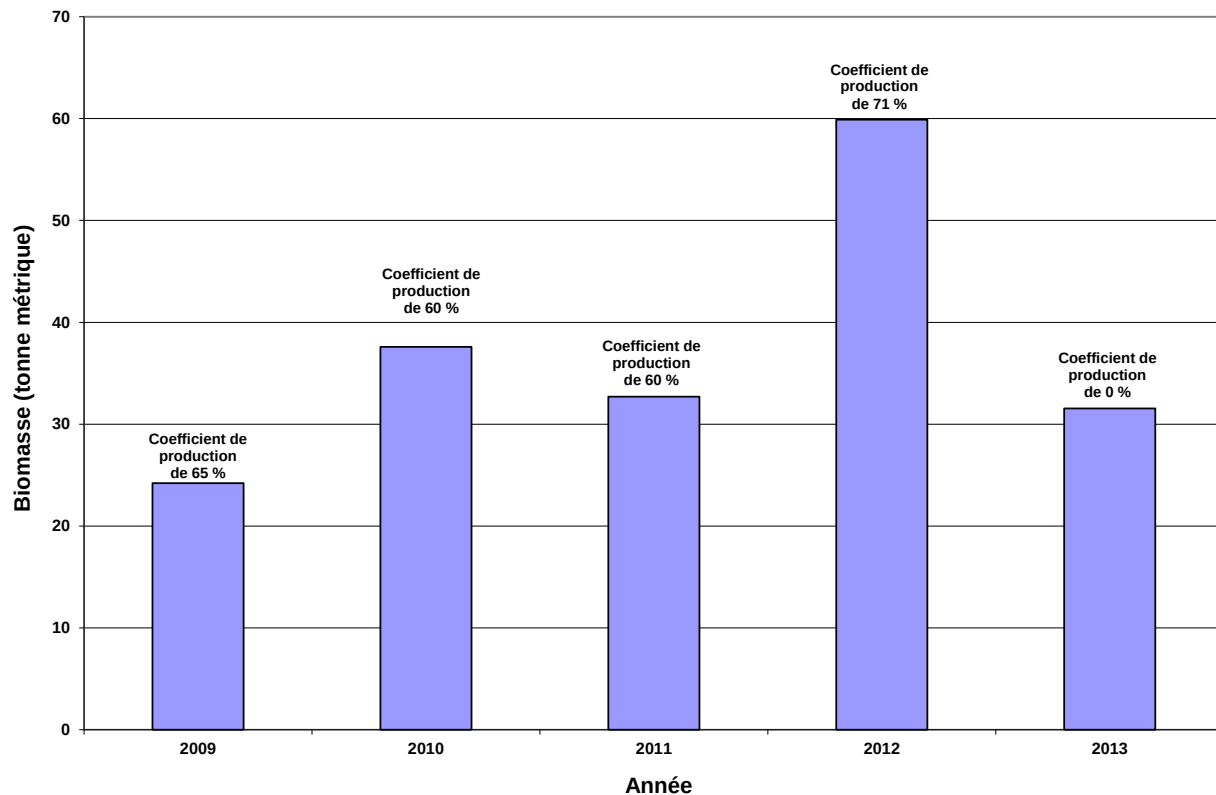


6 Matières dangereuses et résiduelles

6.1 Biomasse à la prise d'eau

Les différents équipements de la station de pompage captent une certaine quantité de biomasse (bois, végétaux, algues, poissons, débris, etc.). La prise de biomasse à la station de pompage varie au cours de l'année, en fonction des saisons. Au printemps, la quantité de végétaux à la dérive dans le fleuve est toujours plus élevée qu'à d'autres moments au cours de l'année. La biomasse captée annuellement depuis 2009 est illustrée à la figure 6-1. Considérant que la centrale était à l'arrêt en 2013, il est normal d'observer une diminution de la biomasse prélevée à la station de pompage, le nombre de pompes en marche étant également diminué. Un total de 31,55 tonnes de biomasse a été capté en 2013 à la station de pompage. De cette masse, la quantité de poissons captés est estimée à 2 %, ce qui équivaut à environ 0,63 tonne de poissons pour l'année 2013. Cette biomasse ainsi récupérée est acheminée vers un site autorisé.

Figure 6-1 : Biomasse captée à la station de pompage de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



6.2 Matières dangereuses résiduelles

En 2013, près de 24 096 kg et 18 073 litres de matières dangereuses résiduelles (MDR) non contaminées radiologiquement ont été produites dans le cadre des activités de déclasserement de la centrale de Gentilly-2 (tableau 6-1). Toutes les MDR ont été transférées au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

Tableau 6-1 : Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Matières dangereuses résiduelles	Quantités expédiées au CRMD de Saint-Hyacinthe
Acides (kg)	77
Accumulateurs (kg)	2 082
Ballasts et petits appareils électroniques (kg)	405
Barils vides contaminés	3
Contenants vides (aérosols) (kg)	68
Contenants vides (non aérosols) (kg)	114
Eau contaminée (l)	1 701
Eau huileuse (l)	790
Filtres usés (kg)	142
Gaz comprimés (kg)	32
Gaz toxiques (kg)	5
Glycol (antigel) (kg)	1 419
Graisses usées (kg)	239
Huiles usées (l)	17 633
Lampes à vapeur de mercure (kg)	330
Liquides corrosifs (kg)	861
Liquides inflammables (kg)	1 302
Liquides toxiques (kg)	3 076
Matériaux absorbants ou poreux (kg)	890
Piles sèches (kg)	369
Solides toxiques (résines périmées et autres) (kg)	4 253
Solides dangereux contaminés par un liquide toxique (kg)	725
Solvants usés non chlorés (kg)	2 964
Tubes fluorescents, lampes et ballasts (kg)	2 632

6.3 Matières résiduelles et déchets biomédicaux

En 2013, un peu plus de 326 tonnes de matières résiduelles (MR) ont été produites. De cette quantité, 78 tonnes ont été récupérées ou recyclées alors que 248 tonnes ont été éliminées, soit principalement des matériaux de construction (tableau 6-2). Enfin, 6,1 kg de déchets biomédicaux non anatomiques ont été générés dans le cadre des activités du service de santé et d'infirmierie de la centrale de Gentilly-2. Ces déchets ont été expédiés à un site autorisé.

Tableau 6-2 : Quantité de matières résiduelles recyclées ou disposées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Matières résiduelles	Recyclage (tonnes)	Disposition (tonnes)
Papier, carton, plastique, verre et métal	34,3	s.o.
Métaux	42,6	s.o.
Cartouche d'encre	1,1	s.o.
Déchets domestiques	s.o.	36,5
Biomasse de la station de pompage	s.o.	31,6
Matériaux de construction	s.o.	180,0
Bois	s.o.	0,0
s.o. : Sans objet.		

7 Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement

En 2013, neuf déversements accidentels atteignant l'environnement sont survenus sur le site de la centrale de Gentilly-2, comparativement à 21 en 2012. Le ralentissement des activités et la diminution importante du nombre d'employés expliquent cette réduction du nombre d'événements en comparaison aux années précédentes. La figure 7-1 présente les causes des déversements survenus en 2013 alors que le tableau 7-1 fait état de la nature et de la quantité des produits déversés.

Figure 7-1 : Causes des déversements accidentels dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

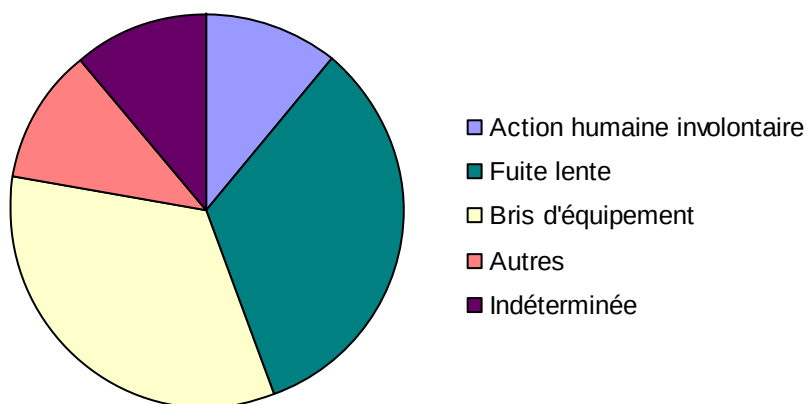


Tableau 7-1 : Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Produits	Unités	Quantités
Liquides		
Eau de chauffage chimiquement conditionnée	l	200
Antigel	l	4,0
Diésel	l	3,0
Huile hydraulique	l	1,5
Acide	l	0,3
Gazeux		
Réfrigérant (R22)	kg	0,3

8 Surveillance radiologique du milieu environnant

La surveillance radiologique du milieu environnant la centrale nucléaire de Gentilly-2 est assurée par l'application du PSRE (Hydro-Québec, 2011a). Les nouvelles modalités de ce programme sont appliquées depuis le tout début de l'année 2012. Approuvé par la CCSN, ce programme encadre notamment les analyses réalisées pour plusieurs matrices environnementales, dont l'air, l'eau, les sols, les sédiments, les plantes, les poissons de même que certains produits comestibles. Le chapitre 8 présente les résultats radiologiques obtenus pour ces différentes matrices.

La localisation des différents ouvrages de mesure et points d'échantillonnage pour la surveillance radiologique est présentée aux cartes A-1 et A-3 à A-9 de l'annexe A. Une station de contrôle radiologique (SCR) située aux limites de la ville de Drummondville, à près de 70 km au sud-ouest de la centrale nucléaire de Gentilly-2, fait office de station de référence (carte A-4 de l'annexe A). Les mesures obtenues à cette station ne sont pas réputées être affectées par l'exploitation de la centrale et, par conséquent, cette station fournit des indications associées au bruit de fond dans l'environnement. Des comparaisons entre les mesures obtenues à cette station et celles issues des autres points d'échantillonnage potentiellement influencées par l'exploitation des installations nucléaires sont souvent menées pour mettre en lumière les apports pouvant être liés au site de Gentilly.

8.1 Radionucléides retrouvés dans l'environnement

À des niveaux d'activités plutôt variables, mais aussi sous différentes formes, la radioactivité est omniprésente dans l'environnement. Chaque citoyen est ainsi naturellement exposé à la radioactivité. Les principales sources de rayonnement naturel sont d'origine cosmique, émanant du soleil et de l'espace, ainsi que celles provenant des radionucléides présents dans la croûte terrestre. En haute atmosphère, des radionucléides sont produits à la suite d'interactions entre les rayons cosmiques et les atomes présents dans l'atmosphère. C'est notamment le cas du carbone-14, du tritium et du béryllium-7. Sur terre, les radioisotopes les plus fréquents dans les roches sont l'uranium-238, le thorium-232 et le potassium-40, ce dernier étant probablement le plus connu de tous puisqu'il se retrouve dans de nombreux légumes et fruits (CCSN, 2014a).

Par ailleurs, des essais atomiques réalisés dans l'atmosphère jusqu'à la fin des années 1980 expliquent la présence de plusieurs radionucléides. Il s'agit de radioactivité d'origine anthropique. Bien entendu, l'accident nucléaire de Tchernobyl, en 1986, est également à l'origine de la dispersion de plusieurs radionucléides sur le sol canadien, tel que du césium-137 que l'on retrouve encore dans notre milieu (CCSN, 2014a).

Plus récemment, l'événement survenu à Fukushima Daiichi au Japon, en 2011, a également été la source d'une dispersion de radioactivité dans l'environnement.

8.2 Surveillance atmosphérique

Les sous-sections suivantes présentent les résultats des mesures de la surveillance atmosphérique locale et régionale ayant trait à l'ambiance d'irradiation gamma et la présence de tritium, de carbone-14 et d'aérosols.

8.2.1 Ambiance gamma

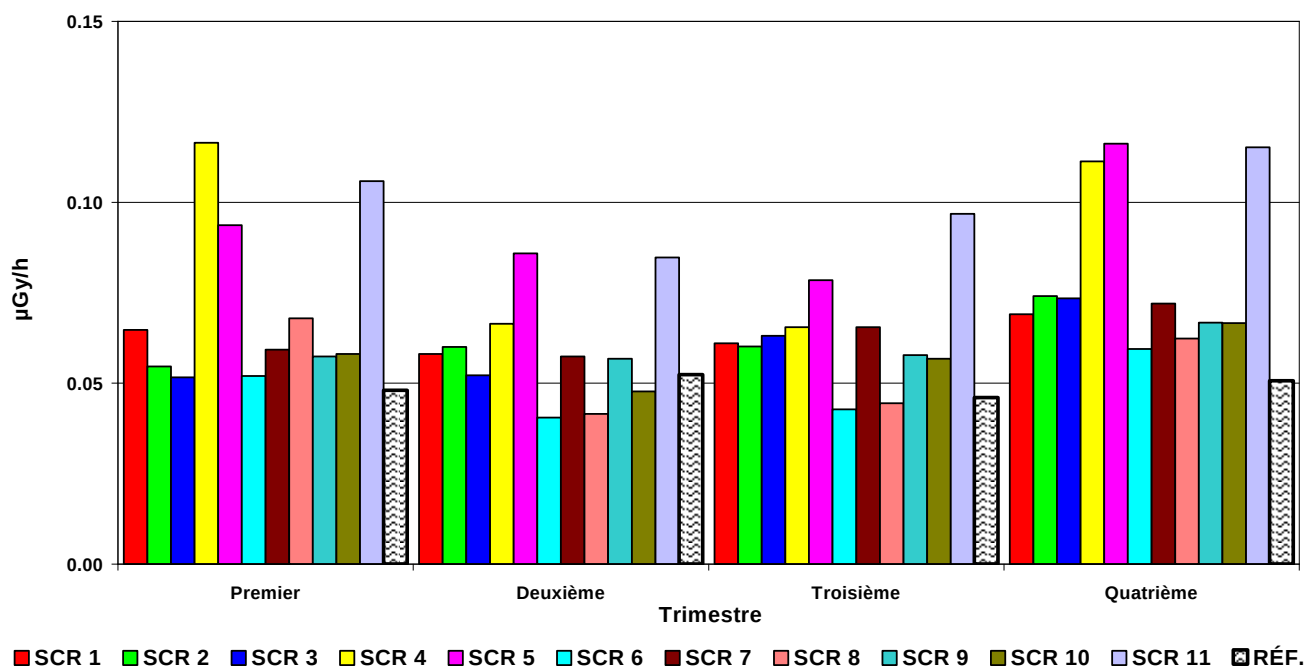
L'ambiance gamma est mesurée par l'entremise de dosimètres thermoluminescents (DTL) qui sont installés entre 1 m et 1,5 m du sol à chacun des points de mesure. Ils sont intégrés dans les SCR ou encore fixés à des endroits stratégiques, tels qu'aux clôtures des différentes installations.

La figure 8-1 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma des 11 SCR localisées en zone rapprochée pour l'année 2013 (cartes A-1 et A-8 de l'annexe A). Les valeurs annuelles de dose gamma enregistrées aux mêmes installations au cours des cinq dernières années sont, quant à elles, présentées à la figure 8-2. Concernant les valeurs de la station de référence, elles sont présentées à ces deux figures.

À la figure 8-1, les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées en 2013 aux 11 SCR varient entre 0,040 et 0,116 $\mu\text{Gy h}^{-1}$. Les maxima de débit de dose ont été observés aux stations SCR-4 et SCR-11. La station SCR-4 est située dans le Parc portuaire de Bécancour et montre, comme la station SCR-5 qui y est aussi située, une augmentation au premier et au quatrième trimestre de 2013. Ces variations de débit de dose ne sont pas nécessairement attribuables aux activités d'exploitation des installations de Gentilly-2 puisque les points de mesures situés sur le site de la centrale nucléaire n'ont pas montré de variation notable. Historiquement, ces SCR ont été influencées par du matériel en transit au port de Bécancour de même que par des mesures de gammagraphie industrielle dans les usines à proximité.

Sur le site de Gentilly, la station SCR-11 présente le débit de dose maximal à 0,115 $\mu\text{Gy h}^{-1}$. Cette station de mesure du débit de dose est influencée par les transferts de combustible irradié et par le déplacement des déchets radioactifs d'Énergie atomique du Canada Ltée. qui sont entreposés dans les installations de Gentilly-1. En 2013, des transferts de combustible irradié de Gentilly-2 vers l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) ont été réalisés aux deuxième, troisième et quatrième trimestres (respectivement 1 260, 2 100 et 1 440 grappes de combustible irradié).

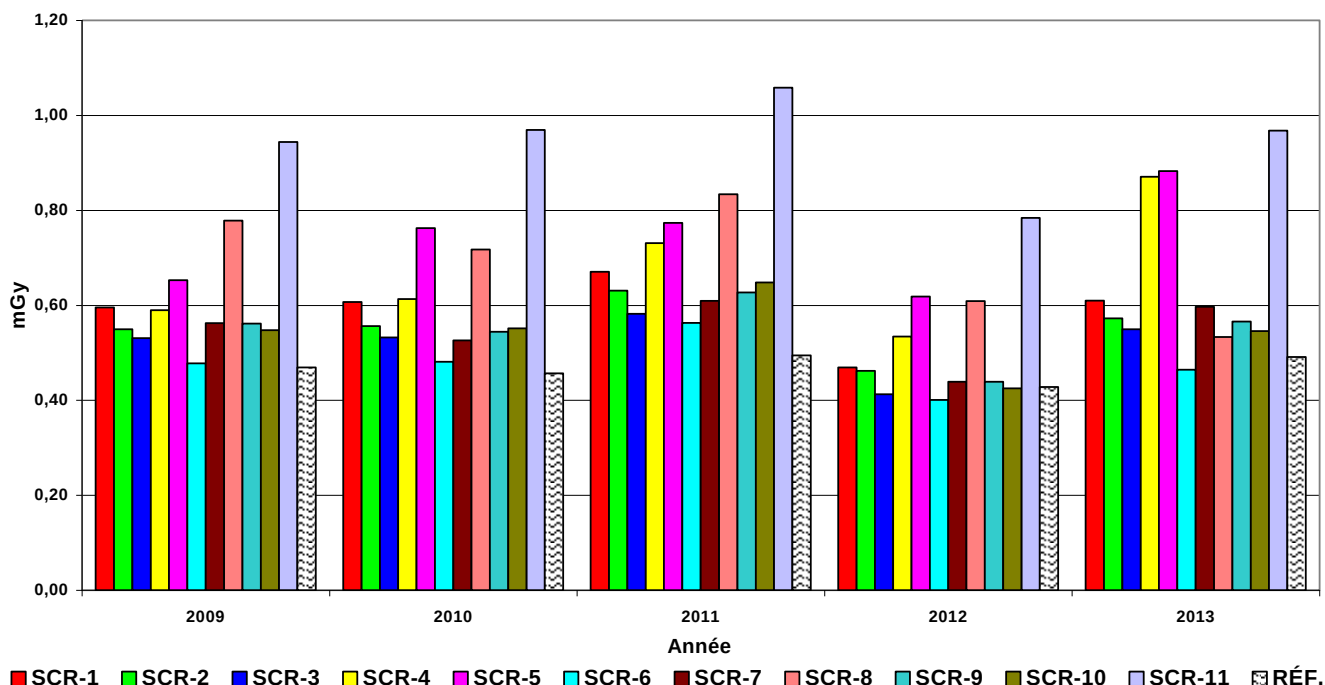
Figure 8-1 : Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2013



La station SCR-11 est d'ailleurs l'endroit où le rayonnement est le plus élevé pour chacun des quatre trimestres de l'année 2013, et par conséquent pour la dose annuelle gamma (figure 8-2). Des résultats similaires ont été historiquement observés et s'expliquent par la grande proximité entre ce point de mesure et l'ASSCI. Il importe de noter que les données de débit de dose de décembre 2012 ont été incluses dans la moyenne du premier trimestre 2013.

À la figure 8-2, la comparaison entre la valeur annuelle de dose gamma de l'année 2013 et celles des années précédentes illustre une augmentation généralisée des débits de dose de l'ordre de 25 à 30 %, ceux-ci retrouvant ainsi les niveaux des années antérieures.

Figure 8-2 : Dose annuelle gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2009-2013



Les figures 8-3 à 8-8 présentent les valeurs d'ambiance gamma mesurées exclusivement aux clôtures des installations de stockage de déchets radioactifs solides (ASDR et IGDRS) et de combustible irradié (ASSCI), toutes localisées sur le site de Gentilly-2. Une bande pointillée bleue a été ajoutée à chacune de ces figures afin d'indiquer la valeur de référence de la station de mesure située à Drummondville.

La figure 8-3 présente les huit valeurs d'ambiance gamma mesurées à l'ASDR (carte A-6 de l'annexe A). Elles sont légèrement à la hausse aux deuxième et troisième trimestres, bien qu'il n'y ait eu aucun transfert ou manipulation de déchets radioactifs. Les variations de débits de dose sont attribuées aux variations analytiques associées aux DTL et à leur historique d'utilisation. Les doses annuelles gamma de la figure 8-4 montrent une augmentation moyenne de 16 % par rapport à celles de 2012, tout en respectant le patron des maxima et minima des années antérieures. Les valeurs sont très en deçà de la limite de conception de $2,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

Figure 8-3 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

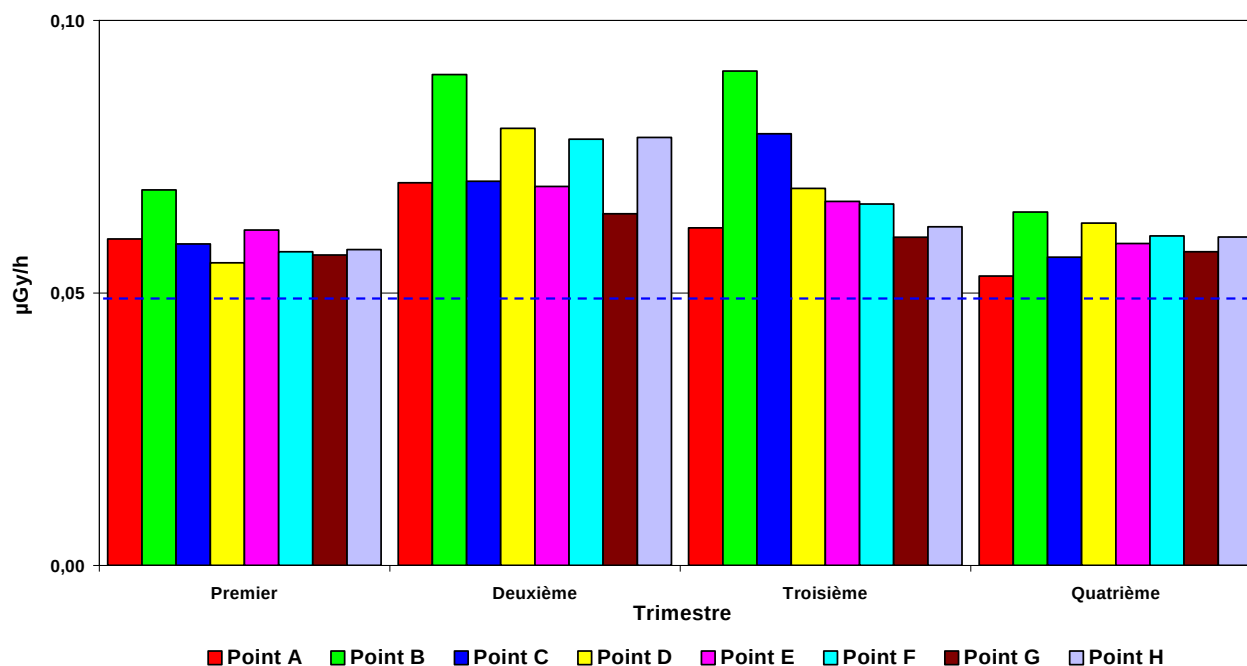
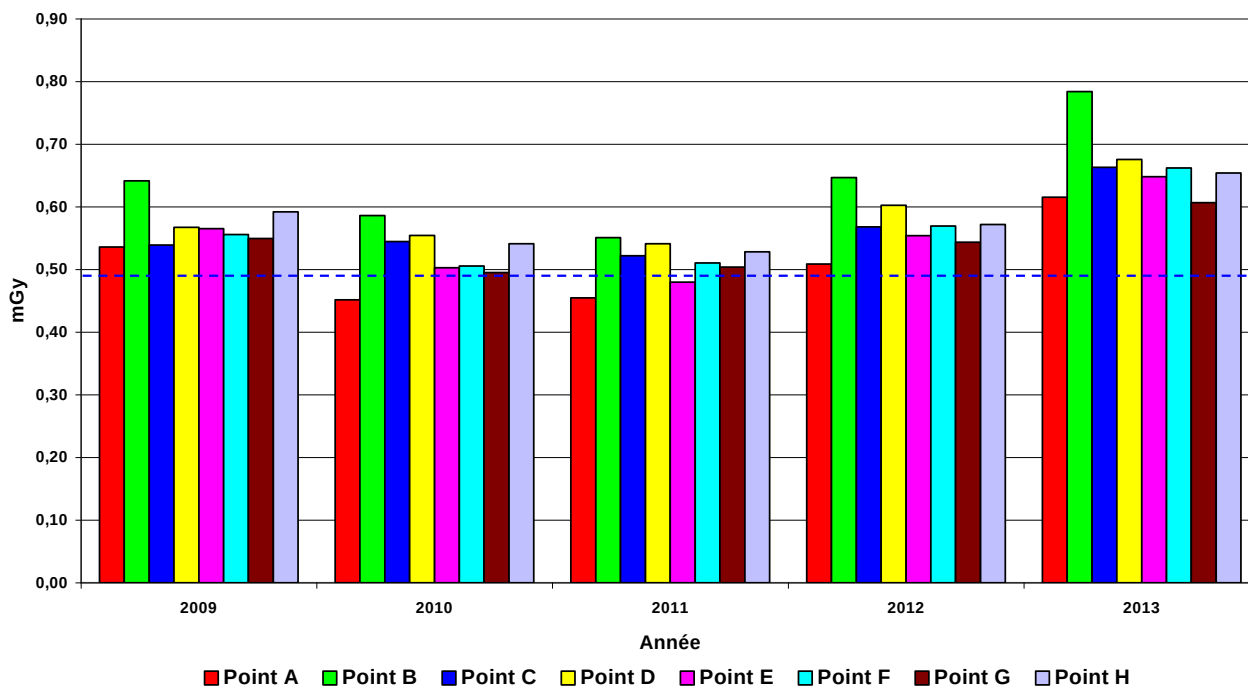
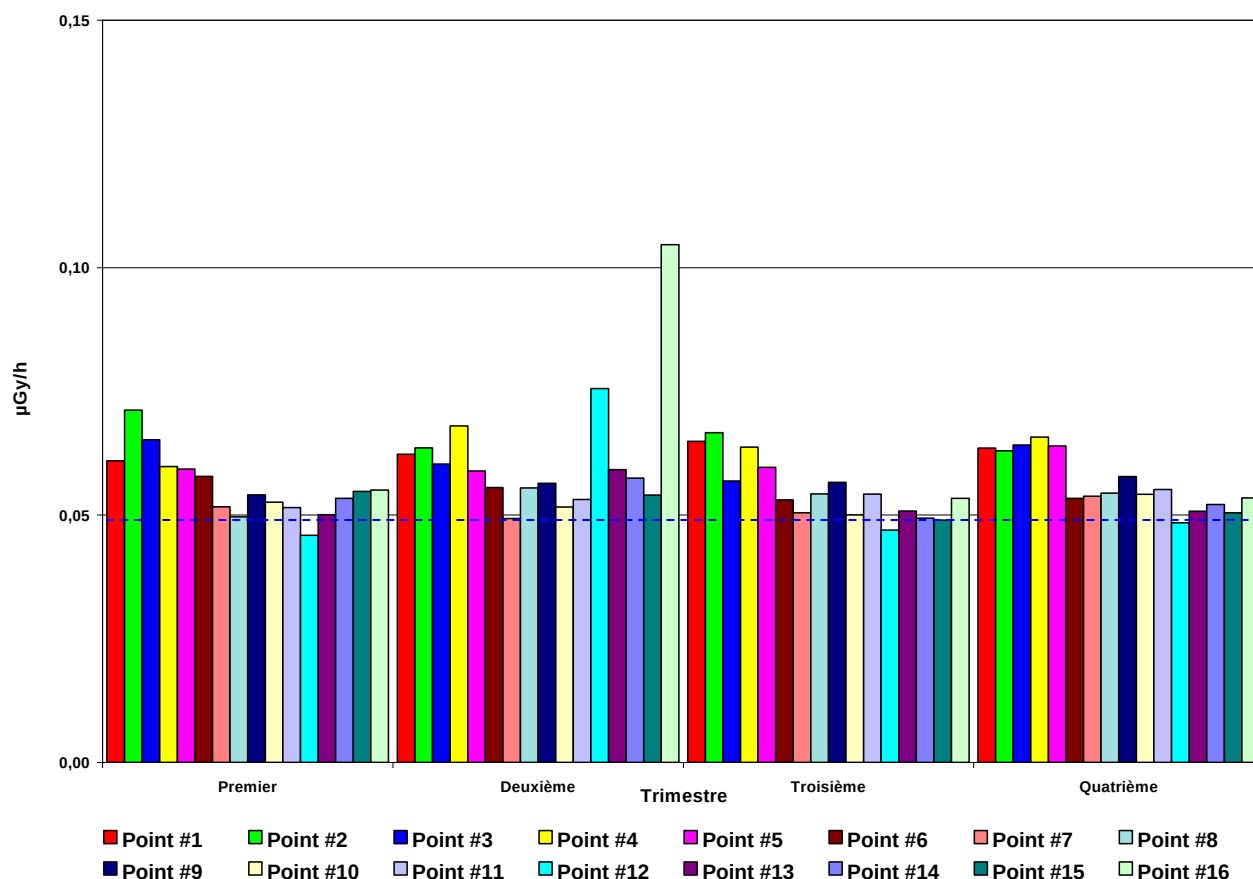


Figure 8-4 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



La figure 8-5 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma liées aux 16 points de mesure à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2013 (carte A-7 de l'annexe A).

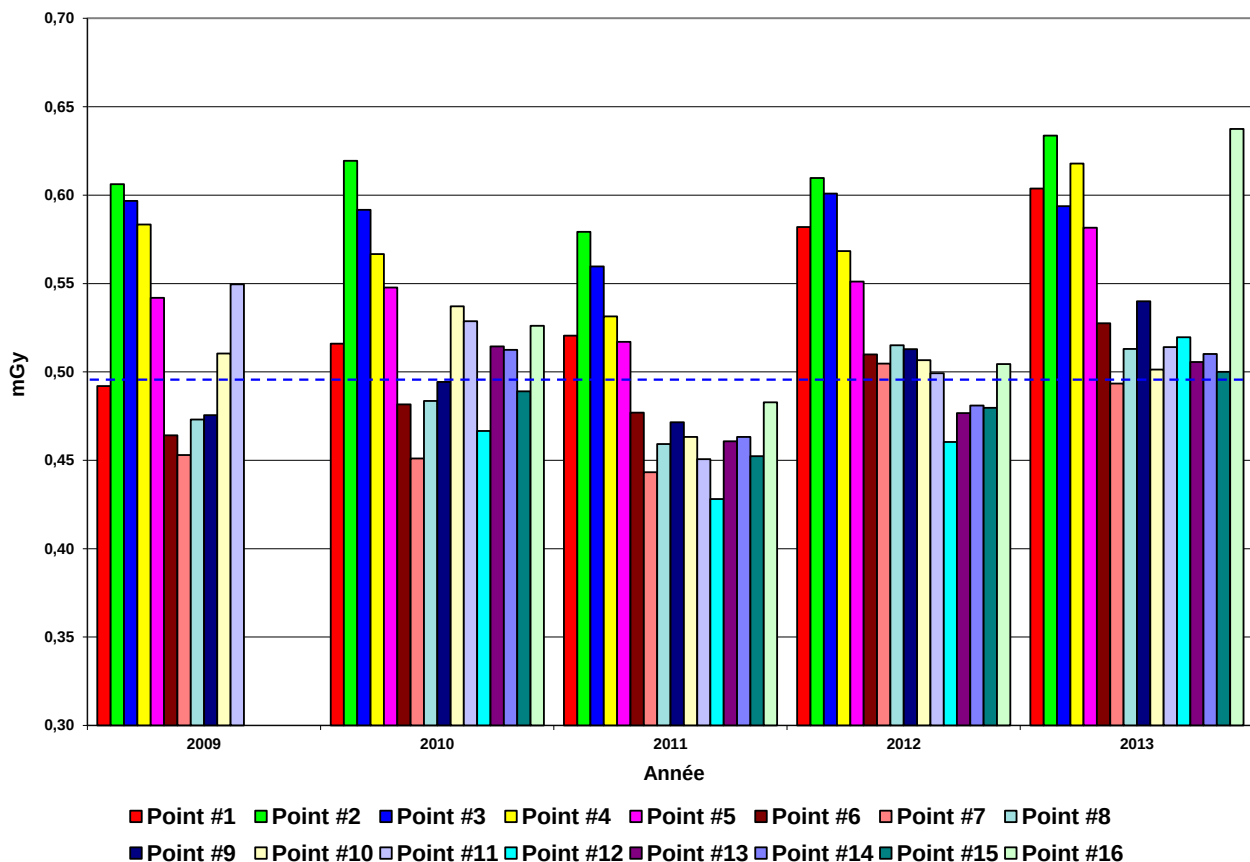
Figure 8-5 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



En excluant la valeur du débit de dose au point #16 de l'IGDRS lors du deuxième trimestre, les DTL ne démontrent pas d'anomalies de signal. En effet, les valeurs présentent très peu de variations au cours de l'année et se situent entre $0,046 \mu\text{Gy h}^{-1}$ au point #12 (premier trimestre) et $0,076 \mu\text{Gy h}^{-1}$ au même point lors du deuxième trimestre. Les valeurs sont ainsi très similaires à la valeur moyenne mesurée à la station de référence (valeur indiquée par le trait pointillé bleu). Les valeurs les plus élevées sont celles des points de mesure #1 à #5, localisés sur les clôtures nord et nord-ouest du périmètre. Ces valeurs sont semblables à celles mesurées en 2012 et relativement constantes à chacun des trimestres de l'année. Les valeurs les plus élevées mesurées aux points #1 à #5 de l'IGDRS au cours des deuxième, troisième et quatrième trimestres de 2013 pourraient être en partie reliées aux activités de transfert de déchets radioactifs réalisées. Ces valeurs sont très en deçà de la limite de conception de $2,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

En ce qui concerne l'évolution à plus long terme des doses annuelles gamma mesurées à la clôture de l'IGDRS, illustrées à la figure 8-6, la tendance des années antérieures semble également se maintenir. La dose de rayonnements gamma enregistrée pour l'année 2013 a légèrement augmenté par rapport à l'année précédente. Mis à part les points de mesure #1 à #5 de l'IGDRS et l'anomalie du point #16, les valeurs de dose annuelle gamma ne se démarquent pas significativement de celle de la station de référence (toujours identifiée par la ligne pointillée bleue). On peut cependant remarquer une hausse annuelle au point #9 qui se trouve dans l'axe de circulation des transferts de résines usées vers les ESRU.

