Hydro Québec Production

WSP

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

Rapport annuel 2014

Rapport technique G2-RT-2015-00518-001

Version finale (Avril 2015)

Avril 2015

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

Document ■ Public
□ Non public
□ Confidentiel

Rapport annuel 2014

Rapport technique G2-RT-2015-00518-001

Version finale (Avril 2015)

Avec la participation de WSP

Par : _____
Stéphan Chapdelaine
Chargé d'équipe – Environnement – Hydro-Québec

_____
Mélanie Garceau
Environnement – Hydro-Québec

Approuvé par : _____
Mario Marchand
Chef Environnement et sécurité – Hydro-Québec

_____
Donald Olivier, ing.
Directeur Production nucléaire – Hydro-Québec

U.S.I. 00511, 00518, 00528, 16000, 67830

Hydro-Québec Production
Avril 2015

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 en 2009 par le ministère de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (aujourd'hui le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDELCC]) 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 des éléments pouvant découler de nouvelles exigences réglementaires, ou encore d'autres jugés pertinents par Hydro-Québec. Compte tenu de la cessation définitive de la production d'électricité à la centrale de Gentilly-2, une révision de ces programmes a mené à l'abandon ou à une réduction de fréquences du suivi de certains paramètres liés à des systèmes qui auront été mis en retrait ou dont l'exploitation qui en est faite aura été modifiée. Cependant, ces changements n'ont été en vigueur qu'en début de l'année 2015 et n'ont donc aucune incidence sur le présent rapport annuel.

En 2014, 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 4 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 % de chacune des limites opérationnelles dérivées (LOD), sur une base mensuelle. Par ailleurs, quelques dépassements de normes ont été associés au volet physicochimique, lesquels sont présentés en détail dans le présent rapport. Les résultats et constats issus de la surveillance environnementale démontrent que les impacts sur l'environnement découlant des activités d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 sont négligeables. L'ensemble des mesures des programmes de surveillance est présenté dans les chapitres suivants.

Il faut aussi mentionner que depuis le mois de janvier 2013, la majeure partie des activités en centrale était principalement orientée vers la préparation de l'atteinte de l'état de stockage sûr (ÉSS), état de centrale qui fut par ailleurs atteint en décembre 2014.

Liste de distribution

Copies électroniques :

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

Donald Olivier, ing.	Directeur Production nucléaire
Steve Plante, ing.	Chef Support technique
Alain Gosselin	Chef Maintenance
Mario Marchand	Chef Environnement & sécurité
Nicolas Dubuc	Chef Services administratifs et financiers
Véronique Trépanier	Conseillère Relations avec le Milieu
Archives Gentilly-2	Centre de documentation (version originale)

Hydro-Québec : Vice-présidence Exploitation des équipements de production :

Céline Belzile	Chef Environnement

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 déclassement
Bruno Romanelli	Agent principale du programme de réglementation
Josué Wamegni	Agent de programmes environnementaux
CCSN - Gentilly	Bureau CCSN G2 - bloc F

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC) :

Louise Trudel	1579, boul. Louis-Fréchette, Nicolet, J3T 2A5
Renée Loiselle	675, boul. René-Lévesque Est, Québec, G1R 5V7

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries etde 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

Environnement Canada :

Jesica Moreno-Colacci	4905, Dufferin Street, Toronto (Ontario), M3H 5T4

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

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 :

Guy Simon	819, rue Notre-Dame, Champlain, G0X 1C0

Municipalité de Saint-Pierre-les-Becquets :

Yves Tousignant	110, rue des Loisirs, Saint-Pierre-les-Becquets, G0X 2Z0

Bruce Power :

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 1-1

2 Résultats du suivi des effluents – volet radiologique 2-1
2.1 Effluents gazeux 2-1
2.2 Effluents liquides 2-4
2.2.1 Réservoirs de stockage des eaux radioactives 2-9
2.2.2 Drainage pluvial 2-9