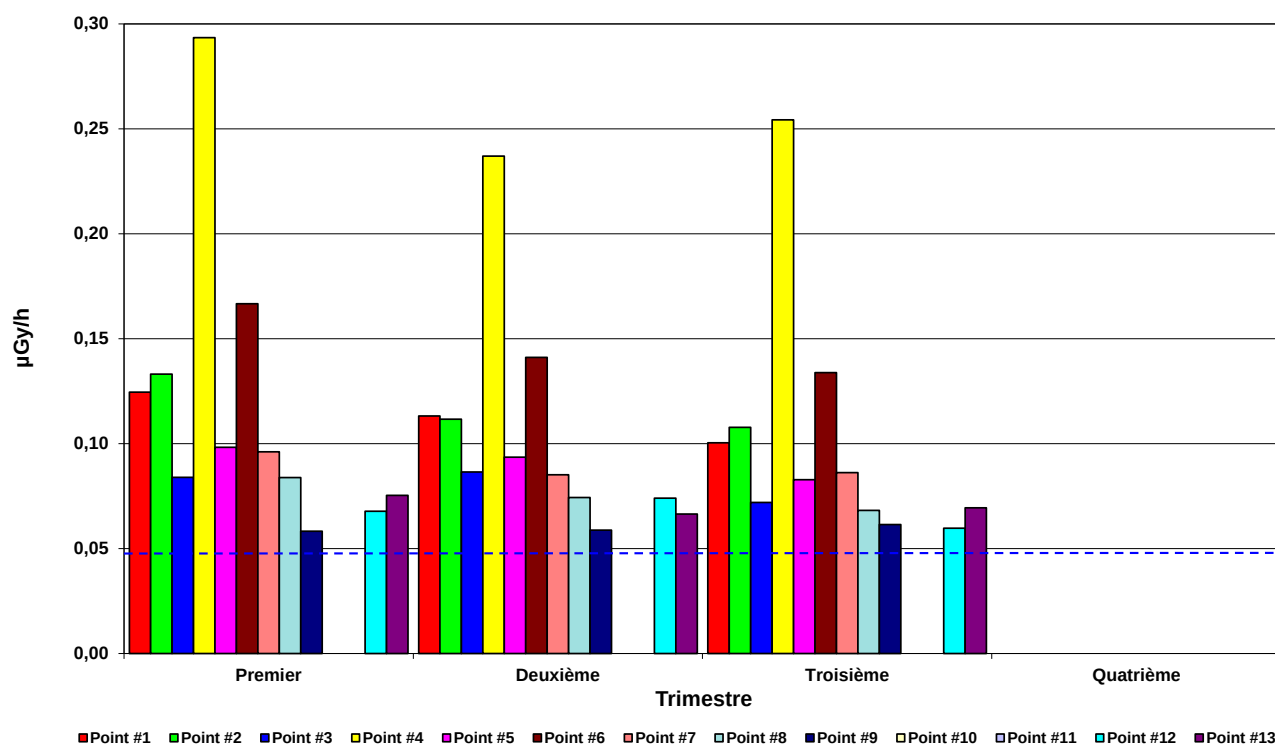
Figure 8-6 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



La figure 8-7 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux 11 points de mesure toujours en place en 2013 à la clôture de l'ASSCI. Pour chacun des points considérés individuellement, les variations enregistrées au gré des trimestres sont faibles. Peu importe le moment de l'année, le point de mesure #4 est toujours celui dont la valeur est la plus élevée. Le fait que ce dernier fasse face à deux modules CANSTOR remplis à pleine capacité de combustible irradié augmente d'autant son niveau d'exposition, si faible soit-il, au rayonnement gamma. De plus, ce même point de mesure est également à proximité de grilles de ventilation des modules où des

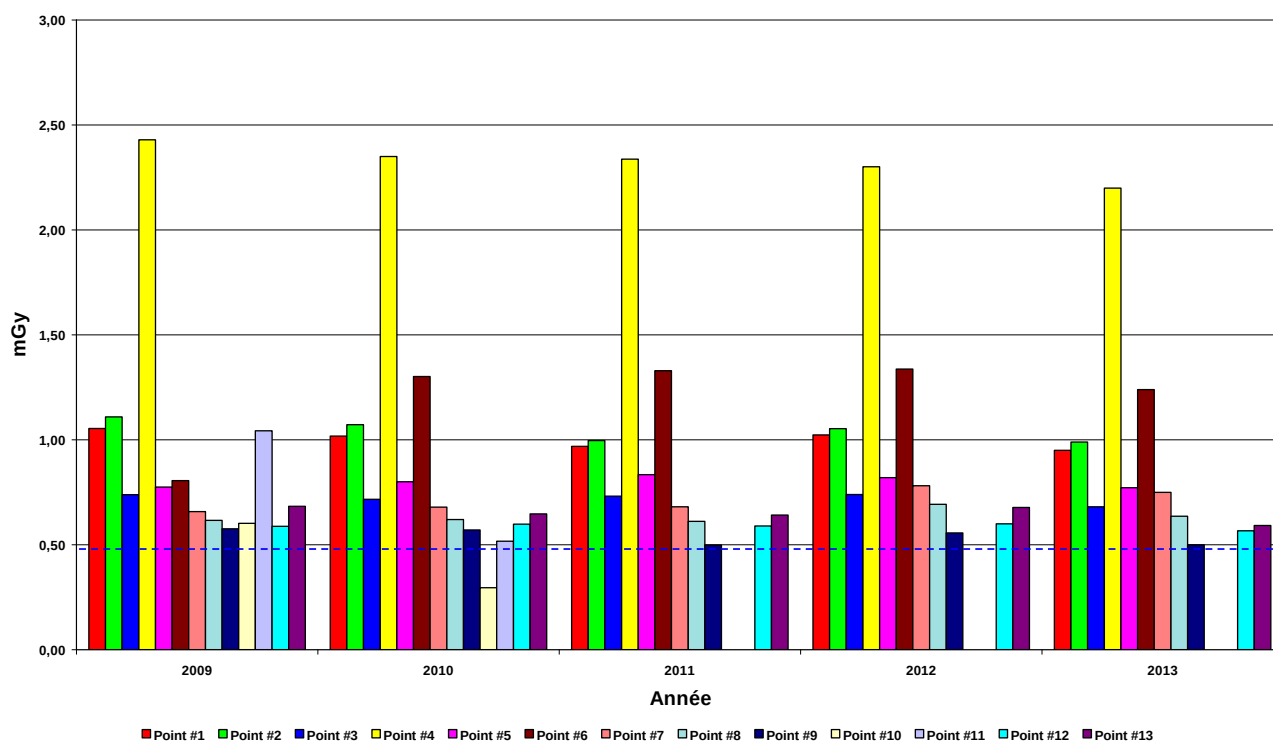
débits de dose plus élevés sont mesurés au contact direct des grilles. Cette particularité influence également, dans une moindre mesure, les valeurs aux points #2 et #6, localisés de part et d'autre du périmètre de l'ASSCI. Comme pour l'ASDR et l'IGDRS, les débits de dose sont en deçà des limites de conception de $2,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$.

Figure 8-7 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



Le transfert de combustible irradié à l'ASSCI s'est poursuivi en 2013. Au second trimestre de l'année, 21 paniers contenant chacun 60 grappes de combustible irradié ont été transférés tandis que 35 autres paniers l'ont été au troisième trimestre. Au cours du quatrième trimestre de l'année, 24 paniers ont été transférés. La manœuvre des paniers de combustible, malgré l'utilisation de châteaux de transfert assurant un blindage adéquat, pourrait potentiellement être la source de très légères variations à la hausse pour les points de mesure qui seraient partiellement exposés. À la figure 8-8, la comparaison de chacune des valeurs de dose annuelle gamma mesurée à la clôture de l'ASSCI témoigne d'une légère diminution pour 2013 tout en conservant le patron historique d'exposition. Rappelons encore cette année que les points de mesure #10 et #11 n'apparaissent plus à la figure 8-8 depuis l'année 2011 puisqu'ils ont été relocalisés sur le nouveau périmètre clôturé englobant l'IGDRS au cours du troisième trimestre de 2010. Il importe également de remarquer une absence de mesure pour tout le quatrième trimestre en raison d'une défectuosité instrumentale. La dose annuelle a par conséquent été normalisée afin d'appliquer la moyenne des débits de dose des trois premiers trimestres au quatrième trimestre.

Figure 8-8 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013

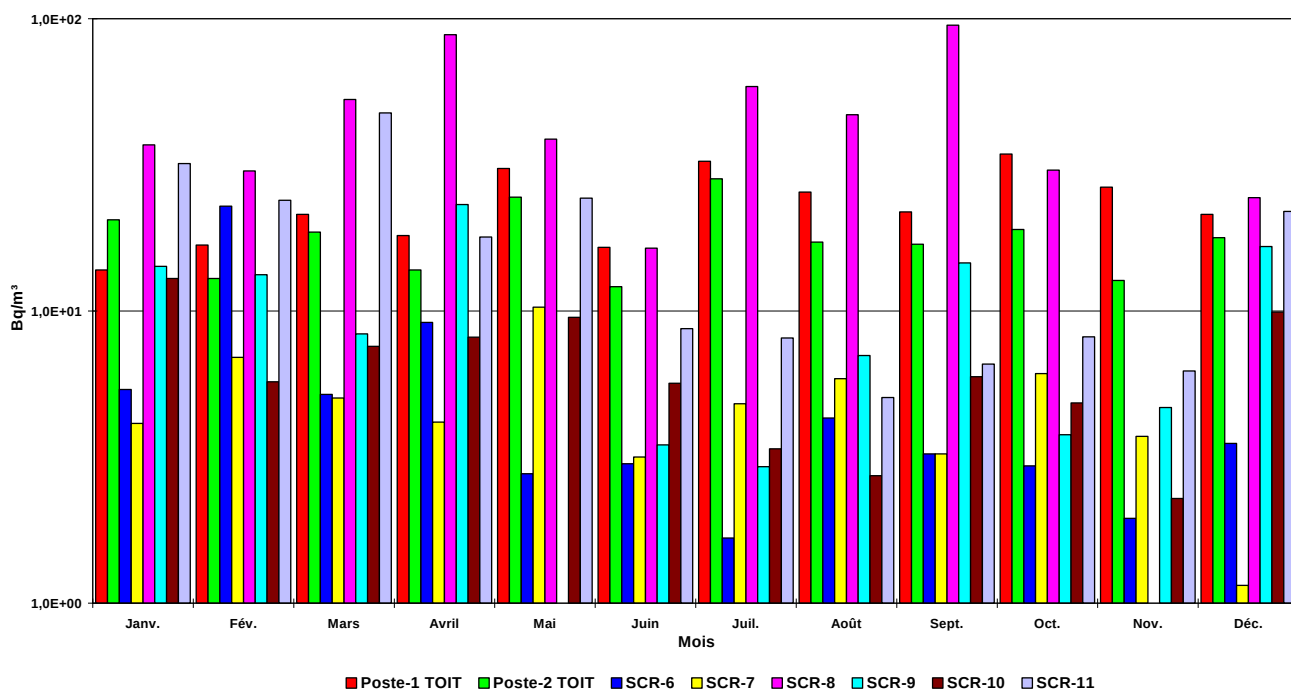


8.2.2 Tritium

Les rejets atmosphériques de tritium sont essentiellement émis par la cheminée principale, sous forme de vapeur d'eau tritiée. À cette source d'émissions, viennent s'ajouter d'autres sources secondaires, plus diffuses et moins importantes, telles que celles émanant de l'ASDR et de l'IGDRS. L'activité en tritium mesurée à une SCR est fonction du niveau des rejets en tritium de la centrale et des conditions météorologiques régnant au moment des rejets. Par exemple, les SCR les plus rapprochées de la cheminée principale auront des activités en tritium plus élevées et ce, d'autant plus si ladite station se trouve dans l'axe des vents dominants.

La figure 8-9 présente les valeurs mensuelles de tritium atmosphérique de l'année 2013 pour les SCR de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A) ainsi que celles des postes 1 et 2 localisés sur le toit du bâtiment administratif de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Les figures 8-10 et 8-11 présentent les valeurs mensuelles de tritium atmosphérique de l'année 2013 aux SCR de la région (carte A-8 de l'annexe A), dans un rayon de 2 à 15 km autour de la centrale nucléaire de Gentilly-2. La figure 8-12 présente, quant à elle, la concentration atmosphérique annuelle moyenne de tritium dans la même région, pour la période 2009-2013.

Figure 8-9 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone d'exclusion) pour l'année 2013



Les mesures obtenues à la station de référence de Drummondville sont également présentées aux figures 8-10 et 8-12. Finalement, l'activité mensuelle de tritium atmosphérique mesurée aux stations en périphérie de l'IGDRS est présentée à la figure 8-13, tandis que l'activité moyenne annuelle est présentée à la figure 8-14.

Les huit stations localisées sur le site de la centrale de Gentilly-2 (figure 8-9), présentent des valeurs variant sur une large plage allant d'une valeur minimale de $1,15 \text{ Bq m}^{-3}$ à la station SCR-7 (décembre 2013) à une valeur maximale de $95,00 \text{ Bq m}^{-3}$ à la station SCR-8 (septembre 2013). La très grande proximité par rapport à la cheminée principale combinée à une plus grande période de vents calmes (4,6 %) durant le mois de septembre peut expliquer la concentration plus élevée mesurée à cette station. Bien qu'elles ne soient pas situées au même endroit, ces constats peuvent en partie être appliqués aux stations des postes 1 et 2 dont les points de mesure sont également rapprochés du point principal d'émissions, d'autant plus qu'elles se trouvent toutes deux à une hauteur quasi équivalente à celle de la sortie de la cheminée.

La figure 8-10 présente les mesures obtenues pour les sept SCR situées à l'extérieur du site de la centrale de Gentilly-2 ainsi que celles de la station de référence. Une lecture rapide de cette figure fait état d'une situation pour le moins inhabituelle.

Figure 8-10 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2013

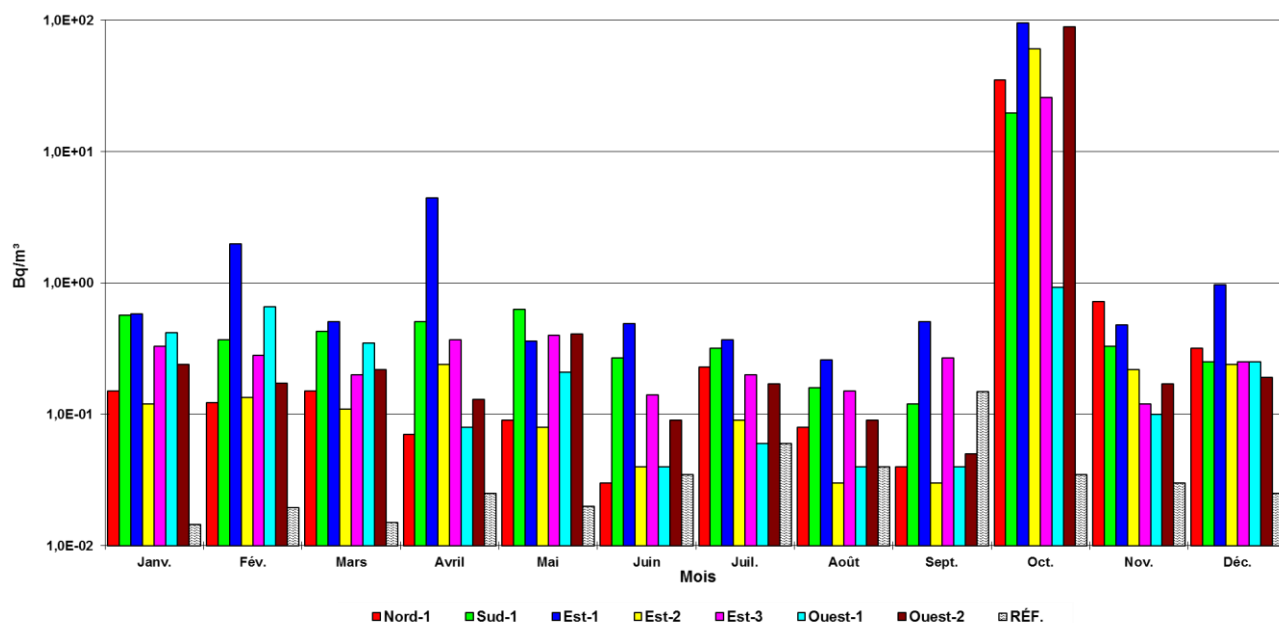
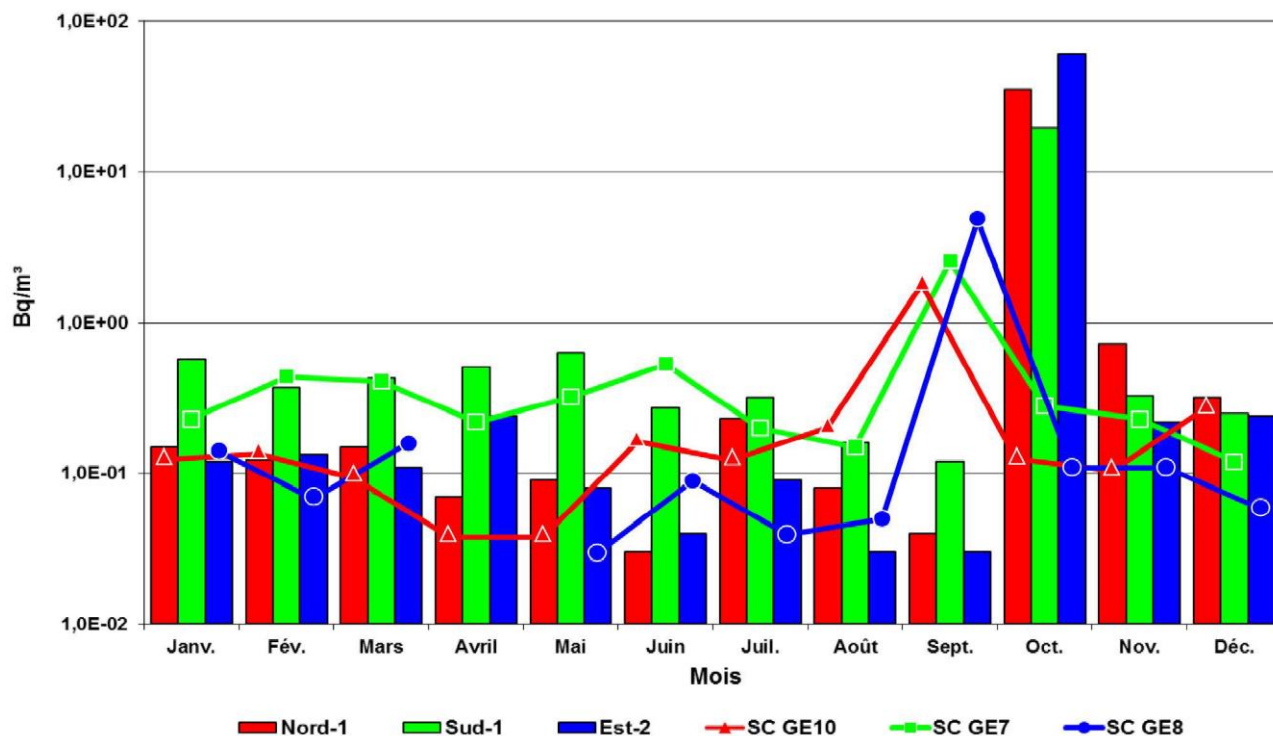


Figure 8-11 : Comparaison de l'activité mensuelle de tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-2 (Hydro-Québec) avec les stations GE10, GE7 et GE8 (Santé Canada) pour l'année 2013



En octobre, à l'exception de la station de contrôle de référence de Drummondville, les concentrations mesurées aux SCR situées à plus de 2 km de la centrale, et ce pour toutes les directions, ont montré une hausse des valeurs d'un facteur 100 à 200. Cette hausse drastique des concentrations ne peut s'expliquer par les émissions de la centrale nucléaire de Gentilly-2 à cette période puisque les taux d'émissions mesurées y sont demeurés faibles et stables. Ces concentrations mesurées aux SCR hors site sont d'autant plus invraisemblables que celles situées sur le site de Gentilly-2 n'ont pas montré d'augmentation. Une vérification interne des processus d'analyse au laboratoire a aussi été réalisée, sans toutefois démontrer d'anomalie lors du traitement des échantillons. Hydro-Québec a mandaté des consultants externes, spécialisés dans le domaine, afin de faire une analyse causale et une revue des processus de laboratoires.

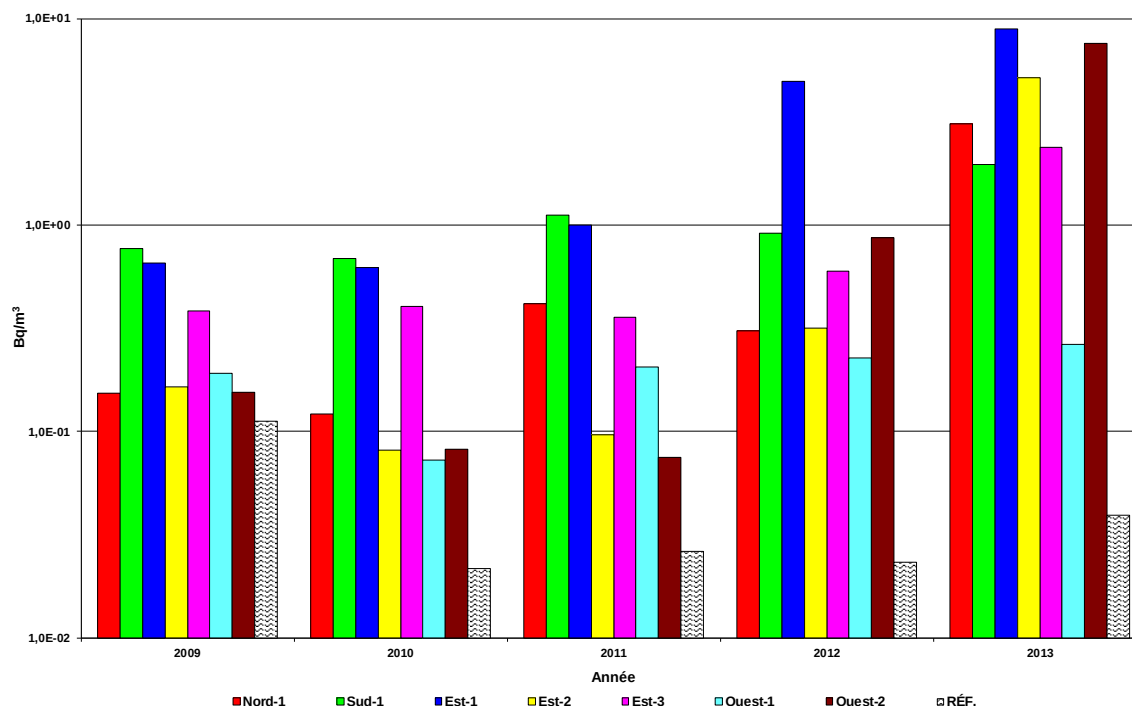
Par ailleurs, Santé Canada analyse de manière indépendante les vapeurs tritiées prélevées à trois stations d'échantillonnage, GE10, GE7 et GE8, respectivement situées à proximité des SCR Nord-1, Sud-1 et Est-2 d'Hydro-Québec. Lors des épisodes de concentrations élevées, les stations de Santé Canada ont montré des augmentations, mais pas aussi significatives que celles observées aux SCR d'Hydro-Québec. Le tableau 8-1 et la figure 8-11 présentent les concentrations mesurées, aux mêmes sites d'échantillonnage par Santé Canada et Hydro-Québec. Pour les sept premiers mois de l'année, l'écart entre les résultats d'Hydro-Québec et de Santé Canada est de moins de $0,1 \text{ Bq m}^{-3}$ (concentration moyenne combinée durant cette période de $0,19 \text{ Bq m}^{-3}$). Cependant au mois de septembre, une légère hausse des concentrations de $2 \text{ à } 5 \text{ Bq m}^{-3}$ mesurées par Santé Canada fut remarquée. Une hausse des concentrations mesurées par Hydro-Québec, mais de plus grande ampleur, fut par la suite observée au mois d'octobre. Le décalage d'un mois entre les deux séries de données est attribuable à l'association du résultat avec la date d'installation ou de retrait de l'échantillonneur, qui peut être différente.

Tableau 8-1 : Concentrations de tritium atmosphérique mesurées mensuellement aux mêmes emplacements par les stations d'échantillonnage d'Hydro-Québec et de Santé Canada pour l'année 2013

Mois	Concentration de tritium atmosphérique (Bq m ⁻³)					
	HQ Nord-1	SC GE10	H-Q Sud-1	SC GE7	HQ Est-2	SC GE8
Janvier	0,15	0,13	0,57	0,23	0,12	0,14
Février	0,12	0,14	0,37	0,44	0,14	0,07
Mars	0,15	0,10	0,43	0,41	0,11	0,16
Avril	0,07	0,04	0,51	0,22	0,24	
Mai	0,09	0,04	0,63	0,32	0,08	0,03
Juin	0,03	0,17	0,27	0,53	0,04	0,09
Juillet	0,23	0,13	0,32	0,20	0,09	0,04
Août	0,08	0,21	0,16	0,15	0,03	0,05
Septembre	0,04	1,82	0,12	2,57	0,03	4,96
Octobre	35,20	0,13	19,70	0,28	60,60	0,11
Novembre	0,72	0,11	0,33	0,23	0,22	0,11
Décembre	0,32	0,28	0,25	0,12	0,24	0,06
Note : Comparer entre elles les stations Nord-1 et GE10, Sud-1 et GE7, puis Est-2 et GE8.						

La figure 8-12 permet de comparer, sur une moyenne annuelle, les mesures obtenues en 2013 par rapport aux quatre années précédentes pour les SCR à l'extérieur du site. La station de référence de Drummondville montre une légère hausse comparativement à 2012. Cette hausse demeure toutefois dans l'intervalle de variation normale pour le bruit de fond.

Figure 8-12 : Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour la période 2009-2013



La figure 8-13 présente, quant à elle, l'activité mensuelle en tritium atmosphérique pour les quatre SCR dédiées à l'installation de l'IGDRS (carte A-7 de l'annexe A). Les activités en tritium ont varié, en 2013, de 2 Bq m⁻³ pour IGDRS-2 mesurée en juillet à 178 Bq m⁻³ pour IGDRS-4 mesurée en mars. Une augmentation des concentrations de tritium autour de l'IGDRS a été remarquée au mois de mars 2013. Pour ce mois, les concentrations ont varié de 52 Bq m⁻³ à la station IGDRS-2 jusqu'à 178 Bq m⁻³ à la station IGDRS-4. Les concentrations mesurées en mars apparaissent anormales puisque les stations d'échantillonnage à proximité de l'IGDRS sont historiquement influencées par les émissions de la centrale de Gentilly-2.

La figure 8-14 montre que les concentrations annuelles moyennes de tritium atmosphériques aux stations de l'IGDRS sont demeurées entre 2008 et 2012 de l'ordre de 10 à 20 Bq m⁻³. Pour l'année 2013, l'inclusion dans le calcul de la moyenne des concentrations mesurées en mars fait grimper les concentrations à un maximum de 24 Bq m⁻³. Ces concentrations deviennent toutefois comparables à celles des années passées lorsque les mesures de mars en sont exclues. Il importe de mentionner que les premiers ballots de déchets radioactifs ont été transférés à l'IGDRS au 3^e trimestre de 2009 et que, depuis ce moment, aucune augmentation significative de l'ambiance de tritium à proximité des IGDRS n'a été constatée.

Figure 8-13 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

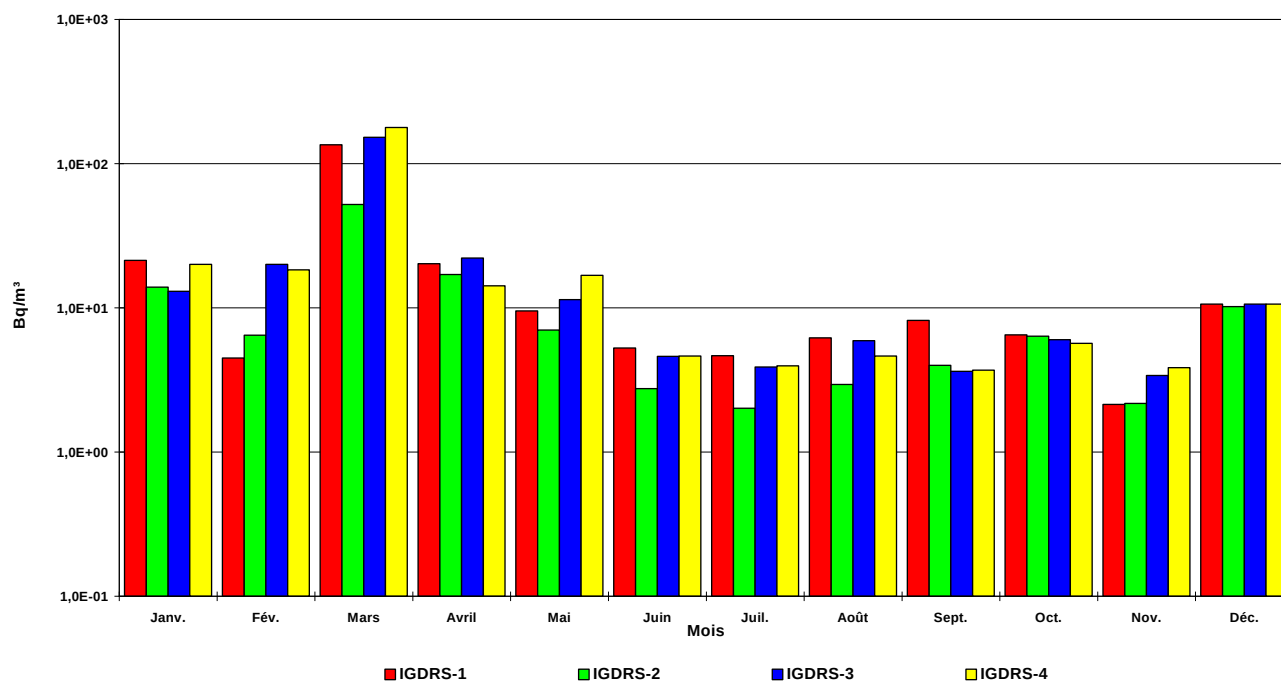
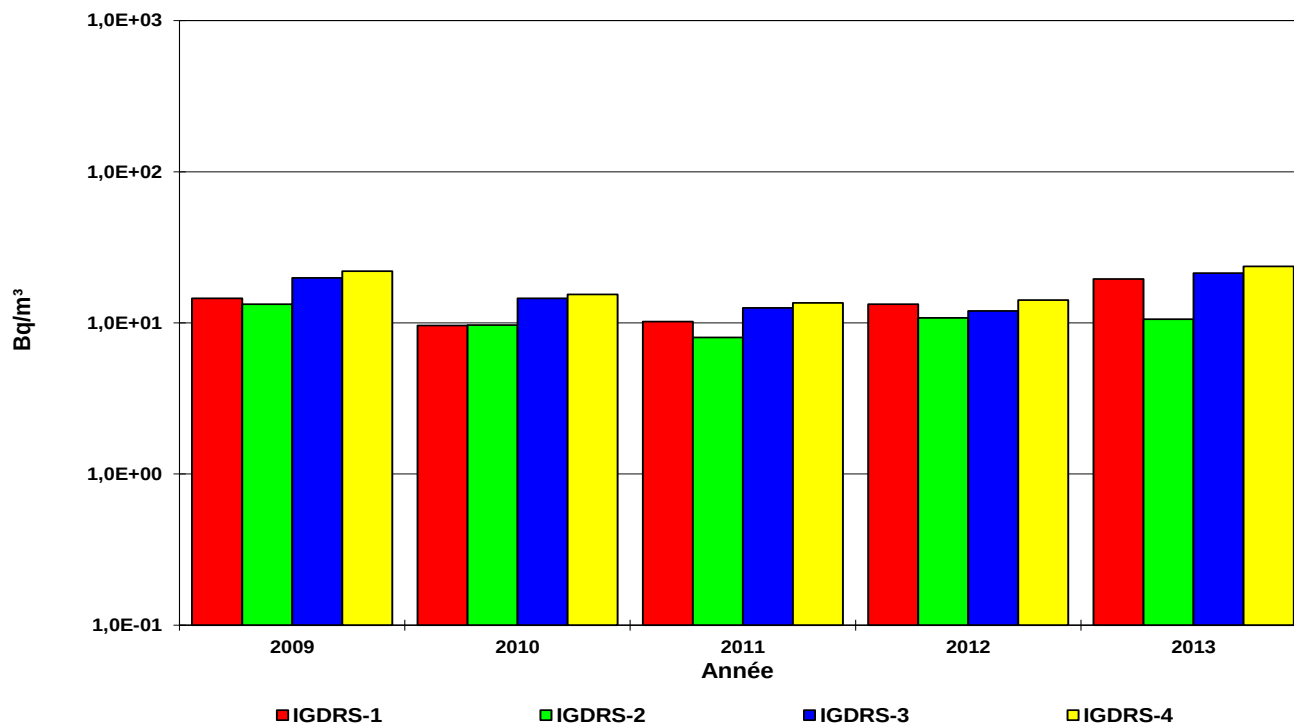


Figure 8-14 : Activité annuelle de tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



8.2.3 Carbone-14

À la centrale nucléaire de Gentilly-2, le carbone-14 est, entre autres, rejeté dans l'atmosphère par la cheminée principale où il se trouve majoritairement sous forme de dioxyde de carbone ($^{14}\text{CO}_2$). À cette source d'émissions viennent s'ajouter d'autres sources secondaires, de moindre activité, telles que l'ASDR et l'IGDRS. La dispersion du carbone-14 dans l'environnement est influencée, au même titre que le tritium précédemment décrit, par les émissions de la centrale ainsi que par les conditions météorologiques observées lors de ces rejets. Le carbone-14 est mesuré en becquerel par gramme de carbone (Bq g-C^{-1}), ce qui constitue une activité isotopique ou encore une concentration massique. Pour fin de comparaison, une mesure de concentration de carbone-14 est aussi réalisée à une station de référence située à Drummondville. La valeur moyenne annuelle de $0,23 \text{ Bq g-C}^{-1}$, associée à la station de référence en 2013, correspond aux données issues de la littérature scientifique établissant cette valeur à la concentration naturelle de carbone-14 atmosphérique (NCRP, 1985).

La figure 8-15 présente les valeurs mensuelles en carbone-14 atmosphérique de l'année 2013 pour les sept SCR de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A) ainsi que pour la SCR localisée dans le parc industriel de Bécancour, identifiée SCR-5 (carte A-8 de l'annexe A). Cette figure suggère que la concentration de carbone-14 est plus élevée (un ordre de grandeur) à proximité de l'ASDR (stations d'échantillonnage ASDR-1, ASDR-4 et SCR-7) par rapport aux autres stations d'échantillonnage. Ceci s'explique d'une part par la proximité de ces stations de la source d'émission de même que par la dégradation chimique et microbienne des déchets radioactifs. Il est connu et documenté depuis plusieurs années que l'ASDR est une source localisée de carbone-14 ayant des impacts limités à faible distance.

Il est aussi possible de remarquer à la figure 8-15 une augmentation de la concentration de carbone-14 aux stations SCR-1, SCR-8 et SCR-9 de septembre à décembre 2013. Cette augmentation est explicable par l'émission plus élevée de carbone-14, constante et stable à environ 1 % de la LOD, par la cheminée de la centrale de Gentilly-2. Les stations d'échantillonnage SCR-8 et SCR-9 sont situées respectivement à 50 m et 200 m de la cheminée de la centrale de Gentilly-2, tandis que la station SCR-1 en est éloignée d'environ 550 m à l'est. Alors que cette station était auparavant en quelque sorte isolée de la cheminée par les vapeurs chaudes émanant du canal de rejet, il importe de remarquer que l'année 2013 constitue l'une des rares fois où la station SCR-1 réagit à une émission de la cheminée. Les stations SCR-3 et SCR-5 sont toutes les deux situées sur la rive sud du fleuve, à environ 1 km des installations de la centrale de Gentilly-2. Le fait que peu d'augmentation ne soit perçue à ces stations laisse croire que les augmentations mesurées demeurent localisées à proximité des installations.

La figure 8-16 présente la concentration atmosphérique annuelle moyenne de carbone-14 pour chacune de ces stations pour la période 2009-2013.

Figure 8-15 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8 et SCR-9, ASDR-1, ADSR-4 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2013

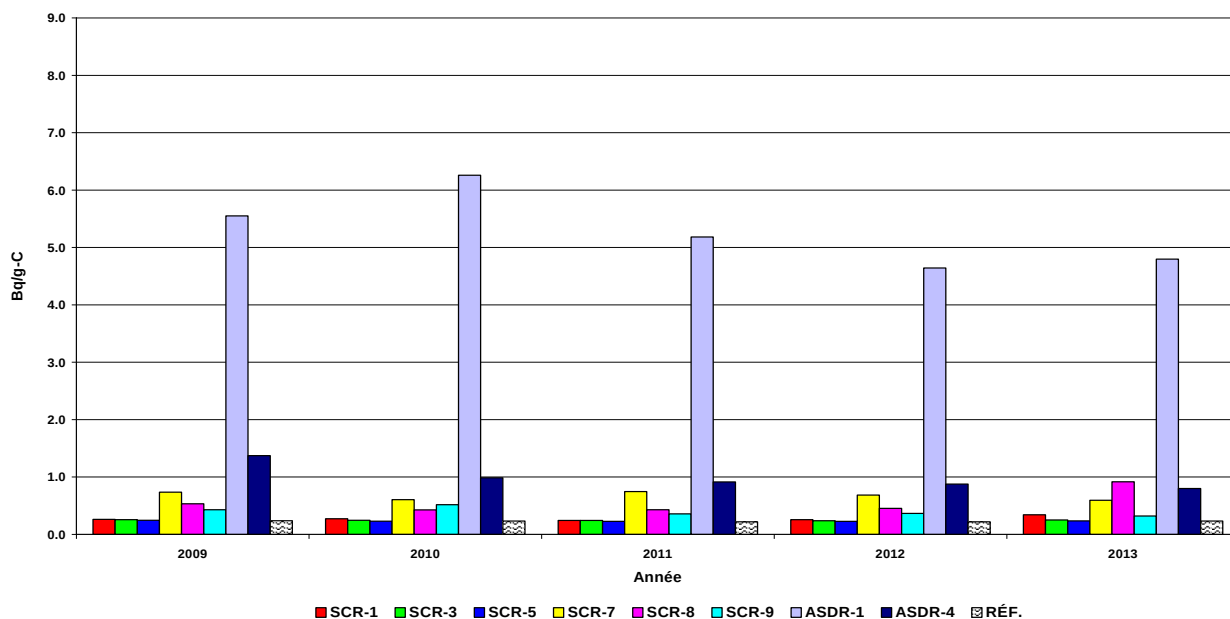
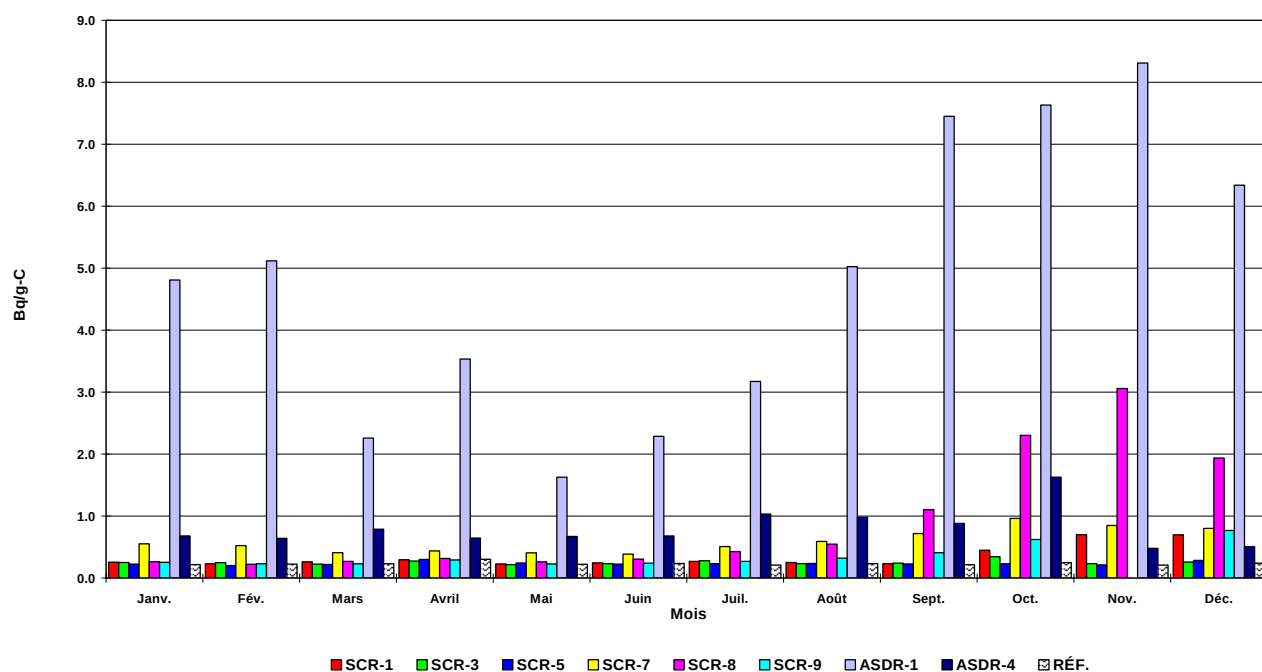
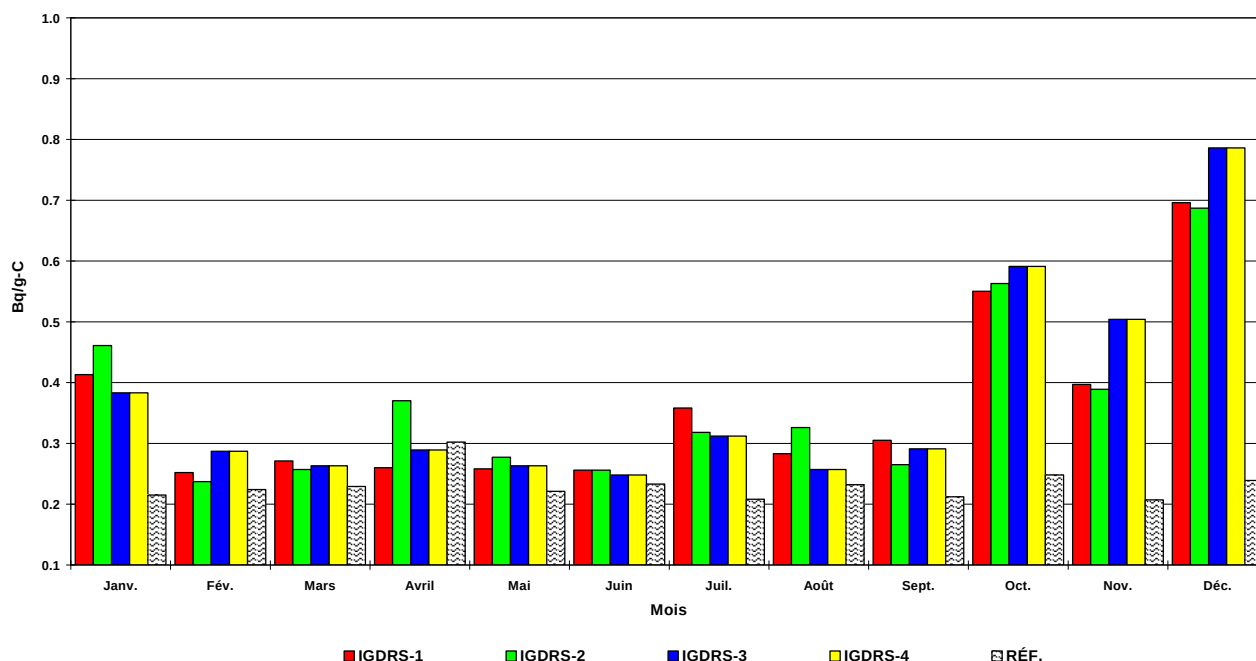


Figure 8-16 : Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8 et SCR-9, ASDR-1, ADSR-4 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2009-2013



La figure 8-17 présente quant à elle l'activité mensuelle en carbone-14 mesurée aux quatre stations en périphérie de l'IGDRS (carte A-7 de l'annexe A) pour l'année 2013. Une augmentation de la concentration en carbone-14 est constatée de septembre à décembre. Durant cette période, les émissions atmosphériques de carbone-14 de la centrale ont été plus importantes. Aussi, depuis octobre 2013, les enceintes de stockage des résines usées (ESRU) de l'IGDRS contiennent des résines ayant capté plus de 90 % de tout le carbone-14 produit durant l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. Il est actuellement impossible de départager la part de l'augmentation de concentration associée à la cheminée de Gentilly-2 de celle associée aux installations de l'IGDRS.

Figure 8-17 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2013

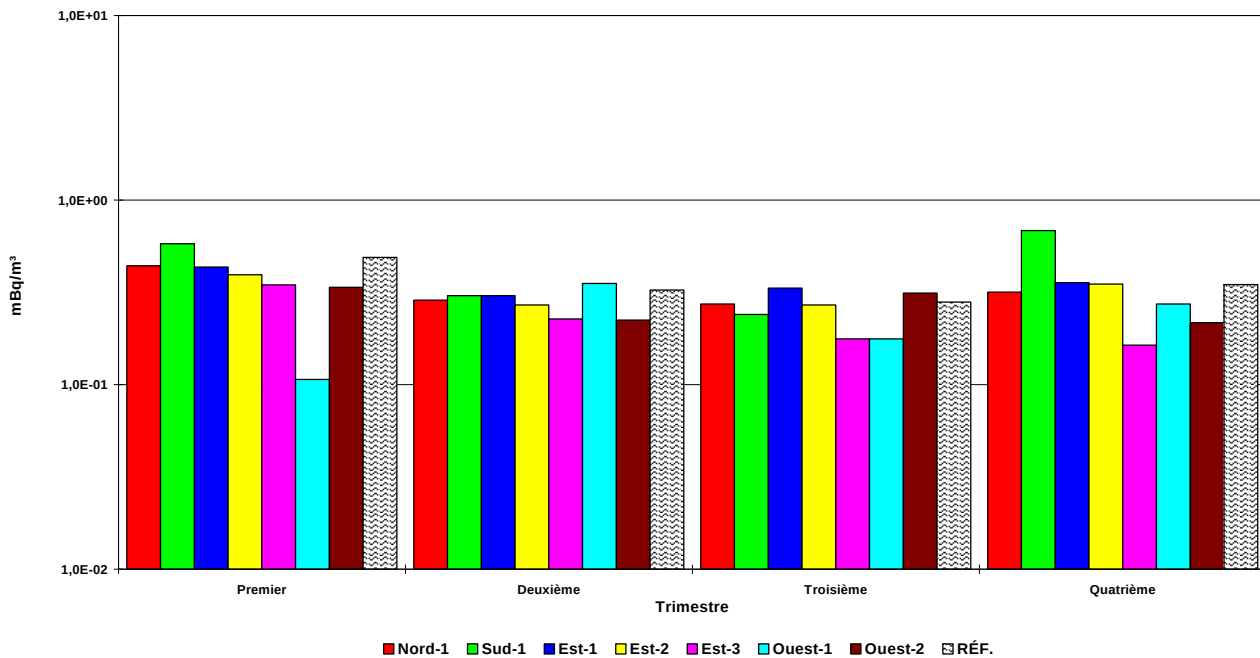


8.2.4 Aérosols

La surveillance environnementale liée aux aérosols porte sur les particules en suspension dans l'air. Elles sont échantillonnées à l'aide d'un filtre à travers duquel un volume connu d'air a circulé. Par la suite, le filtre est récupéré et analysé en laboratoire afin d'y déterminer le niveau de radioactivité bêta-total.

La figure 8-18 présente, par trimestre, les valeurs moyennes d'activité bêta-total contenue dans les aérosols prélevés aux sept SCR localisées de telle sorte qu'elles couvrent l'ensemble des points cardinaux sur un rayon de 2 à 15 km autour de la centrale (carte A-8 de l'annexe A). La figure 8-19 présente les mesures d'activité bêta-total des quatre stations de l'IGDRS par trimestre (carte A-7 de l'annexe A). Les mesures de la station de référence sont aussi illustrées sur ces deux figures.

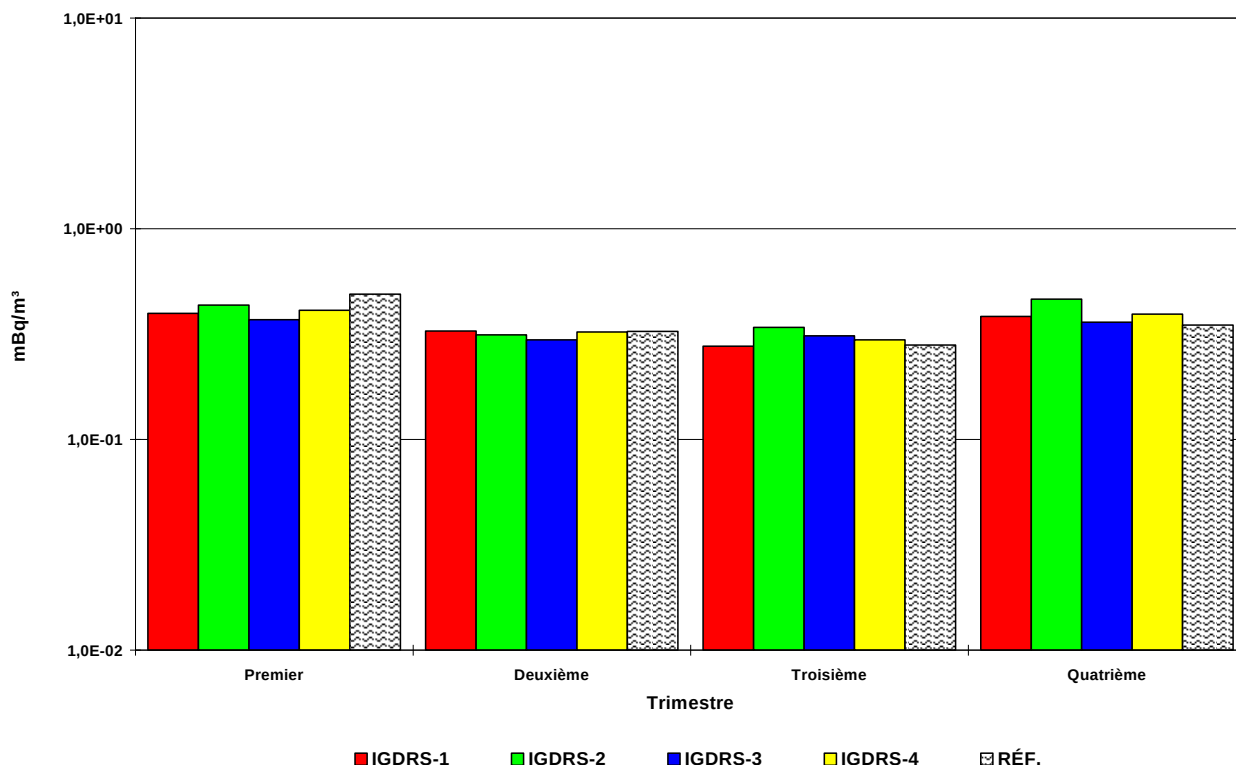
Figure 8-18 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2013



Toutes les valeurs moyennes trimestrielles d'activité bêta-total de l'année 2013 sont du même ordre de grandeur que celles observées à la station de référence. Seule la valeur du second trimestre de l'année 2013, à la station Sud-1, se démarque. Au cours de ce trimestre, la valeur mensuelle maximale mesurée fut de $0,8 \text{ mBq m}^{-3}$, en février 2013. À titre de comparaison, la moyenne annuelle d'activité bêta-total de la station de référence était de $0,36 \text{ mBq m}^{-3}$. Les activités varient donc peu avec le temps. Les variations d'activités sont sensibles aux poussières de sol, de sable et de sel de déglacage. Toutes ces poussières contiennent du potassium-40 radioactif d'origine naturelle.

Les valeurs moyennes trimestrielles de l'activité bêta-total, tirées des quatre SCR de l'IGDRS en 2013, sont également du même ordre que celles observées à la station de référence de Drummondville. Aucune valeur trimestrielle présentée aux figures 8-18 et 8-19 ne peut être associée à un événement d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Figure 8-19 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2013



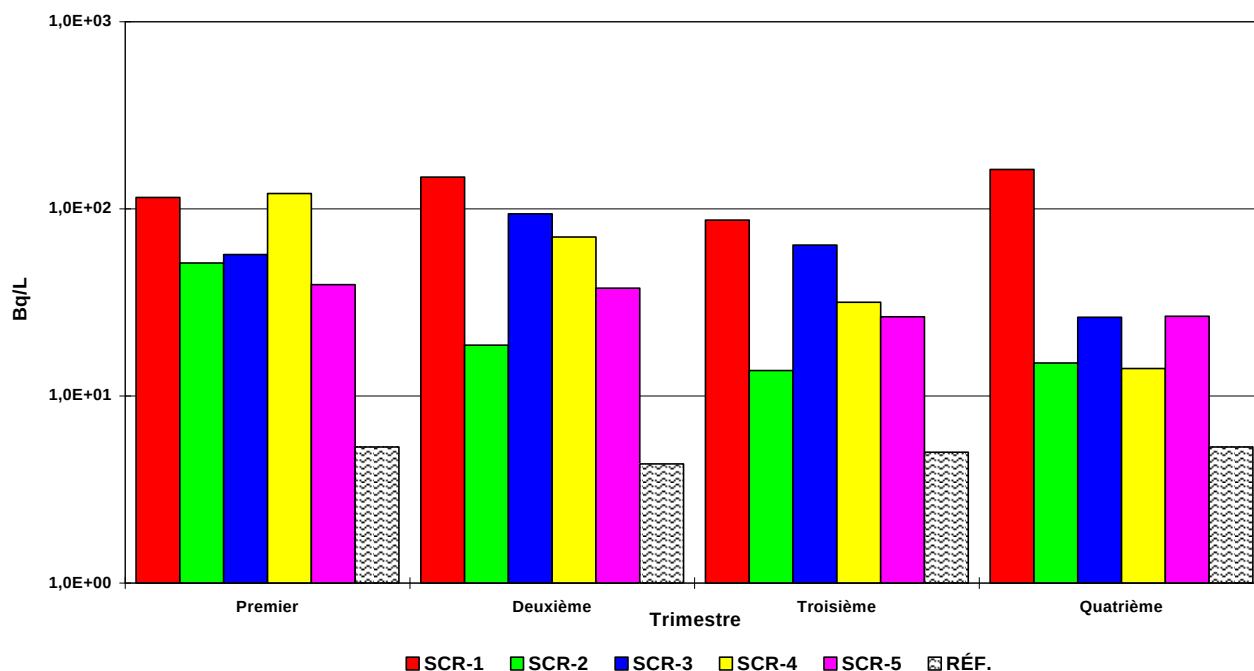
8.3 Surveillance de la qualité de l'eau

Cette section présente les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux de précipitations, de surface, d'infiltration, souterraines, de fonte des neiges ainsi que de l'eau potable.

8.3.1 Précipitations

La figure 8-20 présente les moyennes trimestrielles des concentrations en tritium mesurées dans les précipitations (pluie ou neige) pour cinq SCR de la zone rapprochée (< 2 km, SCR-1 à SCR-5; cartes A-1 et A-8 de l'annexe A) ainsi que pour la station de référence de Drummondville pour l'année 2013. Les précipitations enregistrées au site de Gentilly ont sensiblement varié au cours de l'année, la valeur mensuelle minimale étant de 50 mm en mars et la valeur maximale de 131 mm en mai.

Figure 8-20 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2013



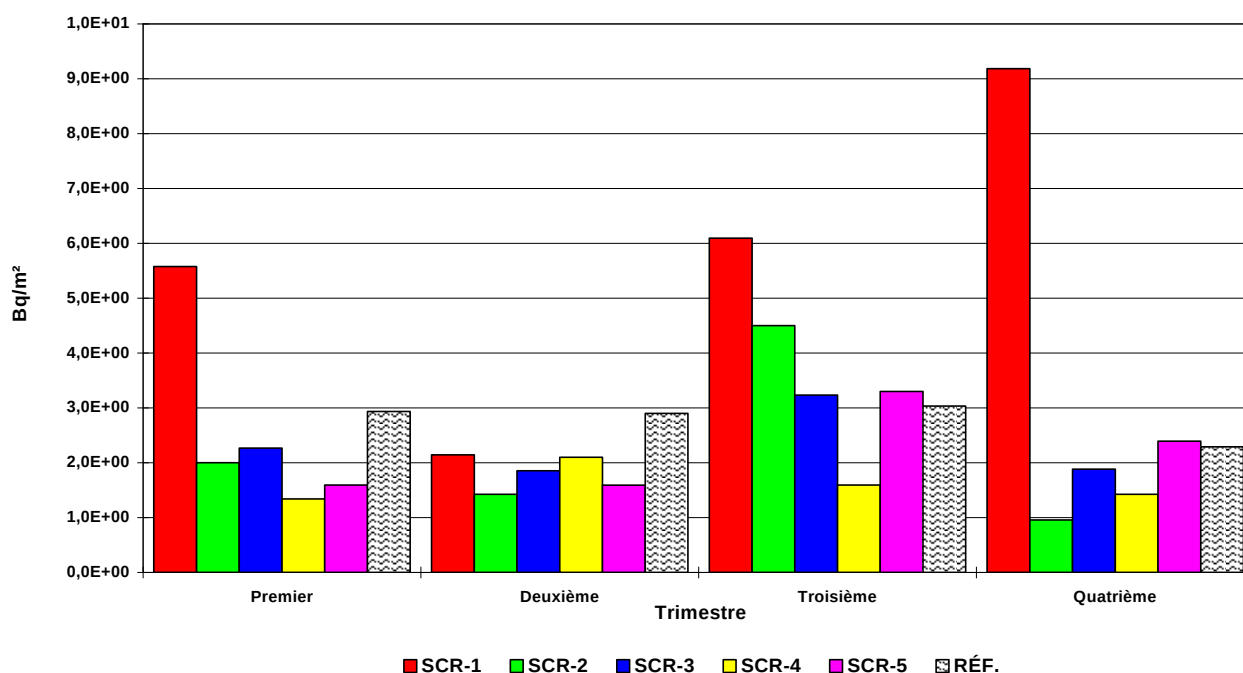
Sur l'ensemble des résultats obtenus dans l'eau de précipitation de ces SCR, la concentration moyenne maximale de tritium mesurée, sur une base trimestrielle, s'élève à 162 Bq l^{-1} alors que les concentrations mesurées à la station de référence sont de l'ordre de 6 Bq l^{-1} . Cette valeur maximale a été mesurée au dernier trimestre de l'année, à la station SCR-1, station la plus rapprochée de la cheminée principale. Pour le seul mois de novembre 2013, les occurrences de vents en direction de la station SCR-1 ont été très soutenues, à près de 34 %.

Le résultat trimestriel moyen le plus faible a été mesuré au troisième trimestre à la SCR-2 (13 Bq l^{-1}). Cette station n'est pas dans l'axe des vents dominants et est située hors du site de Gentilly-2.

Les moyennes trimestrielles de la figure 8-20 pour l'année 2013 sont comparables à celles de l'année précédente. Les variations observées sont occasionnées par plusieurs facteurs, parfois difficiles à isoler, parmi lesquels on trouve : les rejets d'exploitation, l'emplacement des stations d'échantillonnage, leur proximité par rapport au point d'émissions, la stabilité atmosphérique, l'intensité des précipitations et la direction des vents. Les concentrations de tritium dans les précipitations tendent également à démontrer que le panache de dispersion du tritium émanant du point d'émissions est rapidement rabattu à faible distance, et ce, à l'intérieur de la zone d'exclusion.

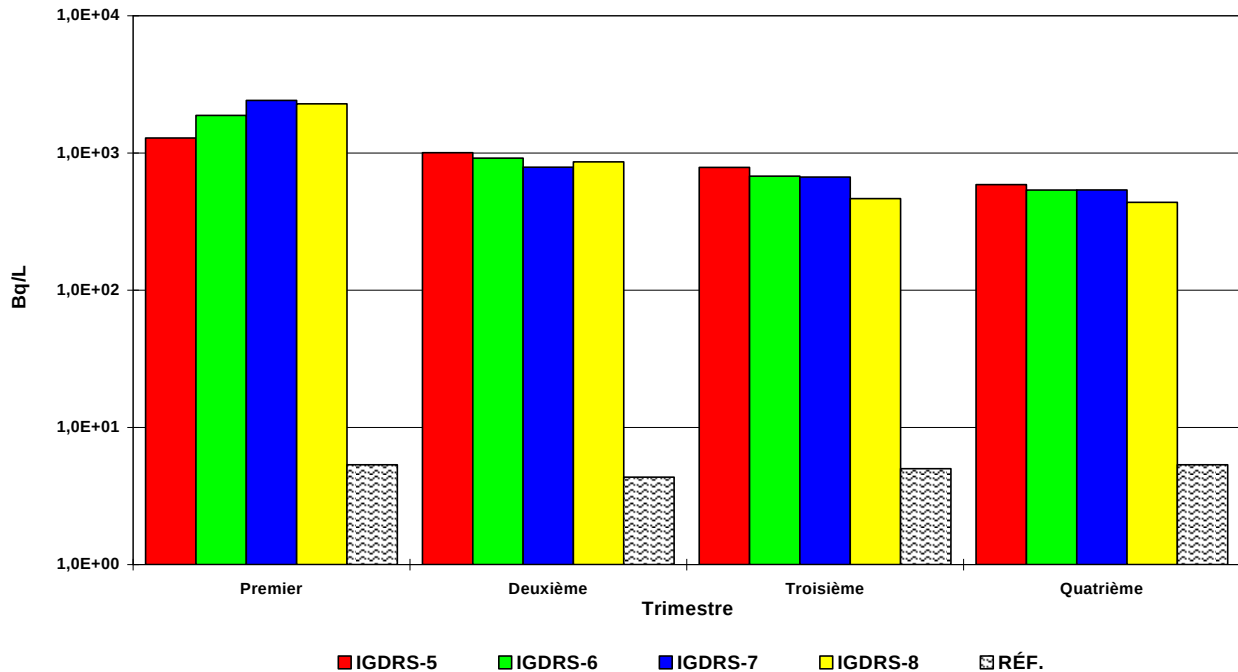
La figure 8-21 présente les moyennes trimestrielles d'activité bêta-total dans les précipitations aux mêmes SCR que celles présentées à la figure 8-20. L'activité bêta-total est liée aux particules radioactives aéroportées par les vents et rabattues par les précipitations. À l'exception des résultats issus de la station SCR-1, toutes les concentrations moyennes trimestrielles d'activité bêta-total sont de l'ordre de celles mesurées à la station de référence de Drummondville. Pour la station SCR-1, soit celle la plus près du point d'émission, seules deux concentrations mensuelles ont présenté une activité bêta-total supérieure à 10 Bq m^{-2} (valeur faisant office de déclencheur d'une spectrométrie gamma). Dans les deux cas, aucun émetteur gamma autre que le potassium-40, un radionucléide à teneur naturelle élevée, n'a été décelé au-delà de la LD des appareils.

Figure 8-21 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2013



La figure 8-22 illustre les moyennes trimestrielles de l'activité en tritium dans les précipitations des quatre SCR ceinturant le périmètre clôturé de l'IGDRS (IGDRS-5 à IGDRS-8; carte A-7 de l'annexe A) et de la station de référence pour l'année 2013. La proximité géographique entre les stations de l'IGDRS explique les faibles variations d'activité en tritium mesurées entre elles puisque les concentrations de tritium mesurées dans les précipitations proviennent en majeure partie de la cheminée principale. Advenant le cas où une enceinte de déchets de l'IGDRS devenait elle-même une importante source de tritium, le patron serait probablement tout autre.

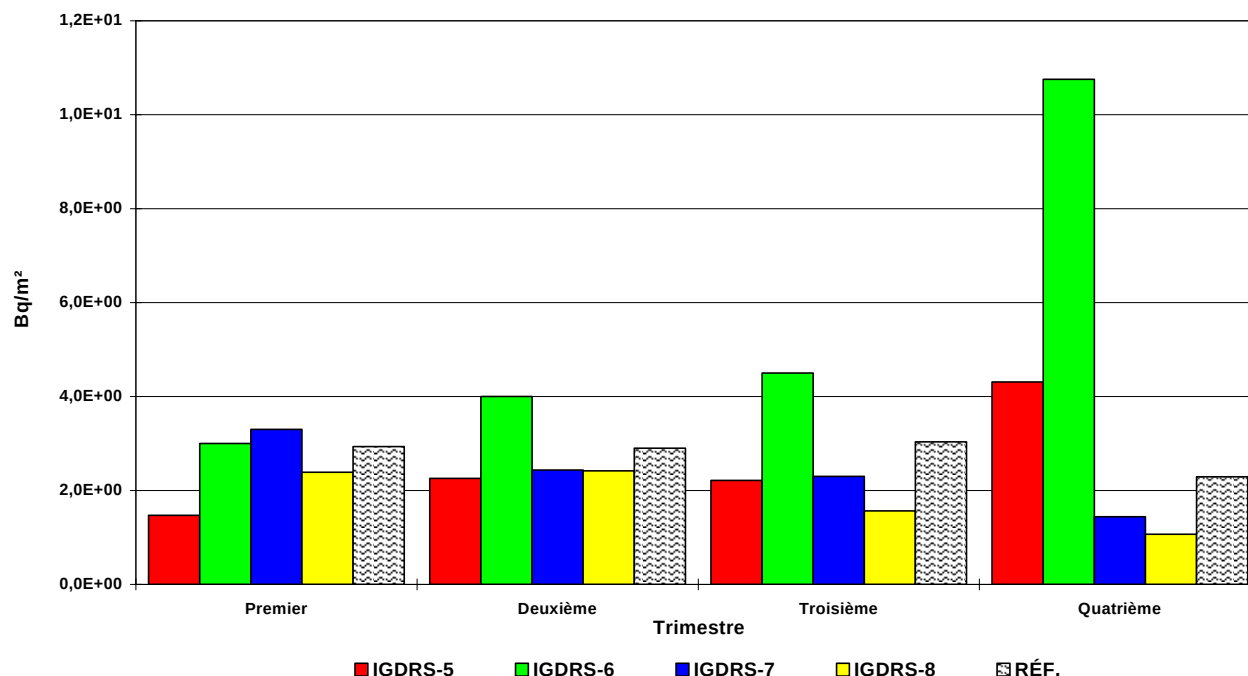
Figure 8-22 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2013



Comme pour l'année précédente, le premier trimestre est celui dont les valeurs sont les plus élevées avec une concentration maximale de 2 415 Bq l⁻¹ pour la station IGDRS-7. Le troisième trimestre est celui dont les valeurs sont les plus faibles avec une concentration minimale de 437 Bq l⁻¹ pour la station IGDRS-8. Au cours des premiers mois de l'année, les vents d'origine nord-est et est-nord-est sont fréquents et expliquent le fait que les émissions atmosphériques de la cheminée principale affectent particulièrement les teneurs en tritium dans les précipitations à l'IGDRS. Par exemple, au seul mois de février 2013, les vents d'origine nord-est ont représenté plus de 22 % des origines recensées.

La figure 8-23 illustre les moyennes trimestrielles d'activité bêta-total dans les précipitations des quatre mêmes stations à proximité de l'IGDRS et de la station de référence. Les résultats obtenus pour les quatre stations (IGDRS-5 à IGDRS-8) sont légèrement supérieurs aux résultats de la station de référence qui est située à Drummondville et dont la moyenne annuelle est de 2,8 Bq m⁻². La moyenne trimestrielle la plus élevée est celle de la station IGDRS-6 au quatrième trimestre (10,8 Bq m⁻²), principalement causée par la forte concentration mensuelle mesurée en octobre (24,5 Bq m⁻²). Comme pour toute concentration supérieure à 10 Bq m⁻², une spectrométrie gamma a été réalisée sur cet échantillon, mais seul le potassium-40 a de nouveau été mesuré, sans aucune présence d'autre radionucléide.

Figure 8-23 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2013



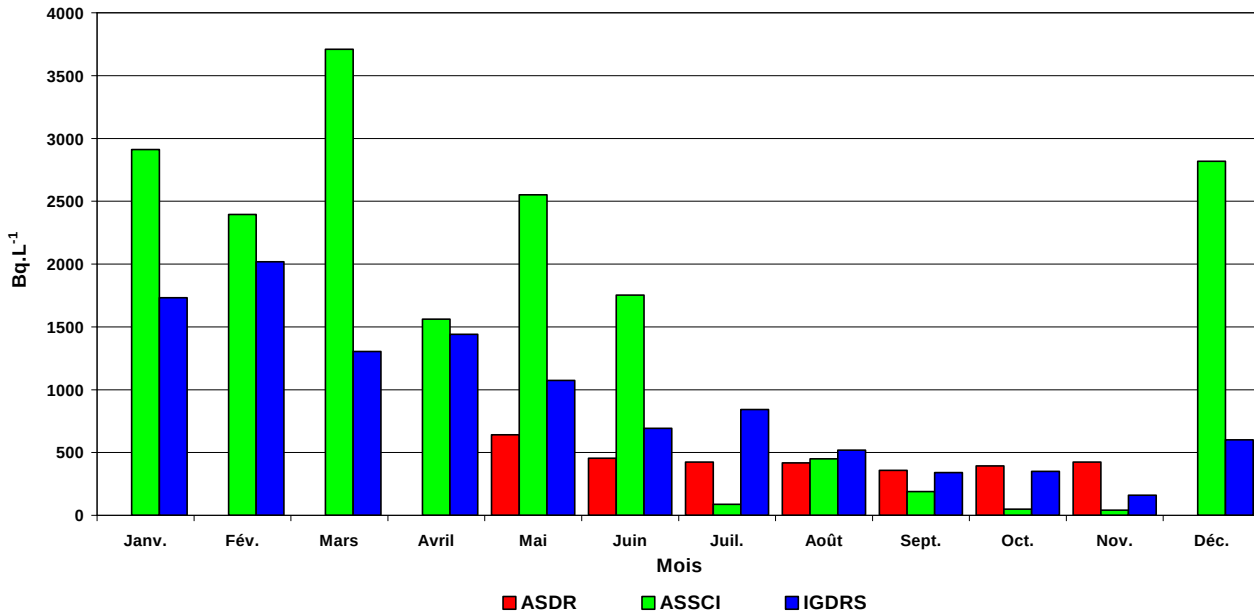
8.3.2 Eaux de surface

Les eaux de surface (identifiées du préfixe S) du site sont principalement constituées des précipitations et de la fonte des neiges. Elles sont notamment prélevées dans des ruisseaux ou des zones de résurgence, lorsqu'elles sont disponibles. La principale source de contamination de ces eaux est la précipitation, qui lessive l'atmosphère de ses contaminants en dispersion. D'autres éléments, tels que l'orientation des vents, influencent l'activité en tritium mesurée dans ces eaux. Les résultats d'analyses radiologiques mensuelles et annuelles, en tritium et en bêta-total dans les eaux de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, sont présentés aux figures 8-24, 8-25 et 8-26.

Une description des points d'échantillonnage illustrés aux figures 8-24, 8-25 et 8-26 est présentée ci-dessous. Pour le point identifié ASDR, il s'agit d'une moyenne des résultats sur les prélèvements des points S-16 et S-17. Concernant l'ASSCI, il s'agit directement de la mesure du seul point S-1 alors que pour l'IGDRS, il s'agit d'une moyenne des mesures faites à l'échantillonneur automatique et à la vanne guillotine (1520-V1). Les cartes A-1, A-6 et A-7 de l'annexe A présentent la localisation précise de ces points. L'absence de certaines données est attribuable au fait que certains points d'échantillonnage sont à secs ou gelés (période hivernale).

La figure 8-24 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage. La valeur la plus élevée et celle la plus faible ont été mesurées à la station S-1 près de l'ASSCI pour les mois de mars ($3\,709\text{ Bq l}^{-1}$) et de novembre (41 Bq l^{-1}), respectivement.

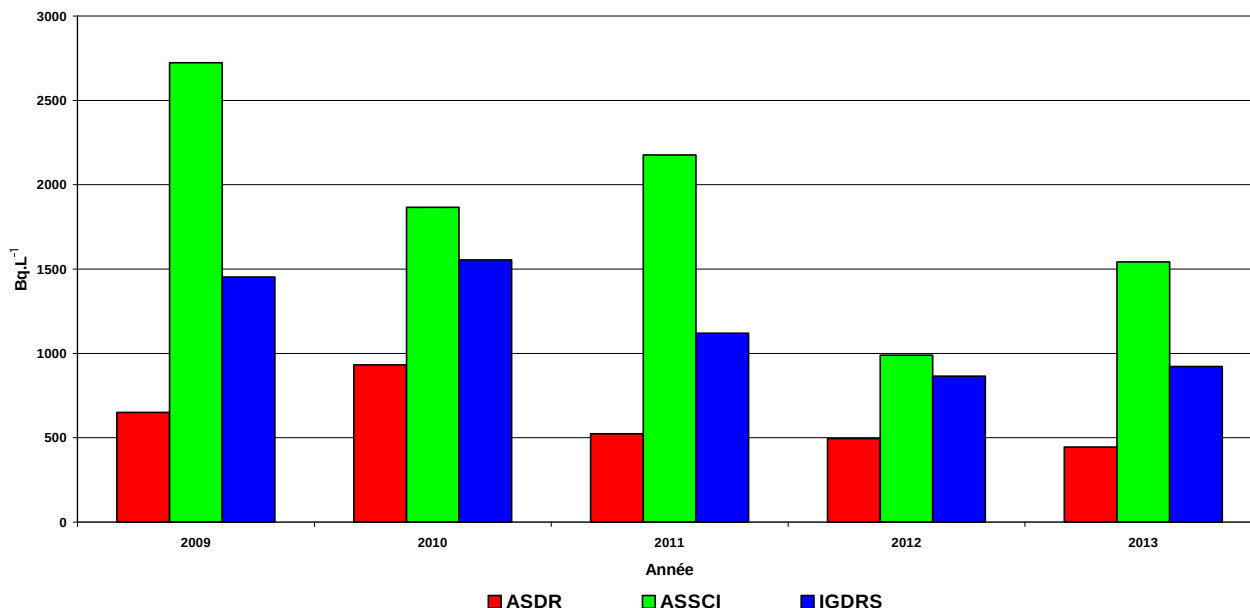
Figure 8-24 : Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



La variation mensuelle la plus marquée est celle de l'ASSCI, suivie de celle de l'IGDRS dont la valeur maximale est de $2\,018\text{ Bq l}^{-1}$ pour le mois de février et la valeur minimale de 159 Bq l^{-1} pour le mois de novembre. Les valeurs mensuelles mesurées à l'ASDR sont les moins variables. Ceci démontre bien que les teneurs diminuent rapidement en fonction de la distance du principal point d'émissions, l'ASSCI étant le point le plus près et l'ASDR le point le plus éloigné.

Les moyennes annuelles de l'activité en tritium des stations identifiées ASDR et ASSCI, présentées à la figure 8-25, indiquent une diminution de 10 % pour l'ASDR, par rapport à l'année précédente, et des augmentations respectives de 56 % et de 7 % pour l'ASSCI et l'IGDRS.

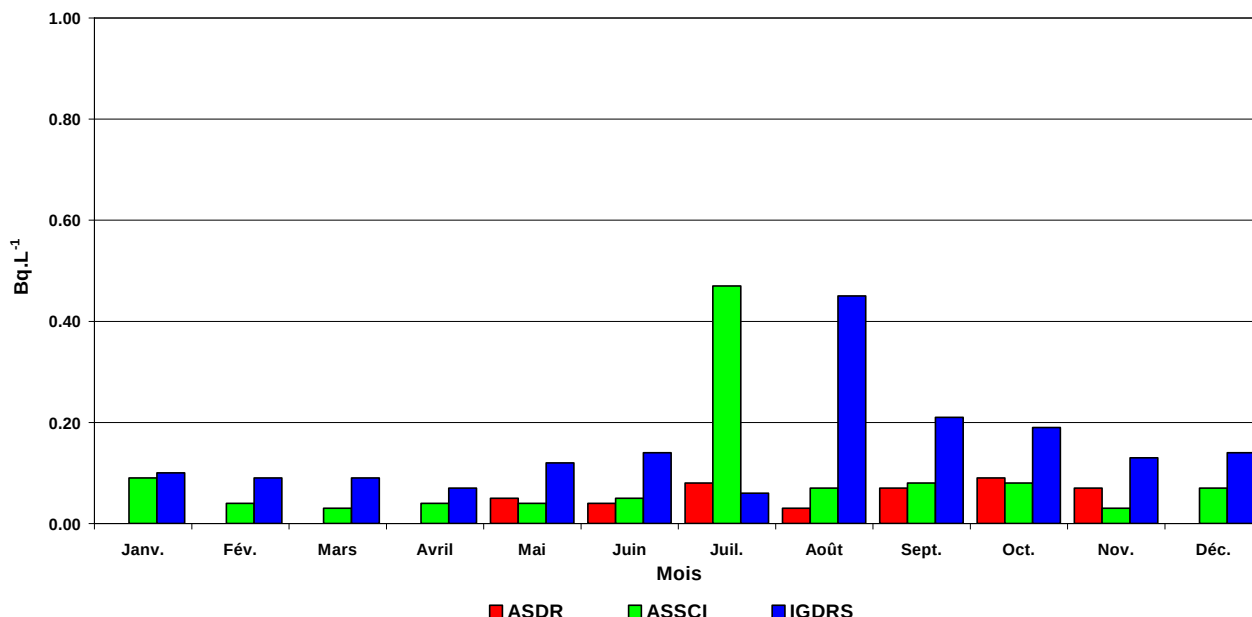
Figure 8-25 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



Les mesures mensuelles de l'activité bêta-total obtenues sur des prélèvements d'eau de surface sont présentées à la figure 8-26. Les valeurs au cours de l'année 2013 sont toutes demeurées sous une concentration de 0,47 Bq l⁻¹, laquelle a été mesurée à l'ASSCI au mois de juillet. Bien que cette valeur soit élevée par rapport aux valeurs des mois précédents, elle demeure en deçà du critère déclencheur de 1 Bq l⁻¹ du PSRE demandant des analyses additionnelles, telles que des analyses unitaires et des spectrométries gamma. Malgré cette valeur, toutes les autres mesures demeurent faibles, se situant entre 0,03 Bq l⁻¹ et 0,45 Bq l⁻¹, et se comparant aux années précédentes. Ceci démontre que l'activité bêta-total est sans grande variation dans le temps. Les activités moyennes en bêta-total présentes dans les précipitations (figure 8-23) sont généralement supérieures à celles mesurées dans les eaux de surface (figure 8-26). Ceci est attendu compte tenu que la majorité des radionucléides ont une grande affinité avec les particules de sol et, par conséquent, n'ont pas tendance à demeurer dans l'eau de surface.

Le suivi des eaux de surface implique également le prélèvement d'échantillons et la mesure de la teneur en tritium dans l'eau du fleuve Saint-Laurent. La carte A-9 de l'annexe A localise les trois points d'échantillonnage, soit en amont et en aval du canal de rejet où les eaux de refroidissement et de procédés de la centrale de Gentilly-2 sont rejetées. En 2013, trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées aux mois de juin, septembre et octobre. Parmi les résultats obtenus, cinq ont été inférieurs à la LD (< 6 Bq l⁻¹), dont les trois mesures du point A, localisé en amont.

Figure 8-26 : Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



Le détail pour les autres mesures, supérieures à la LD, est le suivant : 553 Bq l⁻¹ (point B; juin 2013), 14 Bq l⁻¹ (point C; juin 2013), 898 Bq l⁻¹ (point B; septembre 2013) et 19 Bq l⁻¹ (point C; septembre 2013). Les concentrations en tritium mesurées aux points B et C sont fonction du temps écoulé entre le dernier rejet de réservoir de récupération des eaux radioactives et le moment d'échantillonnage. Ceci explique les valeurs élevées aux mois de juin et septembre.

8.3.3 Eaux d'infiltration

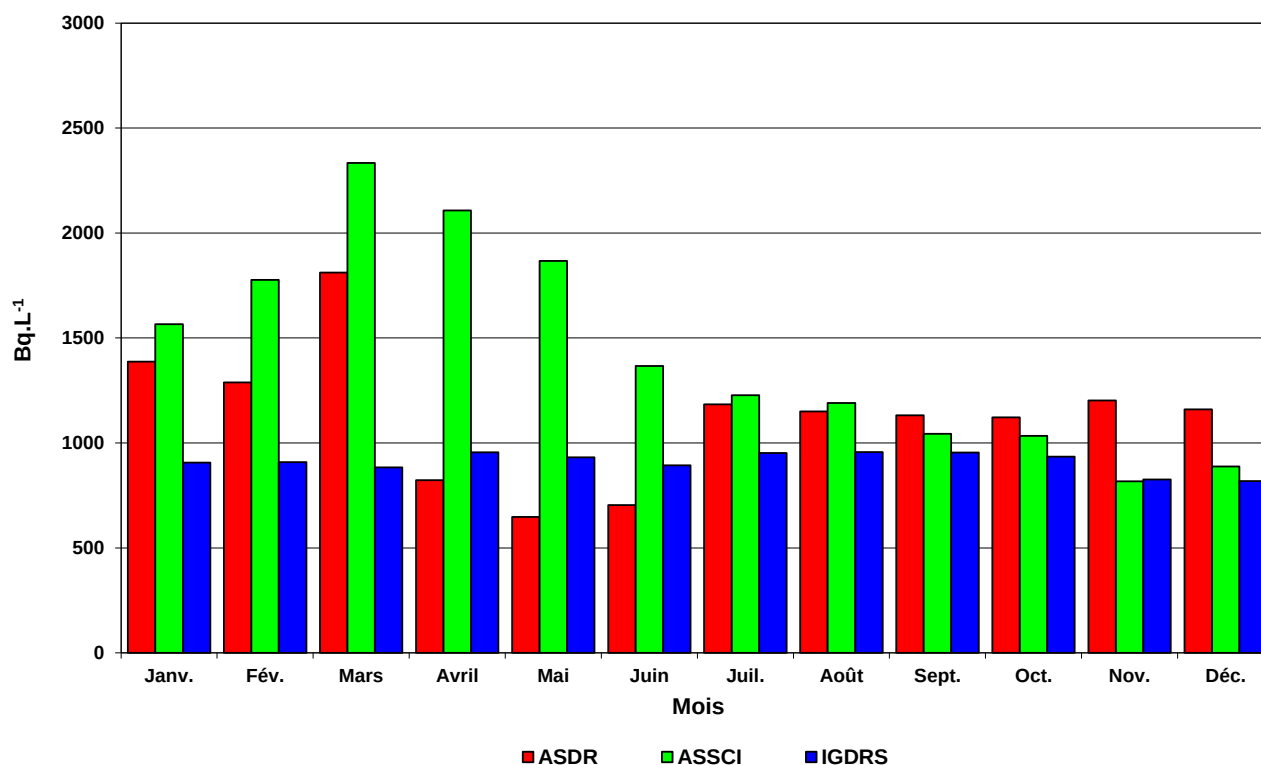
Les eaux d'infiltration (identifiées I ou C) sont définies comme celles présentes dans la portion meuble du sol, qu'elle soit composée de remblais ou de sol naturel. Puisque la mobilité des eaux dans ces sols est très élevée, les teneurs en tritium y sont étroitement liées à celles mesurées dans les eaux de surface, majoritairement composées de précipitations. Les conditions climatiques (précipitations et orientation des vents) influencent l'enrichissement en tritium des eaux de surface (donc, aussi celles d'infiltration), lequel est modulé par les rejets atmosphériques de la centrale. Les résultats d'analyse radiologique des activités mensuelles et annuelles, en tritium et en bêta-total dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS sont représentés aux figures 8-27, 8-28 et 8-29.

Les points d'échantillonnage composant chacune des séries de données des figures 8-27 et 8-28 (ASDR, ASSCI et IGDRS) sont présentés ci-après. La série identifiée ASDR se compose de moyennes des mesures aux points I-14, I-15, I-16 et

I-17. Pour l'ASSCI, il s'agit de valeurs moyennes des points I-1, I-4, P-9C et P-10C. Finalement, pour l'IGDRS, il s'agit de moyennes faites sur le prélèvement des points P-1C, P-5C, P-6C, P-7C, P-11C, P-12C, P-XC et P-YC. Les cartes A-6 et A-7 de l'annexe A présentent la localisation précise de ces points d'échantillonnage.

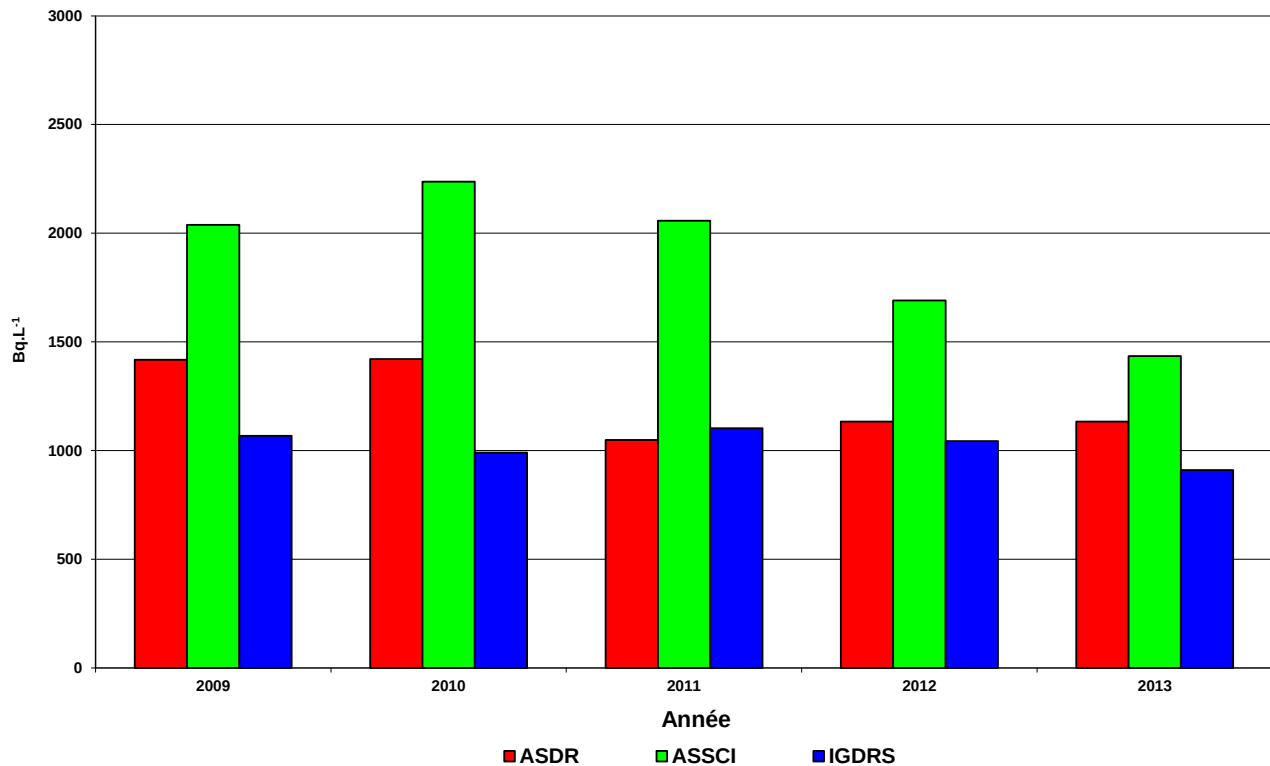
La figure 8-27 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage. La valeur moyenne la plus élevée a été mesurée à l'ASSCI au mois de mars ($2\,333\text{ Bq l}^{-1}$), à l'instar de celle mesurée dans les eaux de surface à ce même point d'échantillonnage et au cours du même mois. En contrepartie, l'activité minimale mesurée à l'ASSCI a été de 818 Bq l^{-1} au mois de novembre. L'augmentation de l'activité dans l'eau d'infiltration à l'ASSCI au mois de mars pourrait être attribuable à la fonte des neiges accumulées sur les surfaces non asphaltées à proximité des modules et influencée par les rejets aériens de la cheminée. Ce phénomène a aussi été observé pour les eaux de surface (figure 8-24). Les valeurs mesurées à l'ASDR varient entre 647 Bq l^{-1} pour le mois de mai à $1\,812\text{ Bq l}^{-1}$ pour le mois de mars, alors que celles à l'IGDRS varient de 818 Bq l^{-1} pour le mois de décembre à 957 Bq l^{-1} pour le mois d'avril. Dans l'ensemble, les moyennes mensuelles calculées pour l'IGDRS sont plus stables que celles mesurées à l'ASDR et à l'ASSCI, qui elles, sont particulièrement variables durant la première moitié de l'année.

Figure 8-27 : Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



La figure 8-28 présente, sur une période de cinq ans, les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration à proximité de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS. En comparant les valeurs moyennes annuelles de 2013 à celles mesurées en 2012, on remarque les tendances suivantes : aucun changement à l'ASDR, baisse de 15 % à l'ASSCI et baisse de 12 % à l'IGDRS. Ainsi, alors qu'aucune tendance à long terme n'est perceptible pour l'ASDR et l'IGDRS, une diminution de l'activité en tritium appert à l'ASSCI depuis 2010 (diminution de 36 %).

Figure 8-28 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013

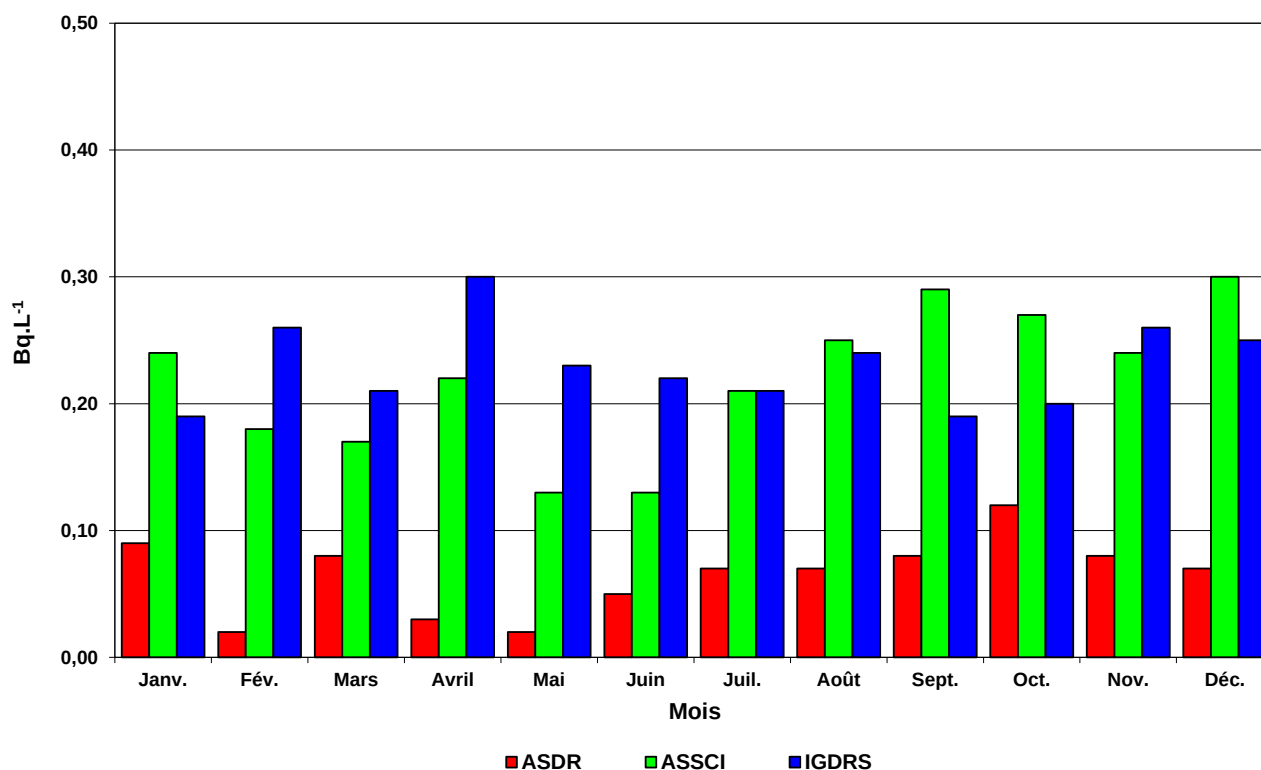


Le suivi radiologique de l'activité bêta-total de l'eau d'infiltration prélevée à proximité des installations est réalisé à l'aide d'échantillons composites. Les évolutions des moyennes mensuelles à l'ASDR, à l'ASSCI et à l'IGDRS sont illustrées à la figure 8-29. Pour la série identifiée ASDR, il s'agit de composites des points d'échantillonnage I-14, I-15, I-16 et I-17. Pour l'ASSCI, il s'agit de composites des points P-9C et P-10C alors que pour l'IGDRS, il s'agit de composites tirés des prélèvements aux points P-1C, P-5C, P-6C, P-7C, P-11C, P-12C, P-XC et P-YC.

Les valeurs au cours de l'année 2013 sont toutes demeurées inférieures ou égales à une concentration de 0,30 Bq l⁻¹, cette dernière valeur ayant été mesurée à deux

reprises, soit à l'ASSCI au mois de décembre et à l'IGDRS en avril. Toutes les mesures demeurent faibles (0,02 à 0,30 Bq l⁻¹) et se comparent à celles obtenues dans les eaux de surface (figure 8-26).

Figure 8-29 : Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



8.3.4 Eaux souterraines

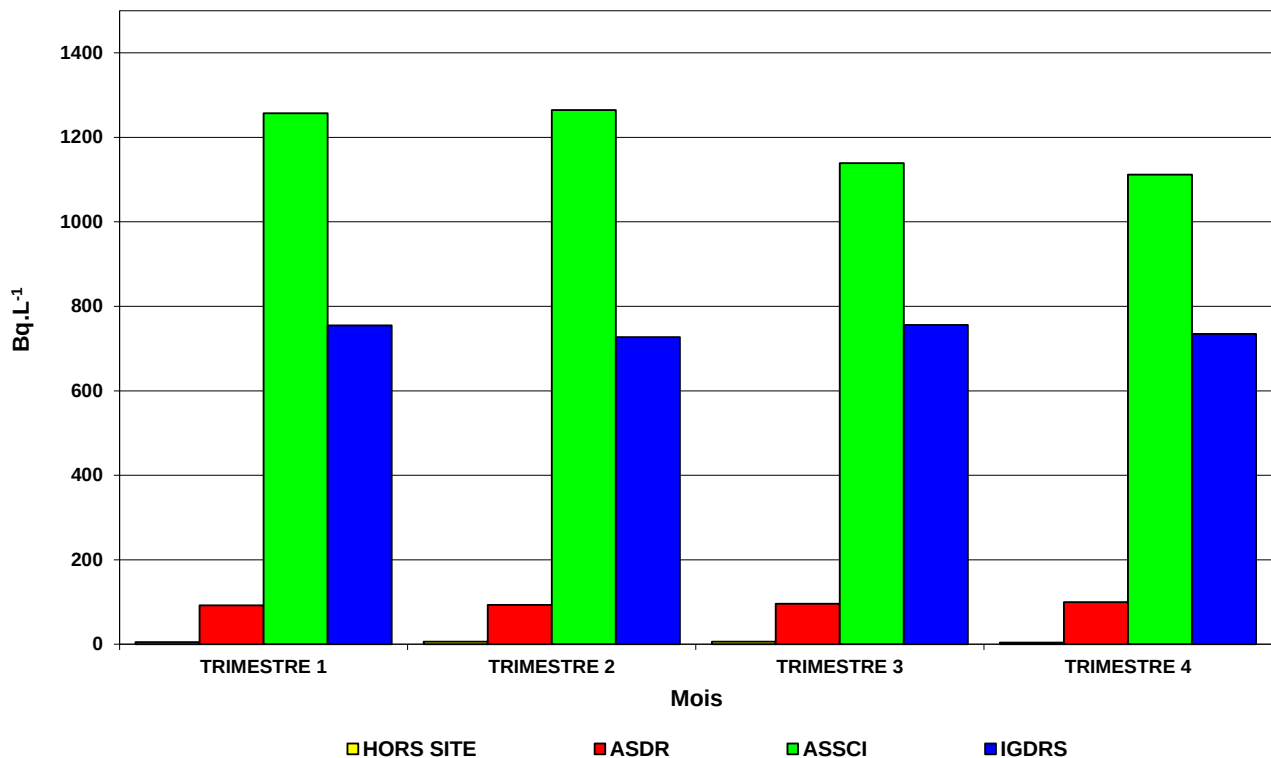
Les eaux souterraines décrites dans cette section sont constituées des eaux prélevées dans le roc profond (identifiées A) ainsi que celles prélevées à l'interface roc et dépôts meubles (identifiées B). Ces eaux sont, sur le site de Gentilly-2, situées à des profondeurs moyennes variant entre cinq et huit mètres et ont une mobilité plus faible que les eaux d'infiltration et de surface, expliquant que les valeurs d'activité en tritium y soient moins élevées. Par conséquent, les mesures étant moins variables, le suivi des eaux souterraines est réalisé sur une base trimestrielle depuis la mise en œuvre du PSRE.

Les points d'échantillonnage composant chacune des séries de données des figures 8-30 et 8-31 (hors site, ASDR, ASSCI et IGDRS) sont présentés ci-après. La série identifiée hors site se compose de moyennes des mesures réalisées aux points A'-5, E-5 et EP-2 à l'extérieur de la zone d'exclusion. Pour l'ASDR, il s'agit de moyennes des mesures issues des points A-1, D-1 et D'-1. Pour l'ASSCI, il s'agit de moyennes tirées des points A-2, P-8A, P-8B, P-9A, P-9B, P-10A et P-10B; alors que pour

l'IGDRS, les moyennes sont calculées à partir des prélèvements aux points P-1A, P-1B, P-5A, P-5B, P-6A, P-6B, P-7A, P-7B, P-11A, P-11B, P-12A, P-12B, P-XA, P-XB, P-YA et P-YB. Les cartes A-1, A-7 et A-8 de l'annexe A présentent la localisation précise de ces points.

Les résultats d'analyse trimestrielle de la teneur en tritium dans les eaux souterraines hors site, présentés à la figure 8-30, sont tous inférieurs à la LD fixée à 6 Bq l^{-1} . Ceci démontre l'absence de l'influence de la centrale sur les eaux des nappes phréatiques au-delà de la zone d'exclusion. Les valeurs les plus élevées dans les eaux souterraines sont celles mesurées à l'ASSCI, où la valeur maximale a été de $1\,265 \text{ Bq l}^{-1}$ au deuxième trimestre. Cette situation est attendue puisque l'ASSCI est localisée plus près du point d'émissions principal.

Figure 8-30 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour l'année 2013

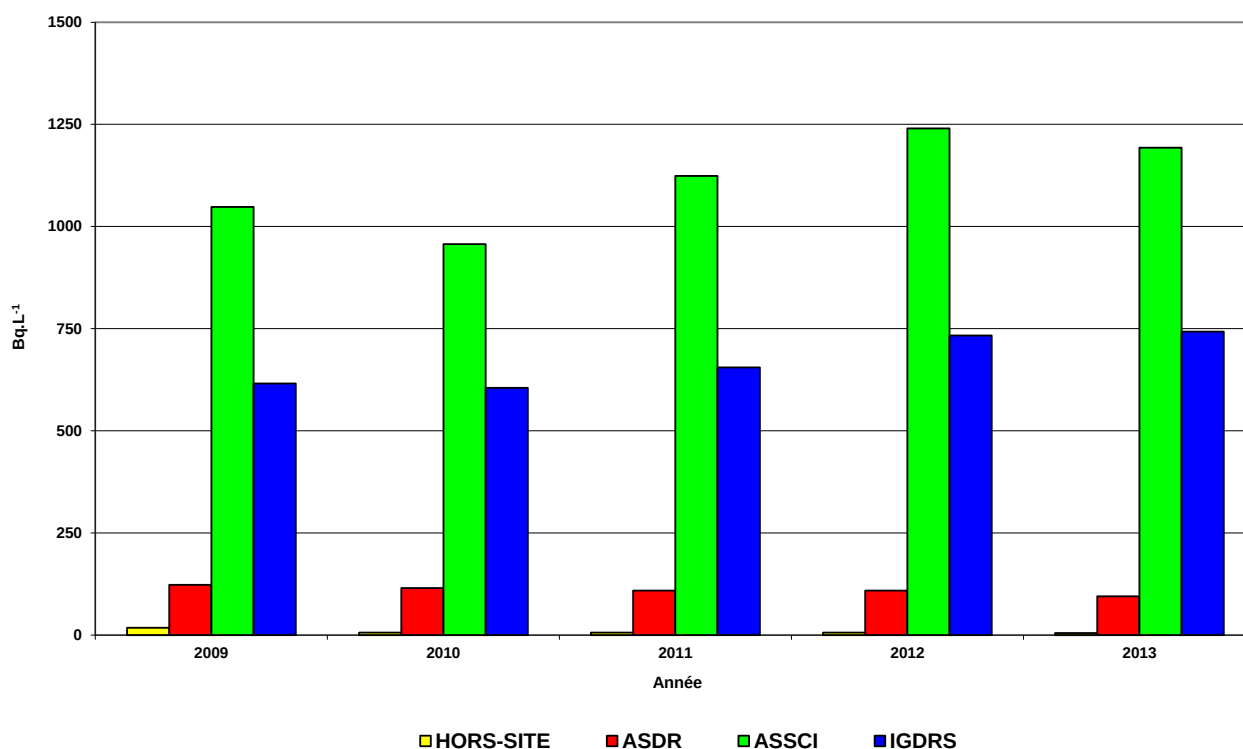


Les valeurs mesurées varient peu d'un trimestre à l'autre pour chacun des points soit : de 92 à 100 Bq l^{-1} pour l'ASDR, de 727 à 756 Bq l^{-1} pour l'IGDRS et de 1 112 à $1\,265 \text{ Bq l}^{-1}$ pour l'ASSCI.

La figure 8-31 présente, pour une période de cinq ans, les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau souterraine à proximité de l'ASDR, de l'ASSCI, de

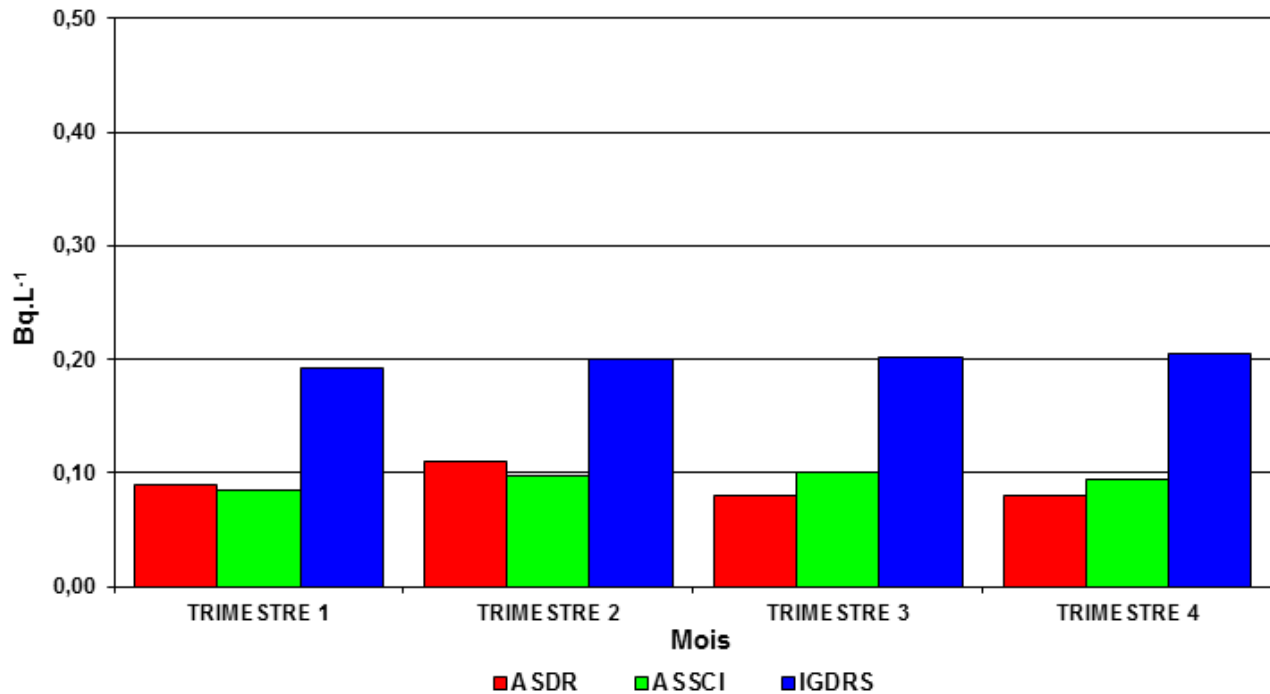
l'IGDRS et hors du site. En comparant les valeurs moyennes annuelles de 2013 par rapport à celles mesurées en 2012, il est possible de remarquer qu'il n'y a aucune variation pour l'ASDR et pour les valeurs hors du site. D'ailleurs, il n'y a jamais eu de détection d'activité en tritium aux points hors site au-delà des LD des équipements de laboratoire ou des méthodes, lesquelles ont été diminuées de 20 à 6 Bq l⁻¹ en 2010. Pour l'ASDR et l'ASSCI, des diminutions d'activité en tritium respectives de 13 % et 4 % sont remarquées en comparant la moyenne annuelle de 2013 à celle de 2012. Seule une faible augmentation négligeable de 1 % est remarquée pour l'IGDRS. Aucune tendance significative à la baisse ou à la hausse n'est décelée pour aucune des séries de données.

Figure 8-31 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour la période 2009-2013



Le suivi radiologique de l'activité bêta-total de l'eau souterraine prélevée autour des installations est également réalisé à l'aide d'échantillons composites. Les moyennes trimestrielles sont illustrées à la figure 8-32. Toutes les valeurs sont inférieures à une activité de 0,21 Bq l⁻¹ obtenue à l'IGDRS. Les activités bêta-total sont sans grande variation dans le temps et de niveau très faible.

Figure 8-32 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013



8.3.5 Eaux de fonte des neiges

Le dépôt à neige est situé au sud de l'IGDRS (carte A-7 de l'annexe A). Durant la période de fonte des neiges, l'échantillonnage des eaux de fonte se fait en plusieurs points ceinturant le site de dépôt. Ceci permet de voir l'influence de la fonte des neiges sur les eaux avoisinant le dépôt (tritium et émetteurs gamma). L'eau est prélevée en surface à la vanne guillotine (1520-V1) ainsi que dans quatre piézomètres au niveau des dépôts meubles (P-1C, P-35C, P-37C et P-39C). Ces points d'échantillonnage sont présentés à la carte A-3 de l'annexe A.

L'activité en tritium aux différents points est présentée à la figure 8-33 alors que les résultats d'analyse des eaux souterraines sont présentés au tableau 8-2. Pour les eaux de surface, la valeur d'activité en tritium la plus élevée et la valeur la plus faible ont été respectivement mesurées au point d'échantillonnage d'eau de surface (1520-V1) au mois de juillet (850 Bq l⁻¹) et au mois d'octobre (440 Bq l⁻¹). Concernant les eaux souterraines de l'horizon C, quoique des différences d'activité soient perceptibles entre les piézomètres, les valeurs respectives sont relativement stables au fil du temps (écart type moyen de 60 Bq l⁻¹ pour l'ensemble), ce qui démontre que les eaux de fonte sont rapidement évacuées du bassin de rétention dans lequel elles sont drainées via les eaux de surface. Les analyses démontrent que l'influence principale de la fonte

des neiges se situe au niveau des eaux de surface, par une valeur plus élevée en tritium.

Figure 8-33 : Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface et dans l'horizon C de l'eau souterraine lors de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

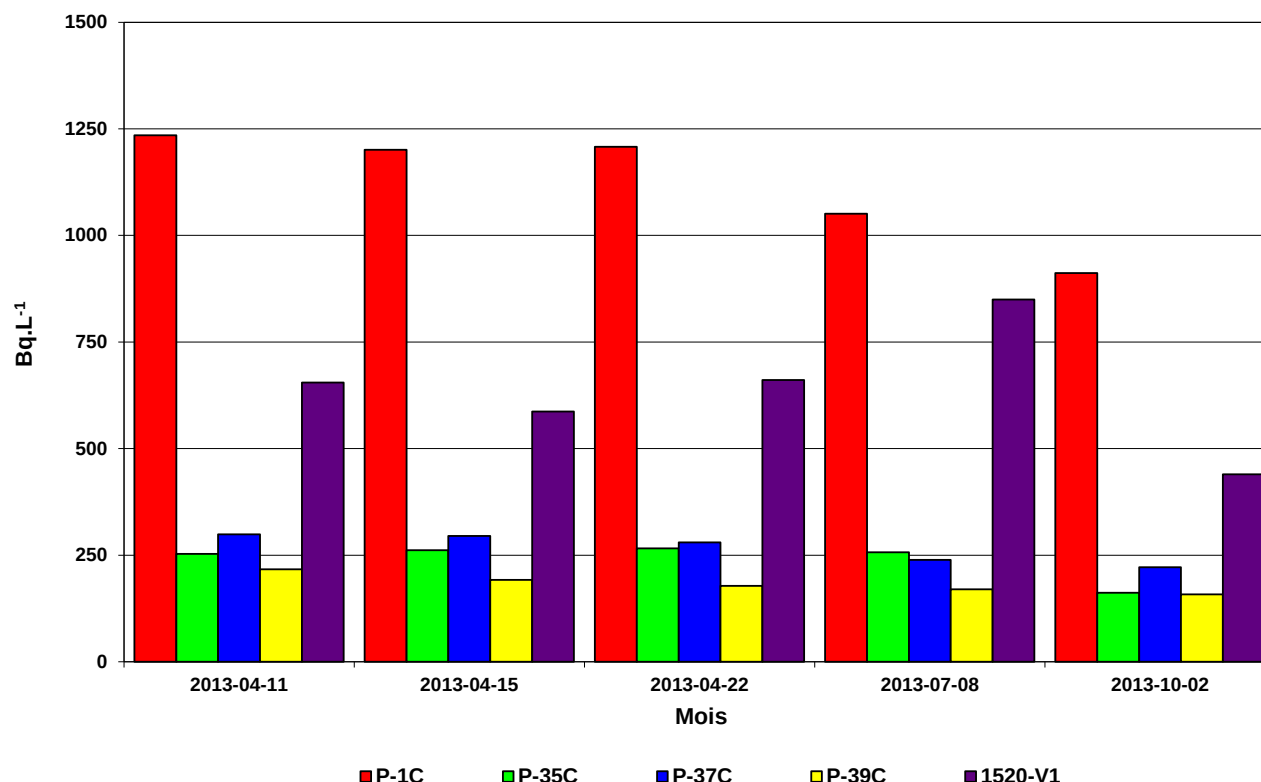


Tableau 8-2 : Sommaire des résultats d'analyses radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Radionucléides	Moyennes (Bq l ⁻¹)	
	1520-V1	Horizon C
Tritium	639	453
Spectrométrie gamma Cs-137	< 0,21	< 0,24

8.3.6 Eau potable

Dans le programme de surveillance radiologique de la centrale, l'eau potable est prélevée mensuellement à quatre points d'échantillonnage fixes en plus d'un point de référence. Ces points sont situés dans la région avoisinant la centrale alors que le point de référence est localisé à l'extérieur de la zone définie par un rayon de 20 km. Les échantillons sont prélevés dans le système de distribution d'eau potable de la ville

de Trois-Rivières, des municipalités de Gentilly et de Champlain ainsi que dans un puits artésien d'une ferme de la rive sud du fleuve (secteur de Gentilly). Les échantillons de référence sont quant à eux prélevés dans le système de distribution d'eau potable de la ville de Drummondville. À l'exception d'une mesure présentant une activité en tritium de 7 Bq l^{-1} en mai 2013 au puits artésien de la ferme, tous les résultats d'analyse de tritium sur les cinq points d'échantillonnage sont inférieurs au seuil de détection fixé à 6 Bq l^{-1} .

L'activité bêta-total a aussi été vérifiée sur des échantillons composites trimestriels de chacun des points d'échantillonnage. La valeur maximale mesurée a été de $0,15 \text{ Bq l}^{-1}$ dans le puits artésien de la ferme, ce qui demeure comparable aux teneurs naturelles retrouvées dans les cours d'eau, teneurs pouvant varier entre $0,005$ et $0,2 \text{ Bq l}^{-1}$ (McDougall, 2007).

8.4 Surveillance de la qualité des sols et des sédiments

Cette section présente les résultats de la surveillance des sols arables et des sédiments dynamiques prélevés dans le fleuve Saint-Laurent.

8.4.1 Sols arables

Pour évaluer la dispersion radiologique dans les sols arables, des prélèvements sont effectués dans les champs de quatre fermes (R.L., J.N.L., F.R. et K.D.) situées dans la région (carte A-8 de l'annexe A). Deux fermes sont situées sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent alors que les deux autres sont localisées sur la rive nord. En 2013, deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en avril et en octobre (sauf à la ferme J.N.L. où la campagne d'octobre n'a pu être réalisée puisque la terre n'y avait pas été labourée). Le tableau 8-3 présente les résultats mesurés dans les sols arables des quatre fermes.

Tableau 8-3 : Radioactivité mesurée dans les sols arables aux quatre fermes collaborant au PSRE pour l'année 2013

Radionucléides	Activité moyenne (Bq kg^{-1})	Activité maximum (Bq kg^{-1})
Tritium	1,7	5,9
Be-7	3,2	5,5
Cs-137	6,2	7,7
K-40	788,6	877,0

Pour le tritium, des valeurs supérieures à la LD n'ont été mesurées qu'à deux reprises en 2013, soit au mois d'avril. La valeur maximale mesurée a été de $5,9 \pm 0,6 \text{ Bq kg}^{-1}$ à la ferme F.R., située la plus près de la centrale de Gentilly-2. L'autre valeur, mesurée au mois d'avril, a été de $1,1 \pm 0,5 \text{ Bq kg}^{-1}$ à la ferme R.L. Toutes les autres

mesures d'activité en tritium ont été sous la LD (limite variant entre 0,71 et 1,5 Bq kg⁻¹).

D'autres radionucléides sont aussi détectés, dont le césium-137, le potassium-40 et le béryllium-7. Le césium-137 mesuré dans les sols, est attribuable aux essais nucléaires passés et aux événements tels que Tchernobyl, en 1986, ou Fukushima Daiichi, en 2011. Le béryllium-7 mesuré est d'origine cosmique alors que le potassium-40 est un des radionucléides le plus fréquemment rencontrés dans les roches, à des teneurs naturelles variant entre 70 et 1 500 Bq kg⁻¹, selon le type (Eisenbud et Gesell, 1997). Ces radionucléides sont mesurés année après année et les résultats obtenus en 2013 sont comparables à ceux obtenus aux années antérieures.

8.4.2 Sédiments dynamiques

Des sédiments dynamiques sont prélevés dans le fleuve Saint-Laurent à trois emplacements différents, présentés à la carte A-9 de l'annexe A. La station A, localisée à environ un kilomètre en amont de la prise d'eau de la centrale, constitue la station témoin. Les stations B et C sont celles susceptibles d'être affectées par les effluents liquides de la centrale de Gentilly-2. La station B est située à l'embouchure du canal de rejet alors que la station C est localisée à environ deux kilomètres en aval de la centrale, dans l'anse à Lemarier. En 2013, trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en juin, en septembre et en octobre. Les résultats d'analyse des sédiments dynamiques sont présentés au tableau 8-4.

Tableau 8-4 : Radioactivité détectée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Radionucléides	Moyenne de l'activité mesurée (Bq kg ⁻¹)		
	A (amont)	B (aval)	C (aval)
⁷ Be	66,7	81,0	48,3
⁴⁰ K	718,7	713,3	736,7
⁶⁰ Co	< 0,91	21,4	2,1
⁵⁴ Mn	< 0,63	< 0,81	< 0,4
⁹⁴ Nb	< 0,78	0,7	< 0,35
⁹⁵ Nb	< 0,95	1,0	0,4
⁹⁵ Zr	< 1,5	< 1,3	< 0,72
¹²⁴ Sb	< 0,79	0,9	< 0,37
¹²⁵ Sb	< 2	1,2	< 0,9
¹³⁷ Cs	5,9	9,2	5,4
¹⁵³ Gd	< 1,3	< 0,9	< 0,73

La station A ne présente des activités que pour le béryllium-7, le potassium-40 et le césium-137. Tous les autres radionucléides présentent des activités sous les seuils de détection pour ce point.

Les mesures réalisées sur les sédiments prélevés au point B présentent généralement les niveaux d'activité les plus élevés. Il s'agit d'ailleurs de la première des deux stations affectées par les rejets liquides de la centrale nucléaire (celle tout juste en aval de la centrale). La station B montre des activités pour le béryllium-7 (maximum 96 Bq kg⁻¹), le potassium-40 (maximum 783 Bq kg⁻¹), le cobalt-60 (maximum 22,2 Bq kg⁻¹), le niobium-94 (maximum 1,0 Bq kg⁻¹), le niobium-95 (maximum 1,4 Bq kg⁻¹), l'antimoine-124 (maximum 1,5 Bq kg⁻¹), l'antimoine-125 (maximum 0,8 Bq kg⁻¹) et le césium-137 (maximum 11,3 Bq kg⁻¹).

À l'exception du potassium-40, les activités mesurées au point C sont plus faibles que celles du point B et sont plus près de celles mesurées à la station A, considérée comme station témoin. Pour cette station, le béryllium-7 (maximum 79 Bq kg⁻¹), le potassium-40 (maximum 689 Bq kg⁻¹), le cobalt-60 (maximum 2,6 Bq kg⁻¹), le niobium-95 (maximum 0,47 Bq kg⁻¹) et le césium-137 (maximum 7,6 Bq kg⁻¹) sont mesurés alors que les autres radionucléides sont sous le seuil de détection.

Comme par les années passées, le béryllium-7, le potassium-40 et le césium-137 sont les radionucléides pour lesquels une activité est mesurée à tous les points de prélèvement tant en amont (A) qu'en aval (B et C) de la centrale. La présence de ces radionucléides dans les sédiments dynamiques du fleuve n'est pas uniquement liée à l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. On mesure du césium-137 également dans les sédiments du fleuve à la hauteur de Varennes et de Lavaltrie, des municipalités situées à plusieurs kilomètres en amont de la centrale de Gentilly-2 (Paré, 1996).

Le cobalt-60, le niobium-94, le niobium-95, l'antimoine-124 et l'antimoine-125 sont des radionucléides émetteurs bêta gamma pouvant se retrouver dans les effluents liquides de la centrale de Gentilly-2, ce qui explique leur présence en aval seulement. Les données présentées au tableau 8-4 laissent supposer que les radionucléides rejetés par les systèmes d'évacuation d'eau de refroidissement et de procédé sont rapidement déposés sur le fond fluvial du canal de rejet et dispersés puisque dans la majorité des cas, l'activité mesurée au point d'échantillonnage C situé à près de deux kilomètres en aval de la centrale nucléaire est comparable aux résultats issus de la station A, plus en amont.

8.5 Surveillance de la faune et de la flore

Le programme de surveillance radiologique de la centrale de Gentilly-2 prévoit mesurer l'impact de la dispersion des effluents liquides et gazeux sur la faune (aquatique) et la flore (aquatique et terrestre). Les résultats de cette surveillance sont présentés dans les sous-sections suivantes.

8.5.1 Plantes fourragères

Des échantillons de plantes fourragères ont été prélevés dans quatre fermes (R.L., J.N.L., F.R. et K.D.) au cours du mois de juin 2013, soit les mêmes fermes que celles retenues au programme pour la surveillance du lait et du sol arable (carte A-8 de l'annexe A).

Sur l'ensemble des échantillons analysés en 2013, des concentrations en tritium furent détectées dans les plantes fourragères de deux des quatre fermes échantillonnées. Il s'agit des fermes F.R. et K.D. avec des activités respectives de 111 et 52 Bq kg⁻¹. Aucune concentration de tritium ne fut supérieure à la LD fixée à 3,1 Bq kg⁻¹ pour les deux autres fermes. Le potassium-40, le béryllium-7 et le carbone-14 sont les radionucléides retrouvés de façon systématique dans le fourrage des quatre fermes, leur moyenne étant respectivement de 785 Bq kg⁻¹, 108 Bq kg⁻¹ et 241 Bq kg-C⁻¹. Bien que la présence de carbone-14 soit détectée, la concentration mesurée est similaire au bruit de fond naturel de 220 Bq kg-C⁻¹ (Eisenbud et Gesell, 1997). Il est à noter que toutes les valeurs en césium-137 ont été inférieures à la LD (0,7 Bq kg⁻¹).

La présence de cette radioactivité dans les plantes fourragères n'est pas inattendue puisqu'il s'agit de radionucléides pouvant également provenir d'autres sources que celle de la dispersion des effluents gazeux de la centrale.

8.5.2 Plantes aquatiques

Le PSRE prévoit l'échantillonnage de plantes aquatiques à deux endroits dans le fleuve Saint-Laurent afin de vérifier la présence de radionucléides. La localisation de ces deux zones de récolte est présentée à la carte A-9 de l'annexe A. La première zone d'échantillonnage (PA1) est située très près de l'entrée de l'ancienne station de pompage de la centrale Gentilly-1. Cette station ne devrait pas être influencée par les effluents radioactifs de Gentilly-2 puisqu'elle est localisée en amont du canal de rejet. La seconde zone d'échantillonnage (PA2) est située à deux kilomètres en aval de la centrale de Gentilly-2 (anse à Lemarier). Les résultats de l'échantillonnage réalisé en septembre 2013 sont présentés au tableau 8-5.

Tableau 8-5 : Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent récoltées près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Radionucléides	Activité (Bq kg ⁻¹)	
	PA1	PA2
⁶⁰ Co	< 0,70	1,0
¹³⁷ Cs	< 0,54	0,9
⁴⁰ K	1 110	854
¹³¹ I	3,1	1,7
⁹⁵ Nb	< 0,64	< 0,66
¹⁴ C	228 Bq kg-C ⁻¹	320 Bq kg-C ⁻¹

Les résultats présentent des valeurs supérieures aux LD pour le cobalt-60 (aval), le césium-137 (aval), le potassium-40 (amont et aval), l'iode-131 (amont et aval) et le carbone-14 (amont et aval). Seul le carbone-14 présente une concentration significativement supérieure en aval de la centrale comparativement à l'amont.

Des traces d'iode-131 sont mesurées dans les plantes aquatiques des deux stations d'échantillonnage. La concentration mesurée est comparable à celles mesurées aux années précédentes, tant en amont (2011 : 7,4 Bq kg⁻¹; non détecté en 2012) qu'en aval (2011 : 8,4 Bq kg⁻¹; 2012 : 6,3 Bq kg⁻¹). Compte tenu de sa courte période radioactive et de la date d'arrêt du réacteur, la présence de l'iode-131, étant un produit de fission d'un réacteur CANDU, est liée à son utilisation pour des fins médicales (Béland, 1995 et Barbeau, 2009).

Le potassium-40 est présent naturellement dans le sol, suggérant que les concentrations retrouvées dans les plantes aquatiques ne sont pas attribuables aux rejets de la centrale de Gentilly-2. Concernant le carbone-14, il a été mesuré à des concentrations de 228 et 320 Bq kg-C⁻¹ respectivement en amont et en aval de la centrale. Ces valeurs montrent une légère augmentation de carbone-14 par rapport à la teneur mesurée au même endroit en 2012 (241 Bq kg-C⁻¹). Le carbone-14 est également présent naturellement dans le biote à des concentrations de l'ordre de 220 Bq kg-C⁻¹ (Eisenbud et Gesell, 1997).

8.5.3 Mollusques

Le PSRE prévoit la récolte de mollusques une fois par année afin d'en analyser distinctement l'activité dans la chair et les coquilles. La zone de récolte est située en aval du canal de rejet, à environ deux kilomètres de la centrale de Gentilly-2, dans l'anse à Lemarier (carte A-9 de l'annexe A). La coquille et la chair des mollusques sont analysées de façon indépendante. Les résultats de l'échantillonnage réalisé en juin 2013 sont présentés au tableau 8-6.

Tableau 8-6 : Radioactivité mesurée dans la coquille et la chair de mollusques du fleuve Saint-Laurent récoltés près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Radionucléides	Activité (Bq kg ⁻¹)	
	Coquille	Chair
⁶⁰ Co	< 0,12	0,50
¹³⁷ Cs	< 0,12	< 0,18
⁴⁰ K	5,1	17
¹³¹ I	< 0,19	< 0,26
⁹⁵ Nb	< 0,13	< 0,19
¹⁴ C	392 Bq kg-C ⁻¹	360 Bq kg-C ⁻¹

Une activité en potassium-40 et carbone-14 a été mesurée dans la coquille des mollusques alors qu'une activité en cobalt-60, potassium-40 et carbone-14 a été mesurée dans la chair de ces derniers.

Les radionucléides mesurés en 2013 dans les mollusques sont ceux fréquemment rencontrés année après année, et ce, dans des niveaux comparables. Le cobalt-60 et le carbone-14 mesurés dans la chair des mollusques sont directement liés aux rejets liquides de la centrale. Le potassium-40 mesuré dans la chair et dans la coquille serait quant à lui plutôt d'origine naturelle.

8.5.4 Poissons

Le PSRE prévoit la capture mensuelle de poissons, par pêches au filet, dans le canal de rejet de la centrale de Gentilly-2. Pour l'année 2013, huit pêches mensuelles ont été réalisées dont six ont été fructueuses. Quatre pêches hivernales n'ont pu être réalisées en raison de l'arrêt de la centrale occasionnant le gel du canal de rejet, d'où une impossibilité de poser l'engin de pêche. Le tableau 8-7 présente les espèces pêchées dans le canal de rejet en 2013.

Tableau 8-7 : Espèces de poissons pêchés dans le canal de rejet de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

Mois	Nom commun	Nom scientifique
Janvier	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable, car le canal de rejet était gelé.	
Février	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable, car le canal de rejet était gelé.	
Mars	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable, car le canal de rejet était gelé.	
Avril	Aucune capture	
Mai	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Juin	Chevalier blanc	<i>Moxostoma anisurum</i>
Juillet	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Août	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Septembre	Aucune capture	
Octobre	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>
Novembre	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>
Décembre	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable, car le canal de rejet était gelé.	

Une analyse de radioactivité a été effectuée sur chaque poisson capturé. Les résultats démontrent la présence de potassium-40 (moyenne $124,8 \text{ Bq kg}^{-1}$), de césium-137 (moyenne $0,79 \text{ Bq kg}^{-1}$), de carbone-14 (moyenne $432,5 \text{ Bq kg-C}^{-1}$) et de tritium (moyenne HTO : $176,2 \text{ Bq kg}^{-1}$). Ces résultats sont similaires à ceux des années antérieures.

8.6 Produits comestibles

L'analyse de différents produits de consommation humaine est également prévue au PSRE de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Ces produits comestibles locaux sont sélectionnés selon leur disponibilité respective auprès des habitants des municipalités limitrophes à la centrale. À l'instar de l'année précédente, ils comprennent du lait de vache frais (fermes R.L., J.N.L., F.R., K.D.) (carte A-8 de l'annexe A), des légumes (Bécancour), des fruits (Sainte-Gertrude; sud-ouest de la centrale), de l'eau d'érable et du sirop d'érable (Bécancour). Contrairement au suivi de 2012, aucune coquille d'œuf n'a été analysée en 2013, le producteur retenu en ayant abandonné la production.

L'analyse radiologique du lait de vache est un volet important du PSRE de la centrale de Gentilly-2. Tout comme en 2012, et ce suite à la mise en œuvre de la révision du PSRE, le suivi hebdomadaire est réalisé sur un échantillon composite en provenance des quatre fermes suivies. Pour le tritium et le carbone-14, l'analyse se fait sur un échantillon composite mensuel d'une seule et même ferme. Concernant les analyses des émetteurs gamma, l'analyse se fait sur un échantillon composite en provenance

des quatre fermes, préparé hebdomadairement. Un paramètre déclencheur concernant le tritium est actuellement en vigueur. Advenant que la teneur en tritium dans un échantillon composite excède 100 Bq l^{-1} , des analyses radiologiques sont réalisées sur les échantillons unitaires pendant une période minimale d'un mois.

Sur l'ensemble des 48 échantillons composites de lait analysés en tritium pour 2013, un seul a présenté une concentration de tritium légèrement supérieure à la LD (27 Bq l^{-1}). Il s'agit d'une mesure provenant d'un échantillon de la ferme R.L. prélevé en août 2013.

En ce qui a trait aux analyses des échantillons composites pour le carbone-14, quatre échantillons ont présenté une activité supérieure à la LD. Il s'agit d'un échantillon de la ferme R.L. (octobre 2013; 14 Bq l^{-1}), un échantillon de la ferme J.N.L. (octobre 2013; 15 Bq l^{-1}) et de deux échantillons de la ferme F.R. (février et décembre 2013; 18 et 17 Bq l^{-1} respectivement). Dans chacun des cas, l'activité détectée s'avère très faible. Pour les émetteurs gamma, aucune mesure n'a été supérieure aux LD pour l'iode-131. Une activité de césium-137 supérieure à la LD n'a été mesurée que pour un seul échantillon en 2013. Le potassium-40 a toutefois été mesuré dans tous les échantillons de lait, avec une mesure maximale de $1\,970 \pm 30 \text{ Bq l}^{-1}$.

En 2013, aucune concentration mesurable de tritium ou de cobalt-60 n'a été détectée dans les fruits (pommes) ou légumes (carottes, choux et tomates) récoltés. Ainsi, tous les spécimens constituant le poids minimal nécessaire à l'échantillon (environ une vingtaine de kilogrammes) ont impliqué des teneurs en tritium inférieures à une concentration de 6 Bq kg^{-1} ou des teneurs en cobalt-60 inférieures à $0,55 \text{ Bq kg}^{-1}$, soit les LD des méthodes. Certains radionucléides ont été détectés, mais ne sont pas associés aux rejets de la centrale soit : du béryllium-7 dans les choux ($3,0 \pm 0,8 \text{ Bq l}^{-1}$) et les pommes ($3,7 \pm 0,7 \text{ Bq kg}^{-1}$), du césium-137 dans les tomates ($2,0 \pm 0,2 \text{ Bq kg}^{-1}$) alors que du potassium-40 (maximum $1\,360 \pm 40 \text{ Bq kg}^{-1}$ - tomates) et du carbone-14 (maximum $262 \pm 39 \text{ Bq kg-C}^{-1}$ - pommes) l'ont été dans tous les échantillons. Le béryllium-7 et le césium-137 ont déjà été mesurés dans les années passées, notamment en 2012, et sont souvent présents dans l'environnement. Les teneurs détectées en 2013 demeurent similaires à celles de 2012.

Des analyses de tritium dans l'eau d'érable et d'émetteurs gamma dans le sirop d'érable récoltés le 11 mars 2013 ont été réalisées. La teneur en tritium dans l'eau d'érable s'est avérée inférieure à la limite analytique de détection ($< 4,0 \text{ Bq l}^{-1}$). Toutefois, du potassium-40 et du césium-137 ont été mesurés dans le sirop à des teneurs de $105 \pm 3 \text{ Bq kg}^{-1}$ et de $4,7 \pm 0,2 \text{ Bq kg}^{-1}$, respectivement. Les valeurs mesurées en émetteurs gamma sont semblables à celles mesurées lors des années passées.

8.7 Données météorologiques

La figure 8-34 illustre l'ensemble des lectures de vents (origine) recueillies au cours de l'année 2013 à la tour d'instrumentation météorologique du site de la centrale de Gentilly-2, située à la limite sud de la zone d'exclusion de la centrale (carte A-1 de l'annexe A). La figure 8-35 reprend, de façon identique, toutes les données colligées au cours des cinq dernières années. Tous les instruments de mesure desquels sont tirées les données représentées aux figures 8-34 et 8-35 se trouvent à une hauteur de 37 m, hauteur équivalente à celle de la cheminée principale de la centrale de Gentilly-2, soit le principal point d'émissions.

La rose de l'origine des vents de l'année courante (figure 8-34) et celle récapitulant la période 2009-2013 (figure 8-35) présentent des patrons de vent quasi identiques. Les vents calmes d'une vitesse inférieure à 2 km h^{-1} , et ce sans égard aux cadrans d'origine, ont par contre été légèrement plus fréquents durant l'année courante qu'en moyenne lors des cinq années précédentes.

Les quelques origines de vents et gradients de vitesse pouvant disperser les effluents atmosphériques de la centrale en direction du lieu de résidence des membres identifiés comme étant représentatifs de la population ont été, en 2013, significativement plus faibles que l'année précédente (diminution de l'ordre de 25 %). Outre cette diminution des vents en direction de la population, la différence la plus marquée se situe au niveau des vents d'origine ouest-sud-ouest, plus soutenus en 2013 qu'en 2012 (hausse de l'ordre de 15 %).

Concernant la justesse et la disponibilité des données représentées à la rose d'origine des vents de l'année 2013, les seules interruptions de collecte des données à souligner pour la tour instrumentée de 37 m sont celles survenues le 28 mai ainsi que les 26, 29 et 30 septembre 2013. Ces interruptions ont été la résultante des entretiens. Aucune substitution de donnée n'a été faite pour ces périodes, qui ne représentent somme toute que moins de 0,3 % de l'ensemble des données récoltées annuellement. Pour la réalisation de la rose d'origine des vents du site de Gentilly en 2013 (figure 8-34), toute donnée associée à ces périodes a été éliminée.

L'analyse des deux roses d'origine des vents (annuelle 2013 et récapitulative de la période 2009-2013) confère à nouveau aux vents soufflant dans l'axe sud-ouest nord-est le statut de vents dominants. Les vents de ces deux origines suivent de près le couloir de vents calqué sur l'axe d'écoulement du fleuve Saint-Laurent. Les occurrences de vents d'origines sud-sud-ouest et est-nord-est peuvent également être considérées, voire combinées à ce même axe lorsque vient le temps d'analyser la dispersion atmosphérique des différents rejets atmosphériques.

Figure 8-34 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2013

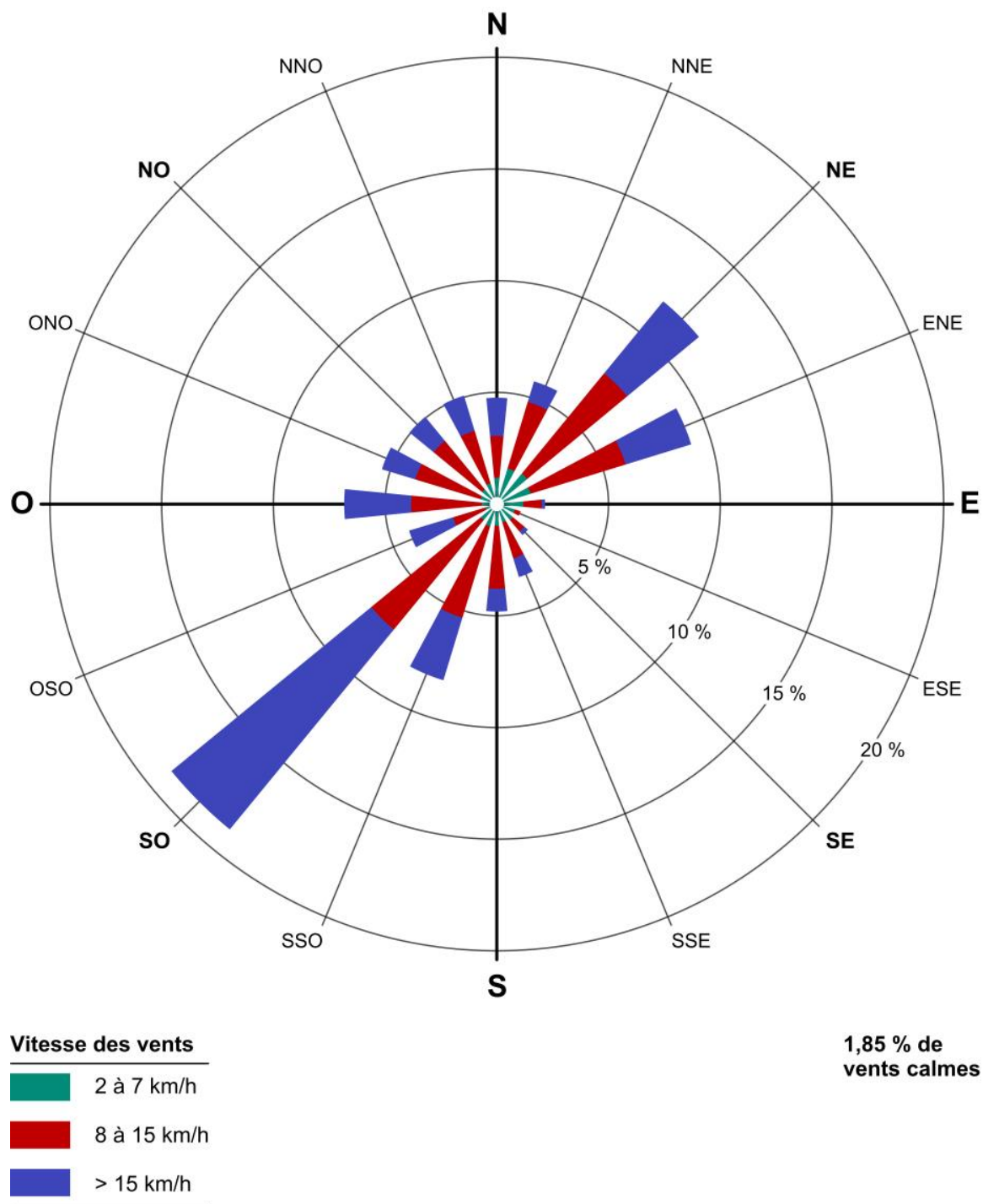
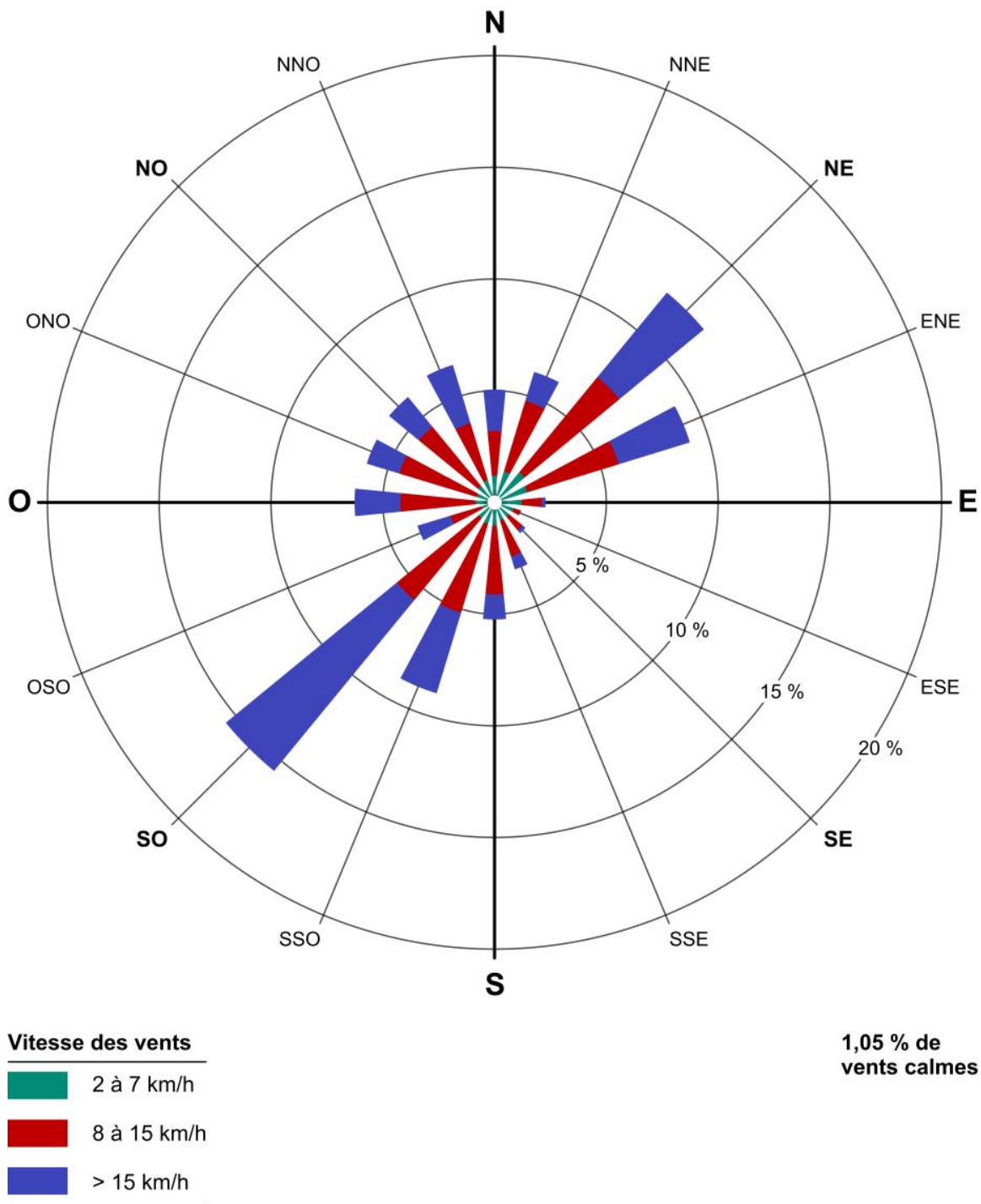


Figure 8-35 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



8.8 Facteurs de dispersion atmosphérique

Dans le but de valider les scénarios de dispersion atmosphérique en regard de l'atteinte potentielle de la population par les rejets radioactifs de la centrale de Gentilly-2, Hydro-Québec maintient une évaluation annuelle des coefficients réels de dispersion pour une gamme de SCR, représentant autant de points cardinaux et de localisations. La concentration (C) d'un radionucléide ainsi diffusé dans l'air, à une certaine distance d'un point d'émissions, tel que la cheminée principale, est calculée par une relation sous la forme :

$$C = K_a \cdot Q$$

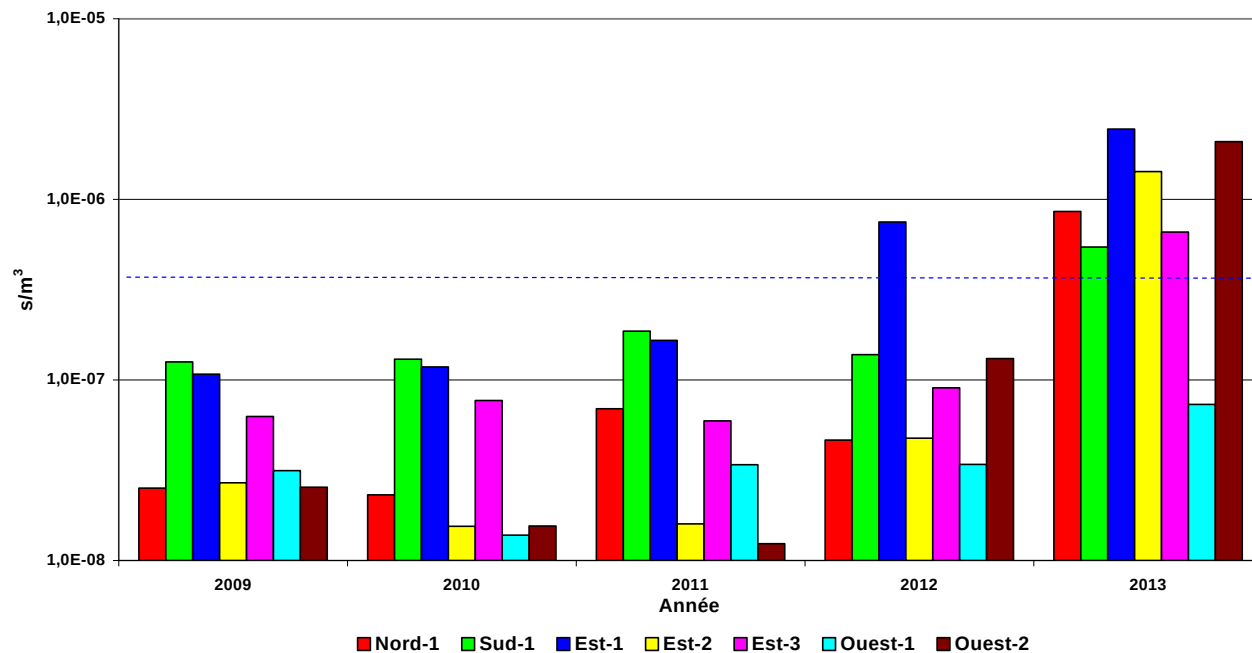
où Q représente le taux de relâche (Bq s^{-1}) et K_a le coefficient de dispersion (s m^{-3}).

La figure 8-34 présente, pour la période couvrant les années 2009 à 2013, les différents coefficients de dispersion estimés pour chacune des sept SCR localisées dans un rayon variant de 2 à 15 km de la centrale nucléaire de Gentilly-2, mesuré à partir de sa cheminée principale (carte A-8 de l'annexe A). Les coefficients de dispersion intègrent ainsi le taux de relâche à la cheminée de même que toutes les valeurs individuelles de concentration de tritium atmosphérique de chacune des stations. Comme mentionné précédemment à la section 8.2.2, les données utilisées pour les calculs des coefficients de dispersion de l'année 2013 intègrent toutes les valeurs mesurées par Hydro-Québec, pour être conservateur, même si certaines apparaissent invraisemblables lorsque comparées aux mesures des relâches et aux valeurs obtenues par Santé Canada.

Contrairement à la majorité des années précédentes, la valeur annuelle la plus élevée du coefficient de dispersion n'est pas celle du point Sud-1, mais plutôt celle du point Est-1, comme en 2012. Les concentrations mensuelles du mois d'octobre 2013 ont suffi, à elles seules, à passablement modifier le patron annuel de dispersion. En comparant les facteurs de dispersion de la figure 8-36 pour l'année 2013 avec ceux des années précédentes, on constate qu'ils sont plus élevés de près d'un ordre de grandeur. Ceci contribue à démontrer que certaines concentrations de vapeurs tritiées mesurées sont incohérentes.

L'individu critique servant de référence pour l'estimation de la dose à la population, conséquence de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, est jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux rejets de la centrale. Cet individu réside à la ferme F.R., ce qui correspond dans le cas présent au point Sud-1 (carte A-8 de l'annexe A). Pour l'année 2013, le facteur de dispersion obtenu à ce point se chiffre à $5,44 \times 10^{-7} \text{ s m}^{-3}$. À titre de comparaison, une valeur de $3,72 \times 10^{-7} \text{ s m}^{-3}$ fut considérée lors de la modélisation soutenant les calculs des nouvelles LOD pour Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2011b). Afin de faciliter les comparaisons, une bande pointillée bleue a été ajoutée à la figure 8-36. Elle indique concrètement la valeur du coefficient de dispersion intégrée aux calculs des LOD.

Figure 8-36 : Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



9 Estimation de la dose au membre représentatif de la population

Tel que mentionné à la section 8.2.2, la dose de rayonnement au membre représentatif de la population (anciennement le groupe critique) résulte des activités d'exploitation des installations du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et de leurs rejets radioactifs. Les doses ont été estimées d'après le modèle mathématique IMPACT 5.4.0 (*Integrated Model for the Probabilistic Assessment of Contaminant Transport*). La modélisation de la dispersion environnementale des émissions radioactives intègre l'ensemble des différents modes d'exposition humaine, des habitudes de consommation, des vecteurs de dispersion, des données météorologiques réellement mesurées au site de la centrale durant l'année, des modèles d'écoulement hydraulique ainsi que tous les coefficients de conversion de dose actuellement stipulés à la norme ACNOR N288.1-08 (*Guidelines for calculating derived release limits for radioactive material in airborne and liquid effluents for normal operation of nuclear facilities*). Cette méthodologie est approuvée par la CCSN et est appliquée par tous les exploitants d'installations nucléaires canadiennes.

À la demande de la CCSN, l'annexe D présente les résultats d'un exercice similaire réalisé à partir des données de 2012.

9.1 Groupe récepteur

Tout comme la méthode d'estimation de dose anciennement préconisée par Hydro-Québec, méthode dite « rétrospective », la méthode basée sur l'utilisation du modèle IMPACT 5.4.0 détermine la dose de rayonnement d'un groupe d'individus récepteurs servant de référence et jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux rejets de la centrale. Sa localisation géographique est toujours celle de la ferme sise au point Sud-1 (carte A-8 de l'annexe A) et ses habitudes de consommation sont toujours celles d'une agriculture de subsistance.

Puisqu'en 2013 des concentrations de vapeurs tritiées anormalement élevées et non explicables ont été mesurées à distance des installations de la centrale de Gentilly-2 (voir la section 8.2.2), une estimation de la dose a été réalisée pour trois ensembles de personnes habitant aux fermes Sud-1, Nord-1 et Est-2. Les doses ont été estimées en utilisant deux scénarios :

- une première modélisation basée uniquement sur la dispersion des émissions réelles à la cheminée et la rose des vents;
- une seconde modélisation basée sur les mêmes paramètres que la première, mais où les concentrations moyennes de vapeurs tritiées, mesurées aux stations de contrôle, sont imposées au modèle.

Dans le premier cas où une concentration réellement mesurée n'est pas imposée au modèle, ce dernier utilise strictement des concentrations modélisées. Dans le second scénario de modélisation, deux séries de concentrations de tritium atmosphérique ont été utilisées, soit celle mesurée d'une part par Hydro-Québec (incluant les concentrations anormales du mois d'octobre) et celle plutôt déterminée par Santé Canada.

Les doses estimées avec le modèle IMPACT, de même que celles obtenues en imposant les concentrations de vapeurs tritiées mesurées par Santé Canada, sont cohérentes (tableau 9-1). Les doses mesurées en imposant les concentrations de vapeurs tritiées mesurées par Hydro-Québec sont toutefois anormalement élevées pour le groupe récepteur de la station Est-2 et sont directement liées à la concentration mesurée par Hydro-Québec à cette station en octobre 2013. Ces doses sont présentées par souci de transparence, mais ne sont pas considérées comme doses maximales au groupe représentatif de la population. Pour cette raison, la dose annuelle découlant de l'exploitation des installations de la centrale de Gentilly-2 en 2013 est celle calculée par le modèle IMPACT, paramétré pour le groupe récepteur de la ferme Sud-1. La dose annuelle maximale pour les membres représentatifs de la population est de 5 µSv pour l'année 2013.

Tableau 9-1 : Estimation de la dose annuelle à trois groupes représentatifs de la population

Groupe récepteur	Groupe d'âge	Dose modélisée (µSv a ⁻¹)			Dose maximale aux groupes récepteurs ^a (µSv a ⁻¹)
		IMPACT 5.4.0	IMPACT et mesures Hydro-Québec	IMPACT et mesures Santé Canada	
Est-2	Adulte	0,64	5,86 ^b	1,00	1
	Enfant 10 ans	0,73	6,08 ^b	1,10	
	Enfant 1 an	0,81	6,26 ^b	1,18	
Nord-1	Adulte	1,09	1,09	1,04	1
	Enfant 10 ans	1,25	1,25	1,20	
	Enfant 1 an	1,38	1,38	1,33	
Sud-1	Adulte	3,97	4,79	3,23	5
	Enfant 10 ans	4,54	5,38	3,78	
	Enfant 1 an	5,00	5,86	4,22	
a : La dose maximale est arrondie à l'entier supérieur en raison du niveau de précision associé à l'estimation de la dose (excluant les valeurs mesurées par Hydro-Québec et par Santé Canada). b : Ces doses sont incohérentes avec la modélisation IMPACT de même qu'avec les concentrations de vapeurs tritiées mesurées par Santé Canada. Ces doses sont présentées à titre informatif, mais ne sont pas retenues pour la détermination des limites supérieures d'exposition.					

9.2 Doses par voies d'exposition

Une des différences notables de la méthode d'estimation de la dose de rayonnement à la population par la modélisation IMPACT, comparativement à la méthode dite « rétrospective », est que le modèle IMPACT intègre dorénavant toutes les fractions de dose, mêmes minimales, liées à l'exposition à tous les radionucléides émis dans l'environnement. En comparaison, l'ancienne méthode ne considérait que les deux radionucléides les plus prépondérants, soit le tritium et le carbone-14. Puisque ces deux derniers radionucléides représentent ceux contribuant le plus à la dose de rayonnement à la population, il est à noter que pour l'année 2013, les émissions atmosphériques de tritium et de carbone-14 étaient respectivement de $1,14 \times 10^{14}$ Bq et de $7,49 \times 10^{11}$ Bq. Le détail de la contribution de chaque radionucléide par voie d'exposition est présenté au tableau 9-2.

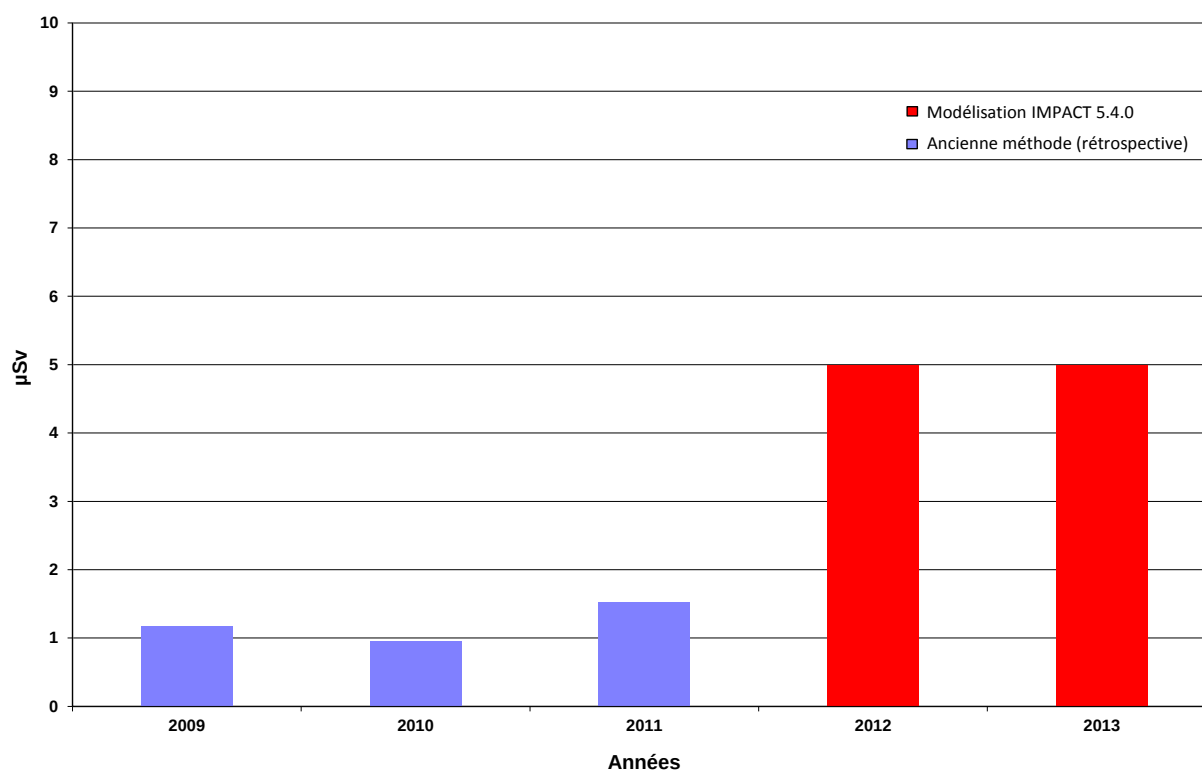
Tableau 9-2 : Calcul de la dose maximale à l'individu représentatif du groupe à la ferme Sud-1 (modèle IMPACT)

Individu	Voie d'exposition	Dose modélisée (μSv a ⁻¹)					Dose totale ^a (μSv a ⁻¹)
		HTO	¹⁴ C	Gaz rares	¹³¹ I	⁶⁰ Co	
Adulte	Immersion – air	0,00E+00	6,40E-07	6,77E-06	0,00E+00	2,28E-08	4
	Inhalation	3,00E-01	7,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	7,55E-07	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,97E-04	
	Ingestion - animaux terrestres	4,73E-01	2,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,53E-06	
	Ingestion - plantes terrestres	4,76E-01	2,35E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,84E-06	
	Ingestion - animaux aquatiques	4,03E-05	1,49E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,44E-07	
	Total	1,25	2,73	0,00	0,00	0,00	
Enfant 10 ans	Immersion – air	0,00E+00	6,40E-07	6,77E-06	0,00E+00	2,28E-08	5
	Inhalation	3,50E-01	1,10E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-06	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,97E-04	
	Ingestion - animaux terrestres	6,06E-01	3,08E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,11E-05	
	Ingestion - plantes terrestres	3,22E-01	1,80E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,29E-06	
	Ingestion - animaux aquatiques	2,70E-05	8,56E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,01E-07	
	Total	1,28	3,26	0,00	0,00	0,00	
Enfant 1 an	Immersion – air	0,00E+00	6,40E-07	8,77E-06	0,00E+00	2,96E-08	5
	Inhalation	2,59E-01	8,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,38E-07	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,86E-04	
	Ingestion - animaux terrestres	7,55E-01	3,55E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,08E-05	
	Ingestion - plantes terrestres	2,91E-01	1,48E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,01E-06	
	Ingestion - animaux aquatiques	2,42E-05	5,05E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,51E-07	
	Total	1,31	3,70	0,00	0,00	0,00	
a :	La dose maximale est arrondie à l'entier supérieur en raison du niveau de précision associé à l'estimation de la dose.						

9.3 Historique de dose

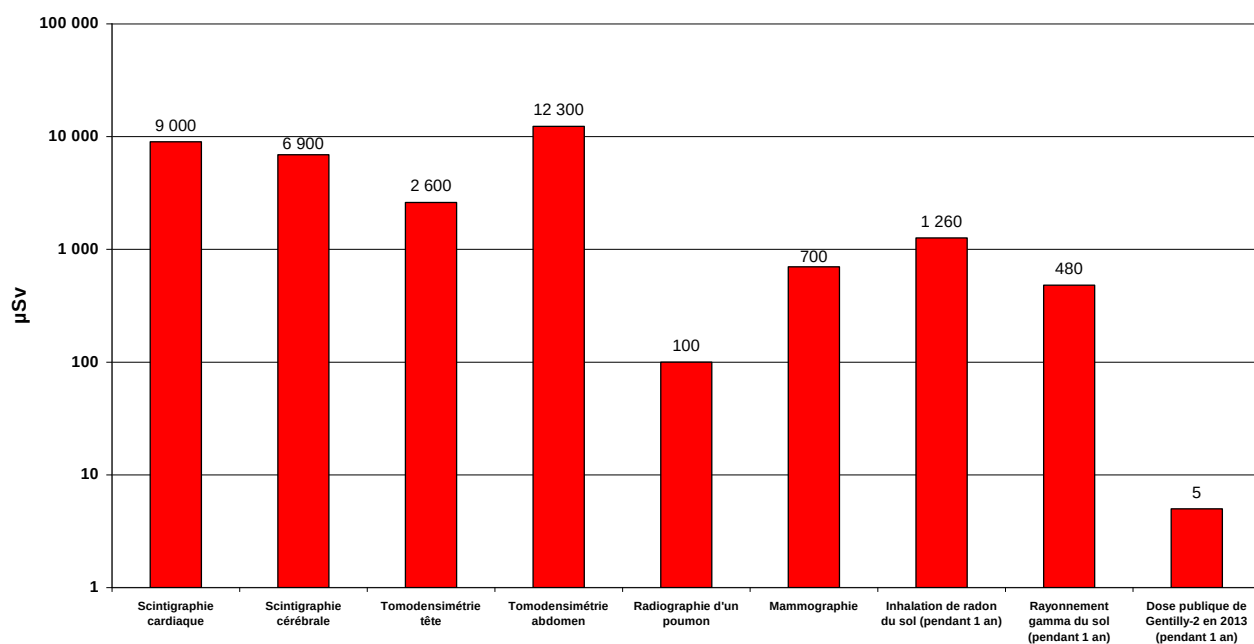
La dose de rayonnement annuelle délivrée aux membres du membre représentatif de la population identifié pour la centrale de Gentilly-2 en 2013, obtenue selon la méthode d'estimation que permet le modèle IMPACT 5.4.0, a été estimée à 5 μSv . Les doses estimées par modélisation sont supérieures aux doses estimées par la méthode « rétrospective » puisque la modélisation est réalisée en utilisant des hypothèses conservatrices en considérant l'apport dosimétrique de tous les radionucléides émis à l'environnement. La figure 9-1 présente l'historique des doses pour la période 2009 à 2013.

Figure 9-1 : Doses annuelles de rayonnement estimées pour un membre représentatif de la population liées à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2009-2013



La dose annuelle à la population pour l'année 2013 correspond à moins de 1 % de la limite de dose efficace pour le public établie par la CCSN à 1 mSv (1 000 μSv). Cette dose correspond à une fraction, plus faible encore, de la dose annuelle moyenne reçue par un individu de la population canadienne résultant cette fois d'expositions à des sources naturelles, soit 1,8 mSv (CCSN, 2014b). La figure 9-2 met en perspective la dose annuelle liée à l'exploitation des installations de Gentilly-2 en 2013 par rapport aux doses typiquement reçues lors d'examens ou de traitements médicaux, ou encore aux doses découlant d'une exposition à la radioactivité naturellement présente (Plante, 2010).

Figure 9-2 : Comparaison de différentes doses de rayonnement typiques pouvant affecter la population



10 Programme d'intercomparaison

10.1 Laboratoire de Radioprotection de Trois-Rivières

Cette section porte sur l'ensemble des analyses d'intercomparaison auxquelles participe le laboratoire de Radioprotection d'Hydro-Québec, localisé à Trois-Rivières. Deux exercices d'intercomparaison ont été complétés au cours de l'année 2013 par ce laboratoire et comprenaient diverses matrices environnementales de même que des échantillons de lait.

Un exercice fut coordonné par le groupe *Environmental Resource Associates* (ERA) et est identifié MRAD-19 (ERA, 2013). Ce dernier portait spécifiquement sur des filtres d'air et des échantillons de sol, de végétaux et aqueux. Les tableaux E-1 à E-4 de l'annexe E présentent les résultats de cette intercomparaison. Lors de cet exercice, tous les résultats (40) soumis à l'ERA par le laboratoire de Radioprotection étaient compris dans les intervalles attendus.

Un second exercice d'intercomparaison a été mené en collaboration avec le laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval. Ce dernier portait spécifiquement sur des échantillons de lait. Les résultats de cette intercomparaison sont présentés au tableau E-5 de l'annexe E. L'ensemble des 12 résultats mesurés par le laboratoire de Radioprotection d'Hydro-Québec se situait à l'intérieur des valeurs attendues par le laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval (Groleau, 2014).

10.2 Laboratoire de Chimie au site de Gentilly-2

Le laboratoire de Chimie d'Hydro-Québec, localisé sur le site de la centrale de Gentilly-2, a également participé à une comparaison interlaboratoire pour l'année 2013. Les laboratoires impliqués sont ceux des centrales nucléaires canadiennes et comprennent des analyses physicochimiques et radiologiques. Les tableaux E-6 et E-7 de l'annexe E présentent l'ensemble des résultats de l'exercice identifiés *Candu Owner's Group Interlaboratory Study* (COGIS) 57.

Pour l'étude du COGIS 57, le laboratoire de Chimie a obtenu des résultats compris dans les intervalles attendus pour 36 des 52 échantillons présentés au cours de l'exercice, pour un rendement de 69,2 %. L'ensemble des ratios de résultats conformes sur le nombre total de résultats remis s'établissait, selon les différentes matrices, à 90,9 % pour les analyses chimiques, à 66,7 % pour les analyses de gaz et à 25,0 % pour les analyses radiologiques.

Il est à noter que les analyses réalisées au laboratoire de Chimie sont celles associées à la chimie de procédé de la centrale et non à celles concernant la surveillance environnementale, réalisées au laboratoire de Radioprotection.

11 Conclusion

Les deux programmes de surveillance de l'environnement encadrant les activités d'exploitation de la centrale nucléaire et des installations de stockage de déchets radioactifs de Gentilly-2 couvrent à la fois les volets radiologique et physicochimique. Au cours de l'année 2013, les modalités de surveillance de l'environnement sont demeurées et ce, malgré la cessation définitive de production d'électricité et les multiples activités de déclassement.

La revue de l'ensemble des résultats d'analyses physicochimiques réalisées en 2013 montre quelques dépassements de normes ou cibles, essentiellement liés à la gestion des effluents liquides. À l'usine de production d'eau déminéralisée, actuellement opérée sur le site même de la centrale de Gentilly-2, la cible d'aluminium extractible n'a pas été respectée, à plusieurs reprises, aux fosses de prétraitement et de déminéralisation. En fin 2013, la construction d'une toute nouvelle usine appelée à desservir les quelques besoins qui demeureront en centrale, était achevée. Dès que sa mise en service sera complétée, les concentrations d'aluminium extractible seront réduites de façon significative. Aussi, quelques dépassements liés au traitement des eaux usées sanitaires ont également été documentés. À ce chapitre, l'année 2014 marquera aussi la réalisation de travaux d'amélioration aux installations de traitement de l'étang aéré de sorte que son exploitation puisse être prolongée, de façon conforme, pour encore plusieurs années.

Finalement, quelques autres dépassements de critères issus de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* ont été constatés en ce qui a trait aux eaux souterraines au site de Gentilly. Cette situation est récurrente et fut abordée à plusieurs reprises antérieurement. La nature spécifique du socle rocheux et des dépôts meubles entraînent notamment la prise en charge de minéraux pouvant être mesurés à des concentrations plus élevées que celles correspondant aux critères applicables.

En fin d'année 2013, tout le poste d'eau de la centrale, incluant les générateurs de vapeurs, la bache alimentaire de même que la bache alimentaire de réserve, avait été définitivement drainé conformément aux autorisations délivrées par les organismes réglementaires en environnement.

Au volet radiologique, tous les effluents liquides radioactifs enregistrés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont demeurés en deçà de l'objectif d'exploitation, lui-même fixé à 1 % des LOD, sur une base annuelle. Cependant, pendant une période de douze semaines, les effluents atmosphériques de carbone-14 ont très légèrement dépassé un ratio de 1 % des LOD, sur une base hebdomadaire. Cette situation est revenue à la normale dès que les opérations de transfert de résines usées à l'IGDRS ont été

complétées. Les autres radionucléides en présence dans les émissions atmosphériques radioactives de la centrale ont tous été mesurés à de très faibles activités.

En 2013, la modulation des paramètres d'entrée visant l'estimation de dose de rayonnement annuelle à la population, induite par les activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, fut quelque peu différente des années précédentes. Bien que toujours modélisée par l'entremise du logiciel IMPACT 5.4.0, tel que le préconise la norme encadrant l'estimation des LOD liées aux rejets des centrales nucléaires canadiennes, l'estimation de dose annuelle à la population de l'année 2013 a exceptionnellement mis à contribution des données indépendantes que sont celles produites par le Réseau canadien de surveillance radiologique de Santé Canada.

Ces données relatives au tritium dans la vapeur d'eau atmosphérique à proximité de la centrale nucléaire de Gentilly-2 ont été intégrées, de façon complémentaire, pour estimer la dose à la population. En 2013, cette dose de rayonnement annuelle reçue par les membres représentatifs de la population fut donc estimée à 5 μSv . Elle correspond à moins de 1 % de la dose maximale admissible pour un membre de la population, qui est de 1 000 μSv . Elle est négligeable comparativement à la dose annuelle moyenne provenant d'expositions à des sources naturelles au Canada, évaluée à 1 800 μSv (CCSN, 2014b) ou à d'autres sources d'expositions, notamment celles liées aux examens ou traitements médicaux.

Toutes les valeurs issues des nombreux prélèvements réalisés en 2013 démontrent que l'impact des activités d'exploitation des installations du site de Gentilly-2 sont négligeables, voire imperceptibles sur l'environnement et sur la population avoisinante. Compte tenu de l'abandon progressif de plusieurs de ces activités d'exploitation, à court et moyen termes, les modalités de surveillance de l'environnement seront également revues, afin d'être calquées sur les impacts potentiels liés à l'exploitation des installations de stockage de déchets radioactifs de même qu'à l'ESS de la centrale, prévu être atteint pour la fin de l'année 2014.

12 Références

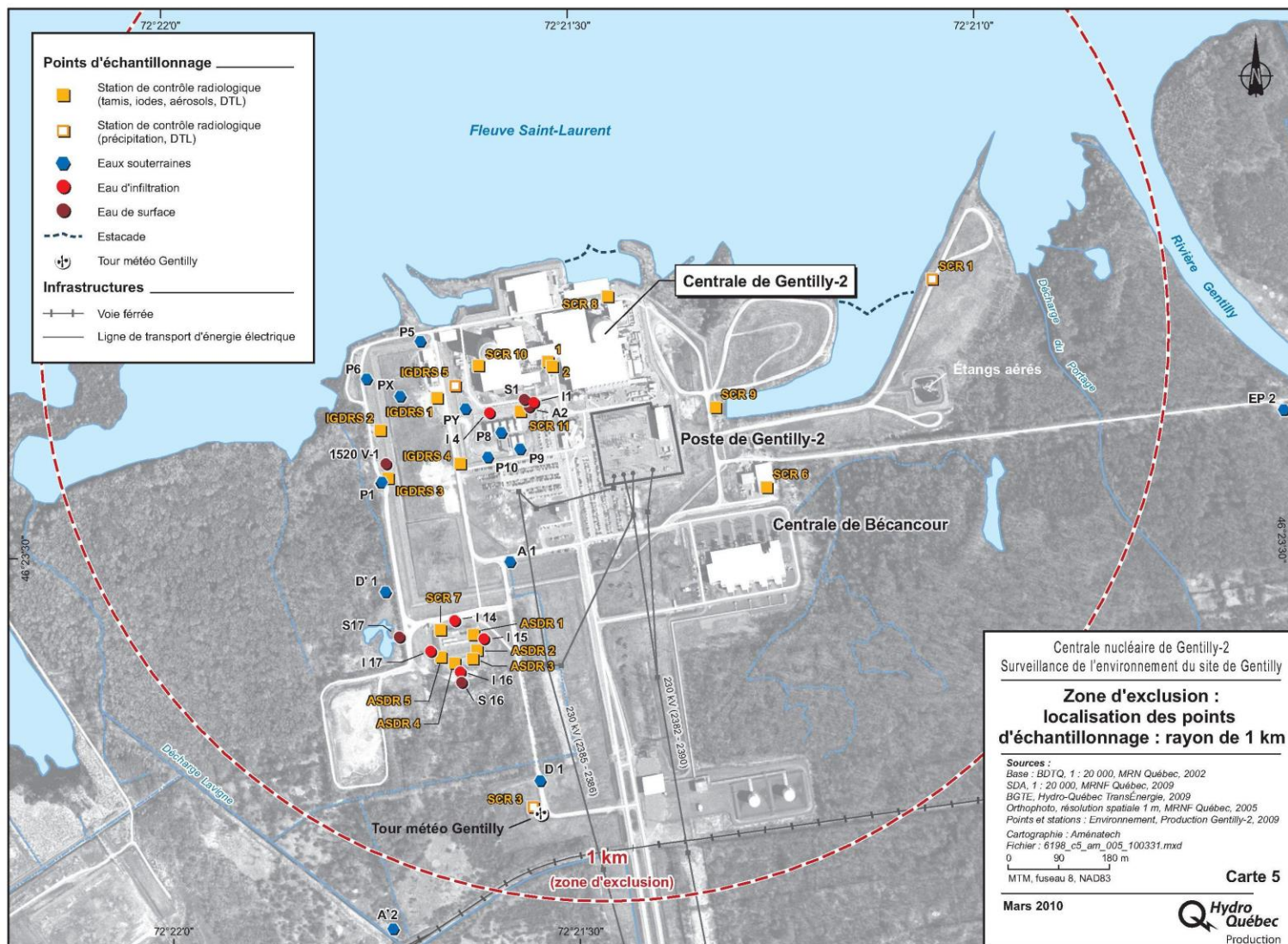
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (ACNOR). 2010. *Environmental Monitoring Programs at Class I Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills*, N288.4-10, 132 p.
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (ACNOR). 2008. *Guidelines for Calculating Derived Release Limits for Radioactive Material in Airborne and Liquid Effluents for Normal Operation of Nuclear Facilities*, N288.1-08, 318 p.
- BARBEAU, C. 2009. *Impact des activités de Gentilly-2 sur l'environnement*. volume 1, texte et bibliographie, 112 p.
- BÉLAND, FRANÇOIS. 1995. *Iode-131 dans le fleuve St-Laurent : variations spatio-temporelles et contributions des centrales nucléaires*. janvier 1995, 90 p.
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN). 2014a. *Catégories et sources de rayonnement*. En ligne : <http://www.cnscccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm>. Consulté le 25 avril 2014.
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. 2014b. *Doses de rayonnement*. Tiré de GRATSKY ET COLLABORATEURS. 2004, UNSCEAR 2008 et Commission géologique du Canada. En ligne : <http://www.cnscccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm>. Consulté le 25 avril 2014.
- EISENBUD ET GESELL. 1997. *Environmental Radioactivity From Natural, Industrial, and Military Sources*. 4e édition, 656 p.
- ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA). 2013. *MRAD-19 Final Complete Report*. Report Issued Date 2013-12-02.
- GROLEAU, S. 2014. *Lettre à Savard, C. Objet : Contrôle de la qualité du lait 2013*. Janvier 2014.
- HYDRO-QUÉBEC. 2011A. *Programme de surveillance radiologique de l'environnement*. G2-RTI-2011-00518-003, rév. 1, 16 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2011B. *Limites opérationnelles dérivées conformes à la norme CSA N288.1-08*. Rapport technique interne G2-RTI-2010-16000-057 R0.
- HYDRO-QUÉBEC. 2009. *Programme de surveillance de l'environnement*. Centrale nucléaire de Gentilly-2, février 2009, 46 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1997. *Assurance et contrôle de la qualité au laboratoire de radioprotection*. Rapport IREQ-97-224.
- MCDUGALL, N. 2007. *Annual Summary and Assessment of Environmental Radiological Data for 2006*. Bruce Power, rapport B-REP-03419-00007.

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEFP). 2014. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. En ligne : <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/index.htm>. Consulté le 5 février 2014.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2011. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : cahier 3 – Échantillonnage des eaux souterraines*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 60 p. En ligne : http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/eaux_soutC3.pdf. Consulté le 6 mars 2014.
- NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRP). 1985. *Carbon-14 in the Environment*. NCRP Report No 81.
- PARÉ, S. 1996. *La radioactivité à l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Caractérisation, modélisation et bilans*. Thèse de doctorat. Université Laval, Département de chimie. 163 p.
- PLANTE, M. 2010. *Prescrire un examen de radiologie diagnostique, un geste banal?* Le médecin du Québec, volume 45, numéro 4, avril 2010.

A Cartes de localisation et schéma

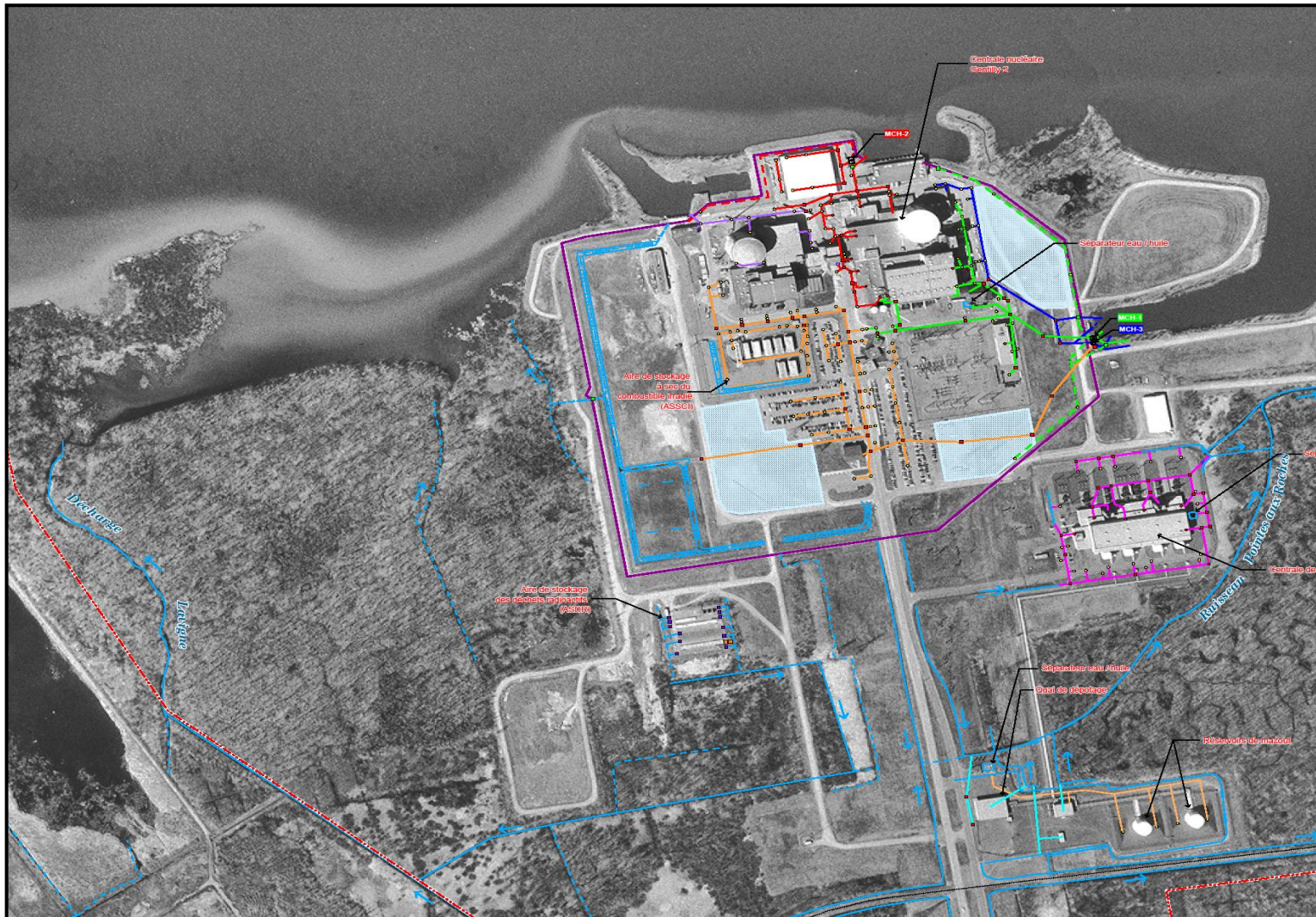
- Localisation des points d'échantillonnage dans un rayon de 1 km
- Schéma du drainage pluvial et de surface du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- Localisation des piézomètres pour le suivi de la fonte des neiges
- Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence
- Localisation des mesures d'ambiance gamma dans un rayon de 4 km
- Localisation des points d'échantillonnage autour de l'ASDR
- Localisation des points d'échantillonnage autour de l'IGDRS et de l'ASSCI
- Localisation des fermes et des stations de contrôle radiologique
- Localisation des points d'échantillonnage aquatique
- Schéma type d'un aménagement piézométrique

Carte A-1 : Localisation des points d'échantillonnage dans un rayon de 1 km

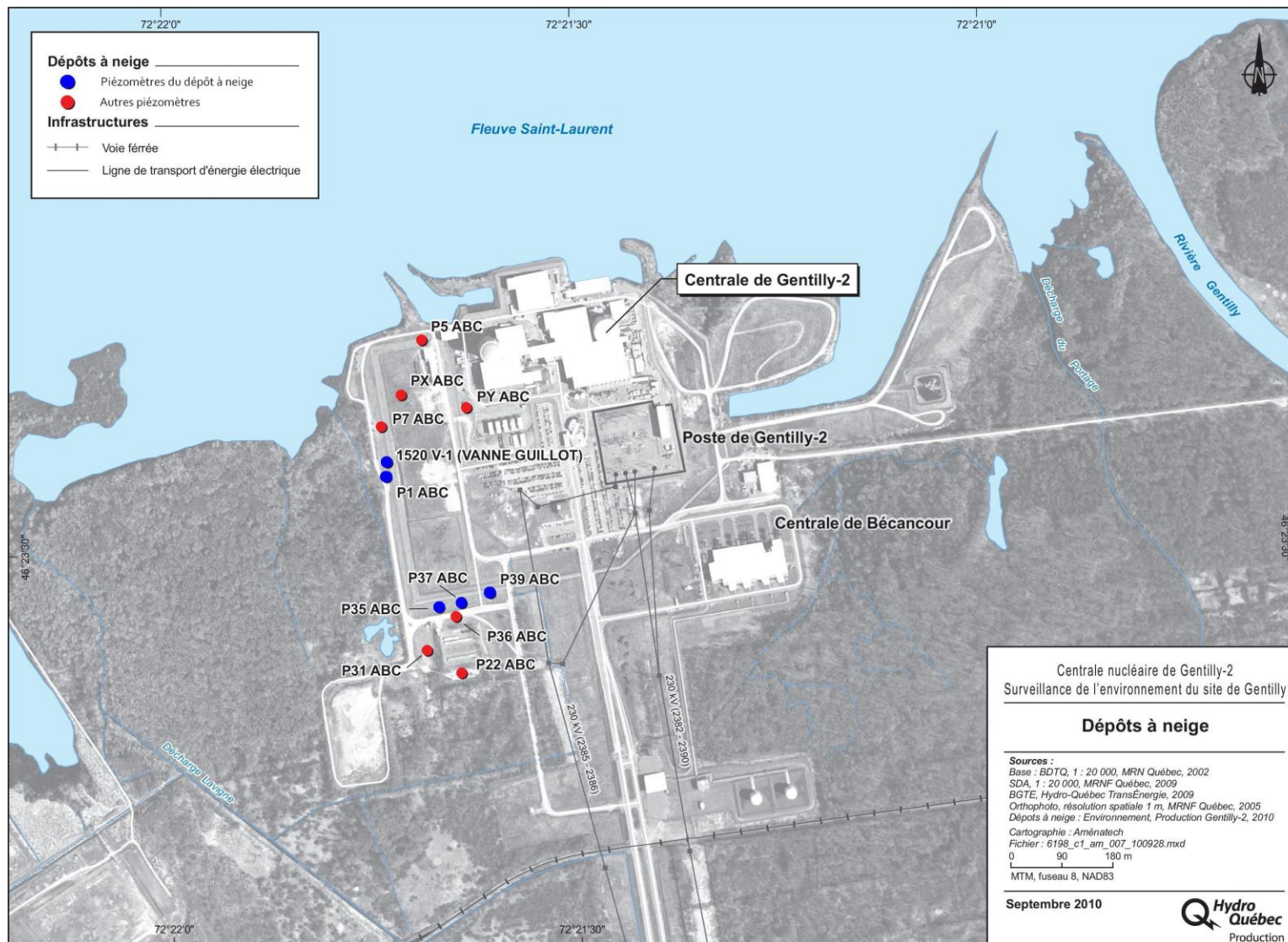


Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

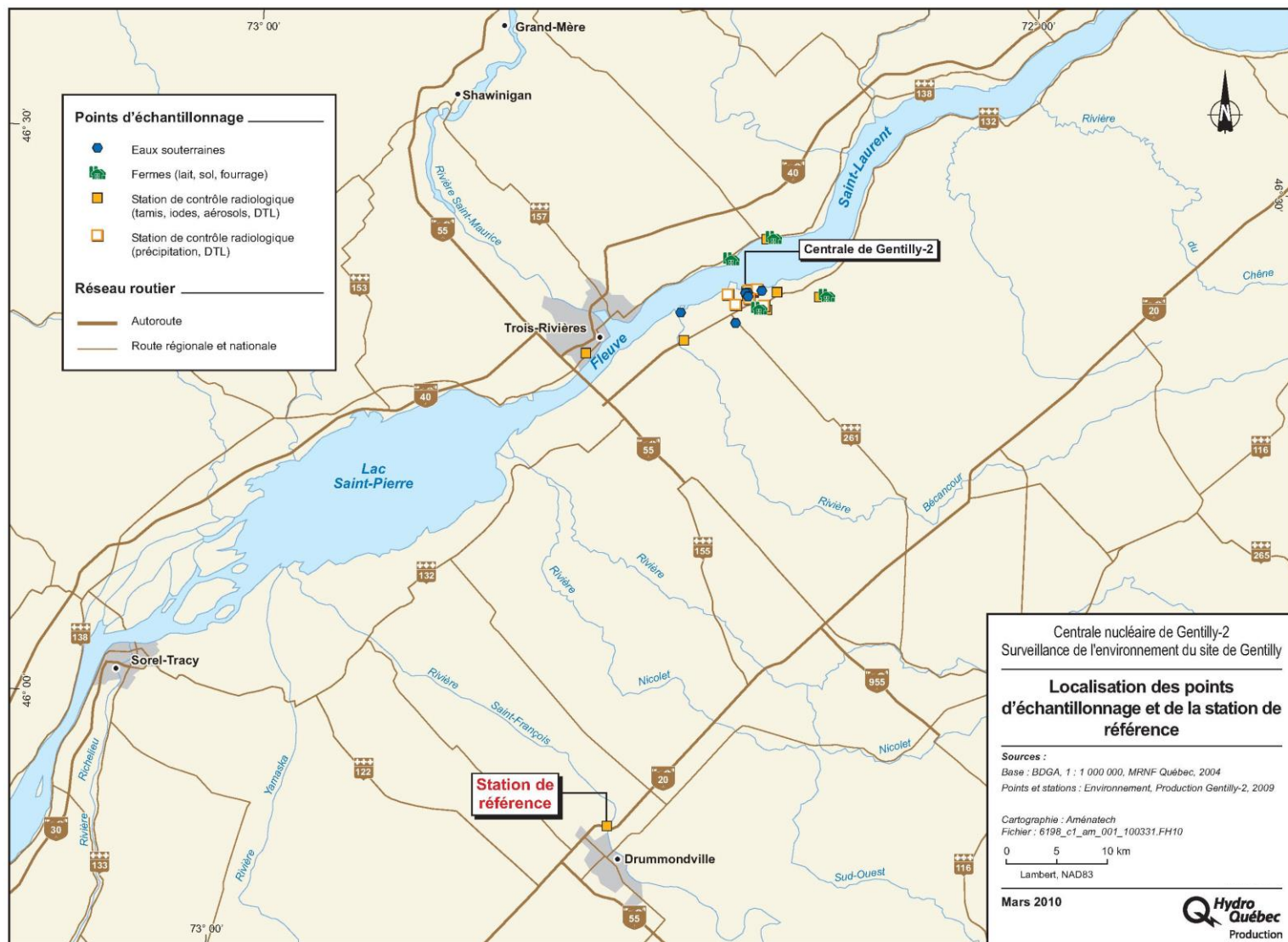
Carte A-2 : Schéma du drainage pluvial et de surface du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2



Carte A-3 : Localisation des piézomètres pour le suivi de la fonte des neiges

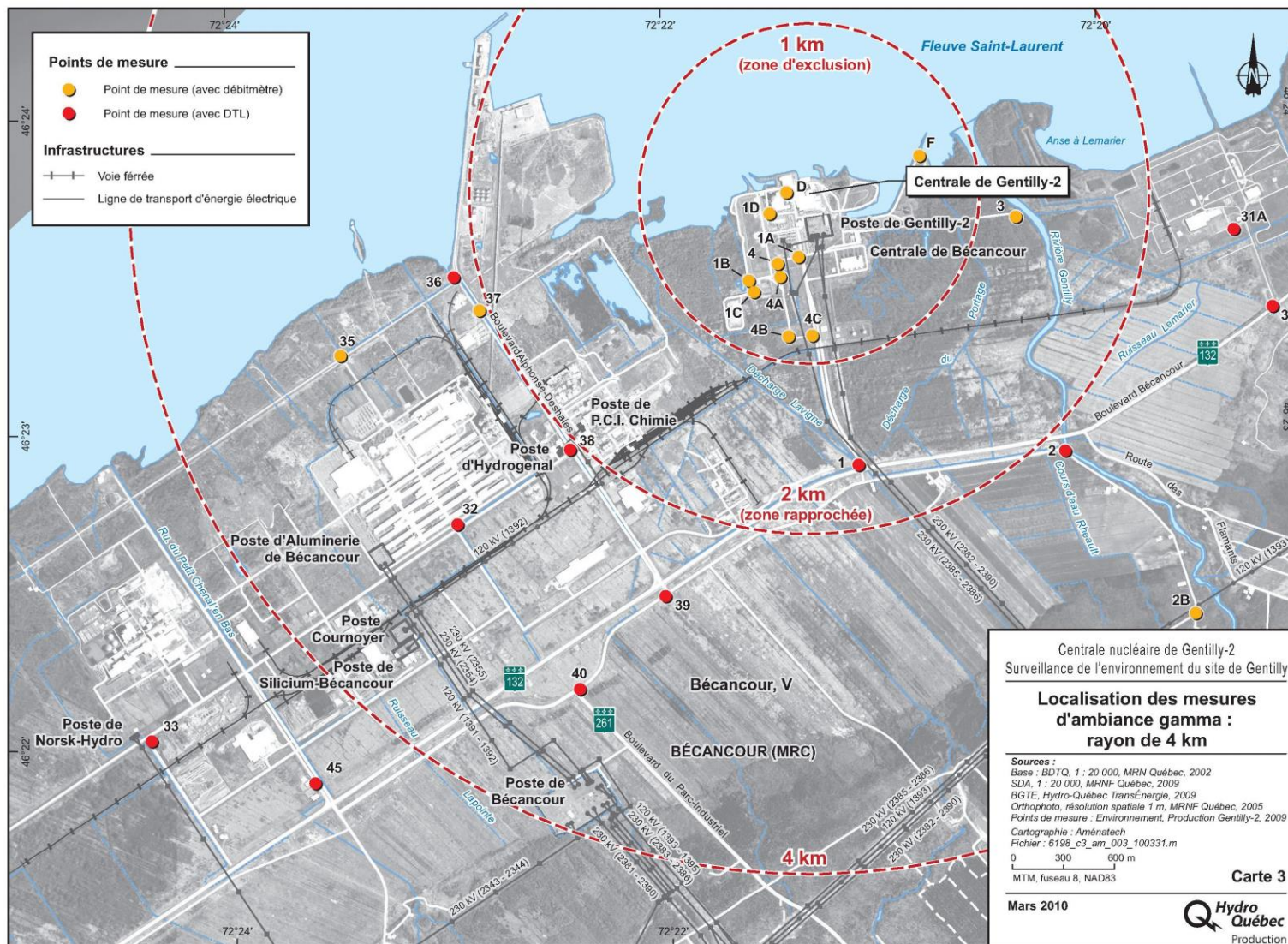


Carte A-4 : Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence



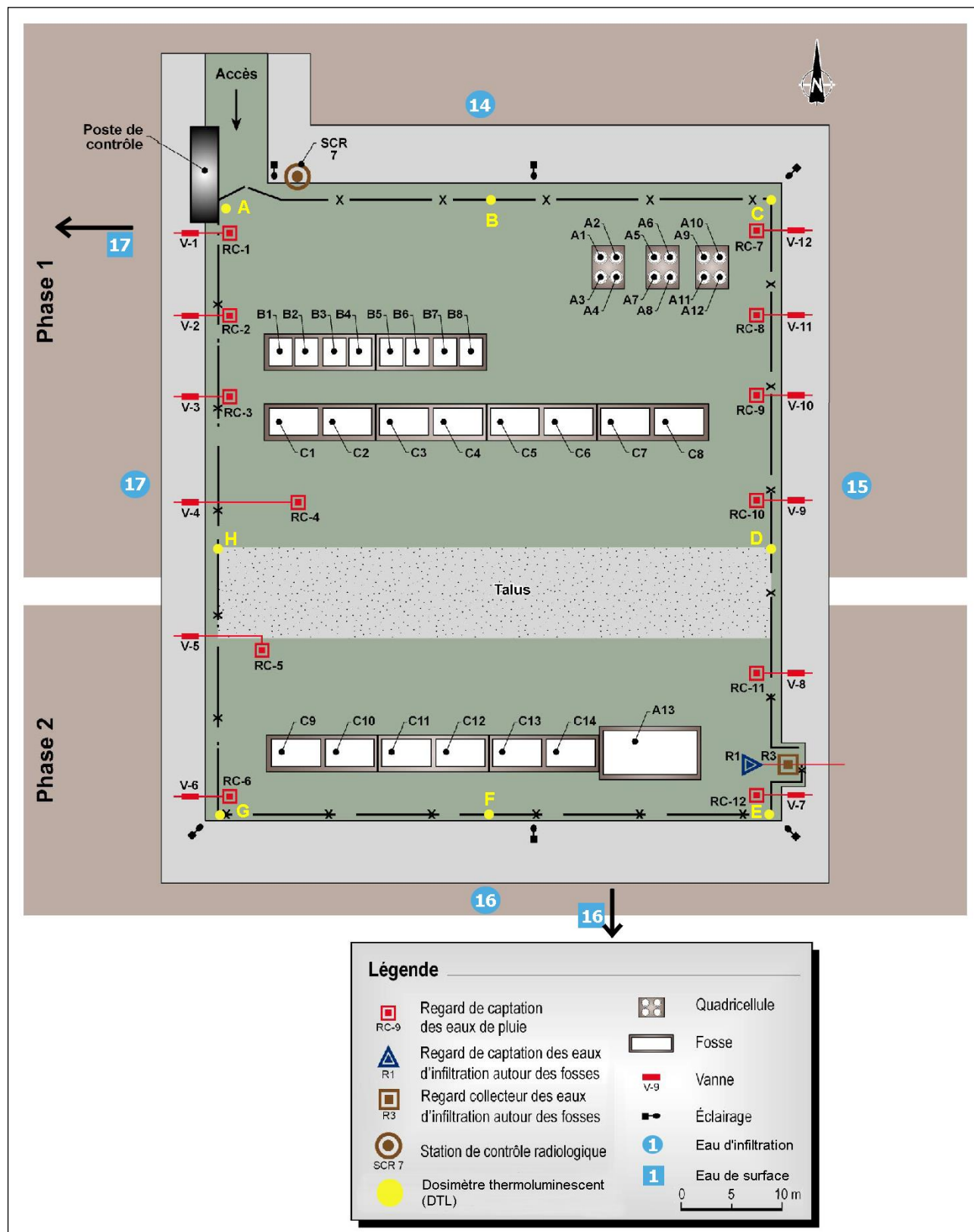
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

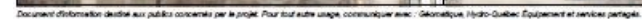
Carte A-5 : Localisation des mesures d'ambiance gamma dans un rayon de 4 km



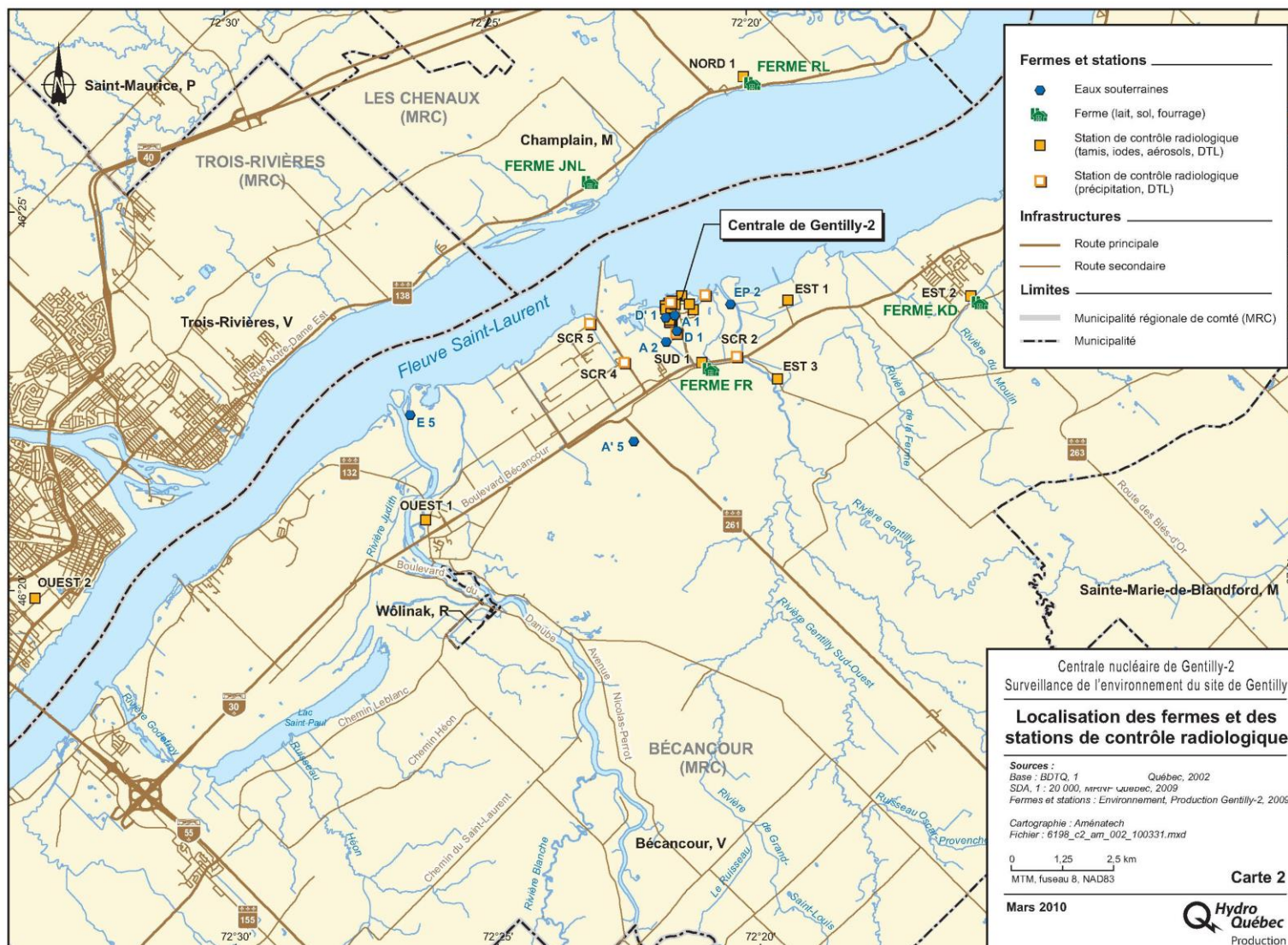
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

Carte A-6 : Localisation des points d'échantillonnage autour de l'ASDR





Carte A-8 : Localisation des fermes et des stations de contrôle radiologique



Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

Carte A-9 : Localisation des points d'échantillonnage aquatique

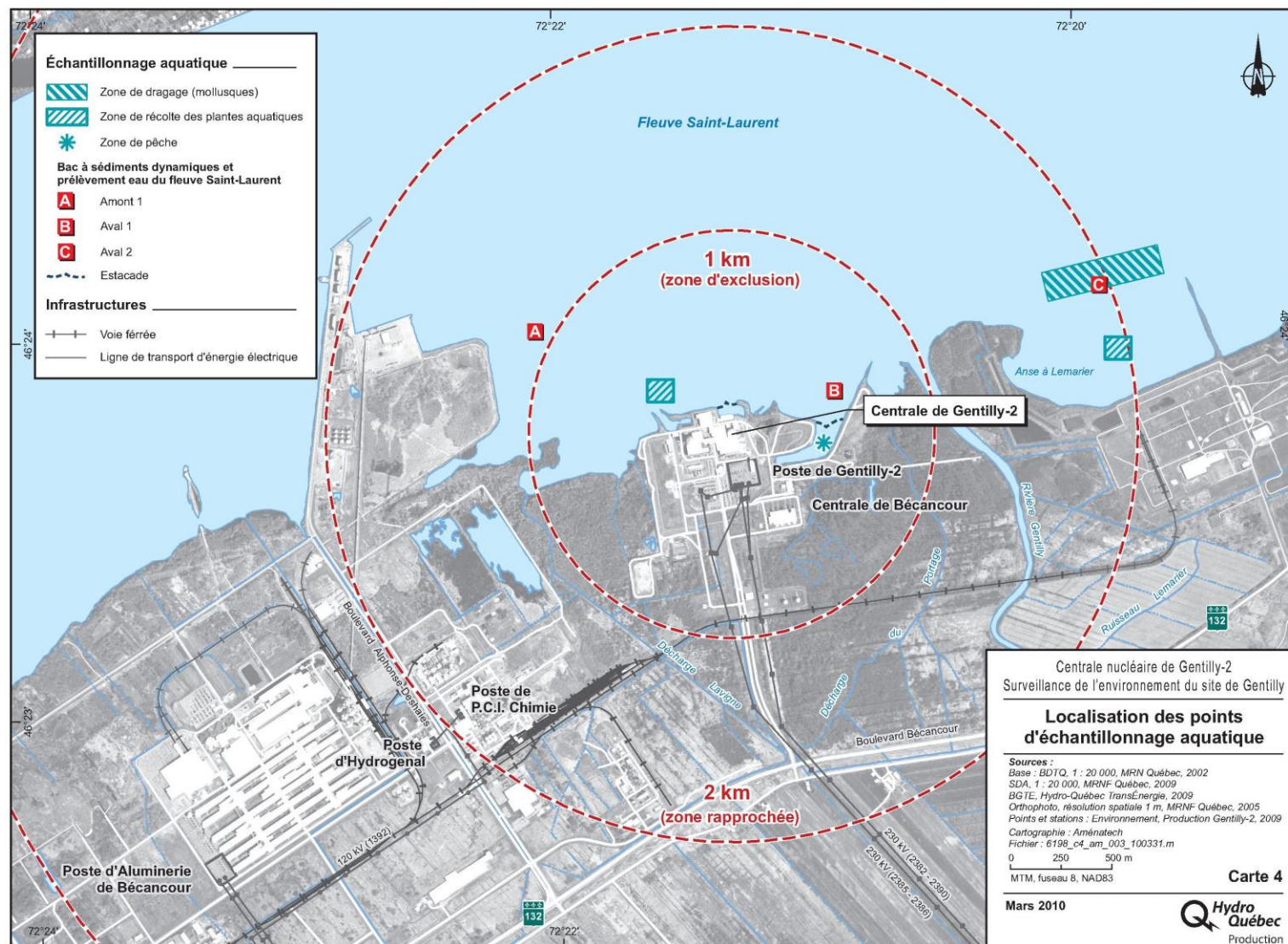
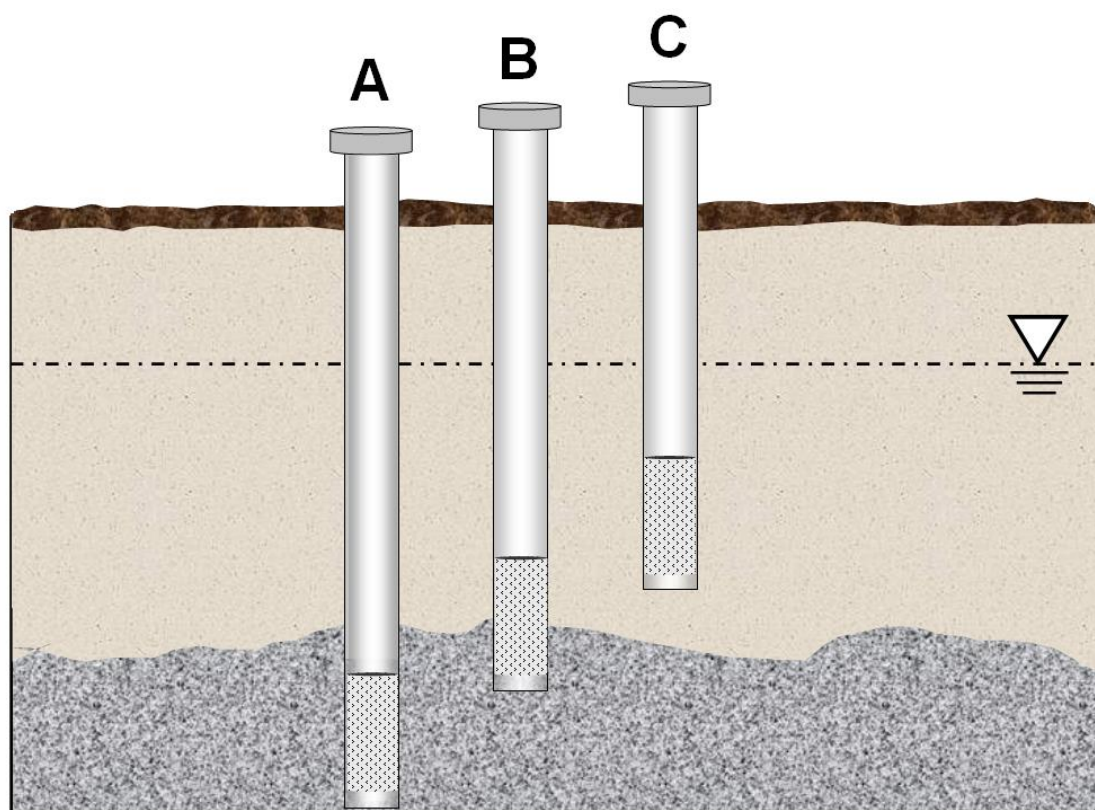


Figure A-1 : Schéma type d'un aménagement piézométrique



B Aspect statistique des résultats

- Limite de détection

Les principes qui ont servi à rationaliser et uniformiser le traitement et l'expression des résultats de mesures radiologiques qui sont générés aux laboratoires de Radioprotection et de radioécologie et de Chimie sont décrits dans la norme ACNOR (ACNOR, 2010). En résumé, les conventions suivantes sont appliquées :

- La limite de détection (LD) est calculée de la façon suivante :

$$LD = 2,71 + 4,65 \sqrt{(BF)}$$

où BF est la valeur du bruit de fond

- Si le résultat net est supérieur à la LD ($N > LD$), la mesure permet de conclure à une détection et le résultat exprimé en coups est :

$$X = N \pm kSn$$

où kSn est la borne bilatérale de l'incertitude aléatoire de comptage attribuée à N

- Si le résultat net est inférieur à LD ($0 < N < LD$), la mesure ne permet pas de conclure à une détection et le résultat exprimé en coups est :

$$X < N$$

- À moins d'indication contraire, l'incertitude sur les mesures correspond à un niveau de confiance de 95 %.
- La LD constitue le niveau réel qui serait détecté lors de 95 % des mesures (Hydro-Québec, 1997).
- Les valeurs de la LD sont utilisées pour faire des moyennes si ces valeurs sont $< LD$.
- L'incertitude associée à une moyenne de résultats individuels est égale à la racine carrée de la sommation des carrés des erreurs relatives des résultats individuels (Hydro-Québec, 1997).

C Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection

- Programme de surveillance radiologique de l'environnement de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- Description sommaire des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.
- Limites de détection pour chaque méthode d'analyse utilisée par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Tableau C-1 : Programme de surveillance radiologique de l'environnement

Item	Volet	Total	Matrice	Fréquence	Paramètres mesurés et nombre total d'échantillons prévus pour l'année						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iode	β total	Spectro γ	α total
1	Limites administratives : zone d'exclusion, ASDR, IGDRS, ASSCI	636	Précipitations	Mensuelle	-	-	-	-	36	-	36
			Neiges	Annuelle	-	-	-	-	2	-	2
			Ambiance gamma	Trimestrielle	560	-	-	-	-	-	-
2	Ambiance gamma : zone éloignée, zone d'exclusion, ASDR, IGDRS, ASSCI	1 564	Ambiance gamma	Trimestrielle	880	-	-	-	-	-	-
				Semestrielle	408	-	-	-	-	-	-
				Mensuelle	276	-	-	-	-	-	-
3	Atmosphérique : zone éloignée, zone d'exclusion, ASDR, IGDRS, ASSCI	788	Tamis moléculaires	Mensuelle	-	312	-	-	-	-	-
			Solution KOH	Mensuelle	-	-	156	-	-	-	-
			Filtres d'aérosols	Mensuelle	-	-	-	-	216	-	-
			Cartouche d'iodes	Hebdomadaire	-	-	-	104	-	-	-
4	Biote : fleuve Saint-Laurent, canal de rejet, Fermes laitières	63	Poissons	Mensuelle	-	12	12	-	-	12	-
			Plantes aquatiques	Annuelle	-	-	2	-	-	2	-
			Plantes fourragères	Annuelle	-	4	4	-	-	4	-
			Sédiment dynamique	Quadrimestrielle	-	-	-	-	-	9	-
			Mollusques	Annuelle	-	-	1	-	-	1	-

Tableau C-1 : Programme de surveillance radiologique de l'environnement (suite)

Item	Volet	Total	Matrice	Fréquence	Paramètres mesurés et nombre total d'échantillons prévus pour l'année						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iode	β total	Spectro γ	α total
5	Produits de consommation : zone éloignée, municipalité, fermes laitières, producteurs locaux	112	Eau potable	Mensuelle	-	60	-	-	-	-	-
			Eau potable	Trimestrielle	-	-	-	-	20	-	-
			Coquilles d'œufs	Semestrielle	-	-	2	-	-	-	-
			Sols arables	Semestrielle	-	8	-	-	-	8	-
			Produits d'érables	Annuelle	-	1	-	-	-	1	-
			Fruits et légumes	Annuelle	-	4	4	-	-	4	-
6	Lait de vache : zone éloignée, fermes laitières	112	Lait frais	Hebdomadaire	-	-	-	-	-	52	-
				Mensuelle	-	48	12	-	-	-	-
7	Eaux souterraines : zone éloignée, ASDR, IGDRS, ASSCI	468	Horizon A	Trimestrielle	-	72	-	-	12	a	-
			Horizon B	Mensuelle	-	204	-	-	36	a	-
			Horizon C	Mensuelle	-	120	-	-	24	a	-
8	Eau de surface : zone d'exclusion	96	Eau surface	Mensuelle	-	60	-	-	36	a	-

Tableau C-1 : Programme de surveillance radiologique de l'environnement (suite)

Item	Volet	Total	Matrice	Fréquence	Paramètres mesurés et nombre total d'échantillons prévus pour l'année						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iode	β total	Spectro γ	α total
9	Suivi spécial #1 : ASDR	84	Horizon A	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	-
				Annuelle	-	8	-	-	-	-	-
				Au trois ans	-	20	-	-	-	-	-
			Horizon B	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	-
				Annuelle	-	8	-	-	-	-	-
				Au trois ans	-	20	-	-	-	-	-
			Horizon C	Semestrielle	-	-	-	-	-	-	-
				Annuelle	-	8	-	-	-	-	-
				Au trois ans	-	20	-	-	-	-	-
10	Autres eaux : zone d'exclusion, fleuve Saint-Laurent, drainage pluvial, étang aéré	63	Fleuve Saint-Laurent (points A, B et C)	Trimestrielle	-	9	9	-	9	-	-
			Drainage pluvial (MCH-1 à 3)	Trimestrielle	-	9	9	-	9	-	-
			Étang aéré	Trimestrielle	-	3	3	-	-	3	-
11	Seuils du PEID : zone d'exclusion	32	Horizon A	Semestrielle	-	12	-	-	-	-	-
				Trimestrielle	-	20	-	-	-	-	-
12	Dépôt à neige : zone d'exclusion (5 semaines)	50	Horizon C	Hebdomadaire	-	12	-	-	-	12	-
				Mensuelle	-	8	-	-	-	8	-
			Eau de surface	Hebdomadaire	-	3	-	-	-	3	-
				Mensuelle	-	2	-	-	-	2	-

Tableau C-1 : Programme de surveillance radiologique de l'environnement (suite)

Item	Volet	Total	Matrice	Fréquence	Paramètres mesurés et nombre total d'échantillons prévus pour l'année						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iode	β total	Spectro γ	α total
13	PSE entendu avec le MDDEFP : zone d'exclusion	42	Horizon A	Semestrielle	-	14	-	-	-	-	-
			Horizon B		-	14	-	-	-	-	
			Horizon C		-	14	-	-	-	-	
14	Précipitations : zone éloignée, IGDRS	240	Précipitations	Mensuelle	-	120	-	-	120	a	-
15	Intercomparaisons	Le programme d'intercomparaisons de laboratoire, volet analyses radiologiques, est exclusivement maintenu et géré par l'unité Laboratoires de la centrale nucléaire Gentilly-2. Il est par ailleurs intégré dans le programme d'assurance-qualité. Le document PI-05-02-12 rév.1 peut être consulté à cet effet. Il présente les contrôles, attentes et actions découlant des résultats atteints.									
a Au besoin sur déclencheur. Le déclencheur réfère à une valeur de β total spécifique à chaque matrice d'analyse.											

Tableau C-2 : Échantillonnage et analyse : surveillance atmosphérique

Caractéristiques de la méthode	Échantillonnage et analyse
<i>Ambiance gamma</i>	
Dosimètres thermoluminescents (DTL)	Cristaux de fluorure de calcium dopés au dysprosium ($\text{CaF}_2[\text{Dy}]$). Cette technique permet d'obtenir un débit de dose moyen puisque les DTL sont laissés pour une longue période aux points d'échantillonnage.
Débitmètre d'ambiance gamma	Appareil servant à mesurer un débit de rayonnement en un point donné. Résultat immédiat obtenu par une lecture directe de l'appareil.
<i>Tritium atmosphérique</i>	
Tamis moléculaire	L'air est aspiré à l'aide d'une pompe dans une cellule contenant du tamis moléculaire. Le débit est contrôlé et modifié selon les saisons pour tenir compte de la variation d'humidité de l'air. Lors de l'échantillonnage, l'humidité de l'air est adsorbée sur le tamis moléculaire. Un intégrateur de volume permet de connaître le volume total d'air aspiré qui est utilisé pour les calculs d'activité volumique. L'échantillonnage est réalisé en continu sur une période d'un mois. La cellule est chauffée en laboratoire pour récupérer l'eau. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.
<i>Carbone-14 atmosphérique</i>	
Méthode passive	Un bac de polyéthylène contenant de l'hydroxyde de potassium en solution est placé dans une station de contrôle. La solution basique permet de capter le CO_2 atmosphérique. Le bac est changé après un mois. L'échantillon est acidifié pour en extraire le CO_2 , qui est recueilli et concentré dans un cocktail scintillant ayant la propriété d'absorber le dioxyde de carbone. L'échantillon est analysé par scintillation liquide.
<i>Aérosols</i>	
L'analyse gamma est effectuée si l'activité β total dépasse un certain seuil.	Les aérosols sont aspirés à l'aide d'une pompe et recueillis sur un filtre en fibre de verre. L'échantillonnage est fait en continu pendant un mois. Le débit d'échantillonnage est contrôlé. Le filtre est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta.
<i>Radioiodes</i>	
L'analyse des cartouches d'iode n'est pas faite de façon routinière.	Des cartouches de charbon activé sont placées après le filtre aérosols dans le système d'échantillonnage des stations. La cartouche est changée aux six mois. En cas d'incident, l'analyse des cartouches de charbon serait faite par spectrométrie gamma sur GeHP.

Tableau C-3 : Échantillonnage et analyse : surveillance de la qualité de l'eau

Caractéristiques de la méthode	Échantillonnage et analyse
<i>Précipitations</i>	
Trois paramètres sont analysés dans les précipitations : • Tritium • Bêta-total • Gamma	Les précipitations sont recueillies à l'aide d'un montage d'une surface de 0,15 m ² . L'eau ou la neige recueillie est analysée par scintillation liquide. Toute l'eau (ou la neige) recueillie est évaporée sur une planchette pour être comptée à l'aide d'un compteur alpha-bêta. La planchette est ensuite comptée par spectrométrie gamma sur GeHP (station de référence seulement).
<i>Eau potable</i>	
Tritium	L'eau potable est prélevée directement des robinets des résidences privées. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.
<i>Eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique</i>	
Trois paramètres sont analysés dans les précipitations : • Tritium • Bêta-total • Gamma	Des puits spécialement aménagés permettent de recueillir l'eau de surface d'infiltration et de la nappe phréatique autour de l'ASSCI, de l'ASDR et à plusieurs autres endroits sur le site. D'autres points de récolte d'eau de surface ainsi que l'eau du fleuve Saint-Laurent sont prélevées en surface à l'aide d'une bouteille. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide. Un échantillon composite est évaporé sur une planchette et est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta. La planchette est analysée par spectrométrie gamma sur GeHP si l'activité bêta-total dépasse un certain seuil.

Tableau C-4 : Échantillonnage et analyse : surveillance de la qualité des sols et des sédiments

Caractéristiques de la méthode	Échantillonnage et analyse
<i>Sol arable</i>	
Deux fois par année (généralement au printemps et à l'automne), des échantillons de sols sont prélevés dans les fermes qui font la culture de plantes fourragères. Deux paramètres sont analysés : • Tritium non lié (³H dans l'humidité du sol) • Gamma	Pour chaque séance d'échantillonnage, une dizaine de prélèvements de surface sont effectués. Ces prélèvements sont espacés de 4 à 5 m et la surface totale échantillonnée est d'environ 100 m ² . L'échantillon doit avoir un poids total d'environ 2 kg. Une extraction d'eau par lyophilisation est réalisée sur une fraction du sol frais. L'eau ainsi recueillie est analysée par scintillation liquide. Une fraction de l'échantillon de sol est séchée, puis placée dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.
<i>Sédiments dynamiques</i>	
Les sédiments dynamiques sont les particules en suspension présentes dans l'eau du fleuve.	Les particules en suspension dans l'eau sont recueillies dans des bacs à sédimentation de 0,2 m ² spécialement conçus à cet effet. Les sédiments sont accumulés pendant 4 à 6 semaines, trois fois par année. Les sédiments sont séchés et broyés. L'échantillon est mis dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.

Tableau C-5 : Échantillonnage et analyse : surveillance de la faune et de la flore

Caractéristiques de la méthode	Échantillonnage et analyse
<i>Poissons et mollusques</i>	
Les poissons sont pêchés dans le canal de rejet de la centrale, tandis que les mollusques sont recueillis en amont et en aval du canal de rejets. Deux paramètres sont analysés : • Gamma • Carbone-14 organique	Les poissons sont pêchés à l'aide d'un filet. Les mollusques sont recueillis par dragage. Après avoir été mesurés et pesés, les poissons sont défaits en filets et réduits en purée. Une fraction de la chair est séchée pour faire l'analyse carbone-14. Une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée. Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO₂ formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.
<i>Plantes fourragères</i>	
Les fermes échantillonnées sont celles qui participent au programme de surveillance laitière. Deux paramètres sont analysés : • Tritium non lié (³H dans l'eau des plantes) • Gamma	Les échantillons de fourrage sont prélevés annuellement en fin de saison lorsque les plantes sont prêtes pour l'ensilage. Une fraction de l'échantillon frais est utilisée pour faire une extraction d'eau par lyophilisation. L'eau est ensuite analysée par scintillation liquide. Une fraction de l'échantillon est séchée et broyée, puis placée dans un marinelli. Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP.
<i>Plantes aquatiques</i>	
Les plantes aquatiques sont prélevées à l'anse de Lemarier en aval de la centrale. Deux paramètres sont analysés : • Gamma • Carbone-14 organique	Les plantes aquatiques sont recueillies à la fin de l'été à l'aide d'un râteau. L'échantillon est séché, puis broyé. Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP. Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO₂ formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.

Tableau C-6 : Échantillonnage et analyse : surveillance de la chaîne alimentaire

Caractéristiques de la méthode	Échantillonnage et analyse
<i>Légumes</i>	
Trois paramètres sont analysés : • Tritium non lié (³H dans l'eau des légumes) • Gamma • Carbone-14 organique	Les légumes ont été achetés chez des producteurs locaux. L'eau des légumes est extraite par lyophilisation, puis analysée par scintillation liquide. Les légumes sont séchés et broyés, puis une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée. Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO₂ formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.
<i>Produits de l'érable</i>	
Les produits sont achetés à un producteur local.	Une spectrométrie gamma sur GeHP et une analyse par scintillation liquide sont réalisées.
<i>Lait</i>	
Deux paramètres sont analysés : • Tritium • Gamma	Les échantillons sont recueillis de façon hebdomadaire chez les producteurs. Le lait est analysé directement par scintillation liquide. Le lait est mis dans un marinelli et une spectrométrie sur GeHP est réalisée.

Tableau C-7 : Limites de détection des méthodes d'analyse

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse	Limites de détection (Ld)
<i>Tritium</i>	
Tamis moléculaire – scintillation liquide	0,100 Bq m ⁻³
Scintillation liquide	6 Bq l ⁻¹
<i>Carbone-14</i>	
Échantillonnage passif – scintillation liquide	< 0,9 Bq g-C ⁻¹
Bombe à oxygène – scintillation liquide	< 0,9 Bq g-C ⁻¹
<i>Bêta-total</i>	
Filtres aérosols	9 x 10 ⁻⁵ Bq m ⁻³
Eau évaporée sur planchette	0,02 Bq l ⁻¹
Eau évaporée sur planchette (précipitations)	0,07 Bq m ⁻²
<i>Gamma</i> ¹	
Cartouches de charbon activé	2,4 x 10 ⁻² Bq cartouche ⁻¹
Sol et sédiments	0,3 Bq kg ⁻¹
Poissons et mollusques	2,6 Bq kg ⁻¹
Plantes fourragères et aquatiques	1,0 Bq kg ⁻¹
Légumes et sirop d'érable	0,3 Bq kg ⁻¹
Lait	0,1 Bq kg ⁻¹
1 Valeurs moyennes pour le Cs-137 (excepté pour les cartouches de charbon activé)	

D Addenda au rapport technique

G2-RT-2013-00518-005

- Calcul de la dose au membre représentatif de la population pour l'année 2012

Cet addenda a été produit afin de répondre à une demande d'information de la CCSN qui souhaitait voir représenter le détail du calcul de la dose et des voies d'exposition pour le membre représentatif de la population, pour l'année 2012. Le tableau suivant présente la contribution des radionucléides à la fraction de la dose totale, et ce pour les différentes voies d'exposition. La dose maximale du membre représentatif de la population calculé par le modèle IMPACT, pour l'année 2012, est de 5 µSv. Cette valeur de 5 µSv est un arrondissement au nombre entier supérieur de la valeur calculée de 4,66 µSv.

Tableau D-1 : Calcul de la dose maximale à l'individu représentatif du groupe à la ferme Sud-1 (modèle IMPACT) en 2012

Individu	Voie d'exposition	Dose modélisée (Sv a ⁻¹)					Dose totale ^a (μSv a ⁻¹)
		HTO	¹⁴ C	Gaz rares	¹³¹ I	⁶⁰ Co	
Adulte	Immersion – air	0,00E+00	3,85E-13	3,85E-09	7,65E-17	3,53E-14	4
	Inhalation	5,58E-07	4,72E-10	0,00E+00	4,32E-14	1,59E-12	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,78E-15	7,99E-10	
	Ingestion - animaux terrestres	7,25E-07	1,50E-06	0,00E+00	1,40E-11	1,55E-11	
	Ingestion - plantes terrestres	8,82E-07	1,42E-07	0,00E+00	1,46E-12	1,38E-11	
	Ingestion - animaux aquatiques	8,87E-07	3,72E-11	0,00E+00	0,00E+00	7,77E-14	
	Total	2,33E-06	1,64E-06	3,85E-09	1,55E-11	8,31E-10	
Enfant 10 ans	Immersion – air	0,00E+00	3,85E-13	3,85E-09	7,65E-17	3,53E-14	5
	Inhalation	6,52E-07	6,62E-10	0,00E+00	9,70E-14	2,24E-12	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,78E-15	7,99E-10	
	Ingestion - animaux terrestres	1,13E-06	1,86E-06	0,00E+00	3,43E-11	5,02E-11	
	Ingestion - plantes terrestres	6,00E-07	1,08E-07	0,00E+00	1,69E-12	2,21E-11	
	Ingestion - animaux aquatiques	1,58E-12	2,14E-11	0,00E+00	0,00E+00	1,05E-13	
	Total	2,38E-06	1,96E-06	3,85E-09	3,61E-11	8,74E-10	
Enfant 1 an	Immersion – air	0,00E+00	3,85E-13	4,99E-09	9,94E-17	4,59E-14	5
	Inhalation	4,83E-07	4,88E-10	0,00E+00	1,13E-13	1,77E-12	
	Dépôt – sol	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,51E-15	1,04E-09	
	Ingestion - animaux terrestres	1,41E-06	2,13E-06	0,00E+00	7,23E-11	7,30E-11	
	Ingestion - plantes terrestres	5,43E-07	8,90E-08	0,00E+00	2,31E-12	2,14E-11	
	Ingestion - animaux aquatiques	9,75E-13	1,26E-11	0,00E+00	0,00E+00	7,60E-14	
	Total	2,43E-06	2,22E-06	4,99E-09	7,48E-11	1,14E-09	
^a La dose maximale est arrondie à l'entier supérieur en raison du niveau de précision associé à l'estimation de la dose.							

E Programme d'intercomparaison

- Résultats de l'intercomparaison MRAD-19 (filtres d'air, échantillons de sol, de végétaux et aqueux)
- Résultats de l'intercomparaison du laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval (échantillons de lait)
- Résultats de l'intercomparaison COGIS 57 (paramètres chimiques et radiologiques)

Tableau E-1 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison ERA, filtres d'air (MRAD-19)

Analyses	Activité par filtre (pCi filtre ⁻¹ si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
α total	89	83,0	27,8 - 129	1,07
β total	62	56,3	35,6 – 82,2	1,10
²⁴¹ Am	76	66,4	40,9 – 89,8	1,14
⁶⁰ Co	538	494	382 - 617	1,09
¹³⁴ Cs	716	868	552 – 1 080	0,82
¹³⁷ Cs	659	602	452 - 791	1,09
⁵⁴ Mn	< 4,60	< 50,0	0,00 – 50,0	s.o.
²³⁸ U	68	56,9	36,8 – 78,7	1,20
⁶⁵ Zn	543	419	300 - 578	1,30
s.o. : Sans objet.				

Tableau E-2 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison ERA, échantillons de sol (MRAD-19)

Analyses	Activité (pCi kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
²²⁸ Ac	1 232	1 240	795 – 1 720	0,99
²⁴¹ Am	176	164	95,9 - 213	1,07
²¹² Bi	1 541	1 220	325 – 1 790	1,26
²¹⁴ Bi	2 784	3 740	2 250 – 5 380	0,74
¹³⁴ Cs	2 784	2 820	1 840 – 3 390	0,99
¹³⁷ Cs	4 730	4 130	3 160 – 5 310	1,15
⁴⁰ K	12 135	12 400	9 080 – 16 700	0,98
²¹² Pb	1 405	1 220	799 – 1 700	1,15
²¹⁴ Pb	2 892	3 740	2 180 – 5 580	0,77
⁶⁰ Co	6 432	5 680	3 840 – 7 820	1,13
⁵⁴ Mn	< 30	< 1000	0,00 – 1 000	s.o.
²³⁸ U	3 568	3 080	1 910 – 3 910	1,16
⁶⁵ Zn	4 108	3 160	2 520 – 4 200	1,30
s.o. : Sans objet.				

Tableau E-3 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison ERA, échantillons de végétaux (MRAD-19)

Analyses	Activité (pCi kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
²⁴¹ Am	3 919	3 630	2 220 – 4 830	1,08
⁶⁰ Co	1 865	1 880	1 300 – 2 630	0,99
¹³⁴ Cs	778	859	552 – 1 120	0,91
¹³⁷ Cs	1 032	1 030	747 – 1 430	1,00
⁵⁴ Mn	< 43	< 300	0,00 - 300	s.o.
²³⁸ U	659	648	432 - 823	1,02
⁴⁰ K	29 730	33 900	24 500 – 47 600	0,88
⁶⁵ Zn	1 649	1 540	1 110 – 2 160	1,07
s.o. : Sans objet.				

Tableau E-4 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison ERA, échantillons aqueux (MRAD-19)

Analyses	Activité (pCi l ⁻¹ si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
α total	60	96,6	34,3 - 150	0,62
β total	58	84,5	48,4 - 125	0,69
²⁴¹ Am	130	126	84,9 - 169	1,03
⁶⁰ Co	2 084	1 890	1 640 - 2210	1,10
¹³⁴ Cs	2 097	2 180	1 600 – 2 510	0,96
¹³⁷ Cs	3 027	2 760	2 340 – 3 310	1,09
⁵⁴ Mn	< 15	< 100	0,00 - 100	s.o.
²³⁸ U	81	98,0	74,7 - 120	0,83
⁶⁵ Zn	1 686	1 370	1 140 – 1 730	1,23
³ H	20 428	19 800	13 300 – 28 200	1,03
s.o. : Sans objet.				

Tableau E-5 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison du laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval, échantillons de lait

Analyses	Échantillons	Activité (Bq l ⁻¹)		
		G-2	UL	G-2/UL
3H	UL2013-01	< 22	0	s.o.
	UL2013-02	39	43 ± 5	0,91
	UL2013-03	63	65 ± 6	0,97
	UL2013-04	< 22	0	s.o.
¹³³ Ba	UL2013-01	29,6	28 ± 1	1,06
	UL2013-02	< 0,10	0	s.o.
	UL2013-03	35,2	34 ± 1	1,04
	UL2013-04	< 0,11	0	s.o.
⁴⁰ K	UL2013-01	55	50 ± 6	1,10
	UL2013-02	58	56 ± 5	1,04
	UL2013-03	54	53 ± 5	1,02
	UL2013-04	55	51 ± 6	1,08

Tableau E-6 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison COGIS 57 (paramètres chimiques)

Analyses	Résultats (ppm si non spécifié)				G-2/COGIS
	G-2	Valeur attendus COGIS	Limite inférieure COGIS	Limites supérieure COGIS	
Chlorures	0,007	0,0075	0,006	0,009	0,93
Sulfates	0,007	0,0075	0,006	0,009	0,93
Fer	0,73	0,075	0,064	0,086	0,97
	0,30	0,31	0,264	0,357	0,96
Cuivre	0,076	0,08	0,068	0,092	0,95
	0,39	0,4	0,340	0,460	0,98
	0,060	0,068	0,058	0,078	0,88
Aluminium	0,820	0,85	0,723	0,978	0,97
	0,68	0,7	0,595	0,805	0,97
Zinc	0,060	0,064	0,054	0,074	0,94
	0,25	0,25	0,213	0,288	1,00
Plomb	0,077	0,082	0,070	0,094	0,94
	0,43	0,45	0,383	0,518	0,96
	0,063	0,079	0,067	0,091	0,80
Hydrazine	0,34	0,35	0,298	0,403	0,96
	4,03	3,95	3,358	4,543	1,02
Conductivité (mS m ⁻¹)	0,49	0,46	0,414	0,506	1,05
	0,10	0	s.o.	s.o.	s.o.
	28,9	28,35	25,515	31,185	1,02
	4,3	4	3,600	4,400	1,07
pH	5,40	5,40	5,300	5,500	1,00
	9,85	9,80	9,700	9,900	1,01
	4,61	4,65	4,550	4,750	0,99
	10,53	10,60	10,500	10,700	0,99
Morpholine	2,70	2,65	2,253	3,048	1,02
Lithium dans D ₂ O	0,908	0,86	0,791	0,929	1,06
Fluorure	0,004	0,005	0,004	0,006	0,80
Nitrite	0,001	0,005	0,004	0,006	0,20
Nitrate	0,000	0,0035	0,003	0,004	0,00
Gadolinium	21,25	21,7	20,615	22,785	0,98
	5 304	5 260	4 997,000	5 523,000	1,01
TOC	0,388	0,4	0,320	0,480	0,97
	2,79	3,00	2,400	3,600	0,93
D ₂ O (%)	0,6	0,55	0,440	0,660	1,09
H ₂ (%)	0,16	1,14	1,026	1,254	0,14
O ₂ (%)	1,64	1,71	1,539	1,881	0,96
N ₂ (%)	1,18	1,29	1,161	1,419	0,91
s.o. :	Sans objet.				

Tableau E-7: Résultats du programme d'assurance qualité pour 2013 : intercomparaison COGIS 57 (paramètres radiologiques)

Analyses	Résultats ($\mu\text{Ci kg}^{-1}$ si non spécifié)				G-2/COGIS
	G-2	Valeur attendus COGIS	Limite inférieure COGIS	Limites supérieure COGIS	
^3H bas	11,1	11	9,900	12,100	1,01
^3H élevé	222	250	225,000	275,000	0,89
^3H très élevé (Ci kg^{-1})	8,00	8,07	7,263	8,877	0,99
Bêta (dpm filtre $^{-1}$)	1 536	1 255	1 129,500	1 380,500	1,22
^{241}Am	3,11	2,54	2,283	2,790	1,23
^{109}Cd	38,10	32,37	29,129	35,602	1,18
^{57}Co	0,87	0,78	0,699	0,854	1,12
^{139}Ce	1,33	1,16	1,048	1,280	1,14
^{203}Hg	2,66	2,32	2,085	2,548	1,15
^{113}Sn	2,30	2,02	1,817	2,221	1,14
^{85}Sr	2,85	2,40	2,161	2,641	1,19
^{137}Cs	1,21	1,02	0,915	1,118	1,19
^{88}Y	3,90	3,38	3,039	3,715	1,16
^{60}Co	1,83	1,60	1,440	1,759	1,14
^{14}C bas	13,23	13	11,700	14,300	1,02
^{14}C élevé	80,60	80,00	72,000	88,000	1,01