3 Bilan des émissions atmosphériques et résultats du suivi des effluents liquides – volet physicochimique 3-1
3.1 Émissions atmosphériques 3-1
3.1.1 Gaz à effet de serre émis par la combustion des moteurs 3-1
3.1.2 Gaz réfrigérants 3-2
3.2 Effluents liquides 3-3
3.2.1 Eau de circulation et autres effluents 3-3
3.2.1.1 Purge et vidange du système des générateurs de vapeur 3-4
3.2.1.2 Fosse de déminéralisation et de prétraitement 3-4
3.2.1.3 Réservoir de stockage des eaux radioactives 3-5
3.2.1.4 Effluent final de l'EDC 3-6
3.2.2 Eau brute de refroidissement 3-7
3.2.3 Eaux usées sanitaires 3-7
3.2.4 Eau de surface – drainage pluvial (MCH-1, 2 et 3) 3-8
3.2.5 Suivi de la variation de température des effluents 3-9

4 Autres suivis d'engagements 4-1
4.1 Séparateur eau-huile 4-1
4.2 Suivi du lieu d'élimination de neige 4-1
4.2.1 Eaux souterraines 4-2
4.2.2 Eaux de surface 4-3
4.3 Suivi des eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets radioactifs 4-3
4.4 Matières dangereuses utilisées au travail 4-6
4.5 Eau chimiquement conditionnée 4-7

5 Consommation d'eau 5-1

6 Matières dangereuses et résiduelles 6-1
6.1 Biomasse à la prise d'eau 6-1
6.2 Matières dangereuses résiduelles 6-2
6.3 Matières résiduelles et déchets biomédicaux 6-3

7 Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement 7-1

8 Surveillance radiologique du milieu environnant 8-1
8.1 Radionucléides retrouvés dans l'environnement 8-1
8.2 Surveillance atmosphérique 8-2
8.2.1 Ambiance gamma 8-2
8.2.2 Tritium 8-10
8.2.3 Carbone-14 8-20
8.2.4 Aérosols 8-24
8.3 Surveillance de la qualité de l'eau 8-26
8.3.1 Précipitations 8-26
8.3.2 Eaux de surface 8-30
8.3.3 Eaux d'infiltration 8-34
8.3.4 Eaux souterraines 8-37
8.3.5 Eaux de fonte des neiges 8-40
8.3.6 Eau potable 8-41
8.4 Surveillance de la qualité des sols et des sédiments 8-42
8.4.1 Sols arables 8-42
8.4.2 Sédiments dynamiques 8-42
8.5 Surveillance de la faune et de la flore 8-44
8.5.1 Plantes fourragères 8-44
8.5.2 Plantes aquatiques 8-44
8.5.3 Mollusques 8-46
8.5.4 Poissons 8-46
8.6 Produits comestibles 8-48
8.7 Données météorologiques 8-49
8.8 Facteurs de dispersion atmosphérique 8-52

9 Estimation de la dose aux membres représentatifs de la population 9-1
9.1 Groupe récepteur 9-1
9.2 Doses par voies d'exposition 9-1
9.3 Historique de dose 9-3

10 Programme d'intercomparaison du Laboratoire de Radioprotection de Trois-Rivières 10-1

11 Conclusion 11-1

12 Références 12-1

Annexes

A	Cartes de localisation et schémas
B	Aspect statistique des résultats
C	Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection
D	Programme d'intercomparaison
E	*Technical Memorandum* Mémoire technique K-415154-TM-0001-R2

Tableaux

Tableau 2-1 : Principales limites de rejets radioactifs gazeux à la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014 2-2

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 2014 2-3

Tableau 2-3 : Principales limites de rejets radioactifs liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014 2-5

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 2014 2-7

Tableau 2-5 : Activité des principaux radionucléides dans les puisards pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 2-9

Tableau 3-1 : Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2012-2014 3-1

Tableau 3-2 : Émissions totales de produits de combustion à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2012-2014 3-2

Tableau 3-3 : 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 2014 3-5

Tableau 3-4 : Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 3-5

Tableau 3-5 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2, de janvier à octobre 2014 3-6

Tableau 3-6 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 3-7

Tableau 3-7 : Résultats d'analyses de l'effluent du système de traitement des eaux usées sanitaires de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 3-8

Tableau 3-8 : Résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 3-9

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 2014 4-1
Tableau 4-2 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines (horizon C) au pourtour du lieu d'élimination de neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-2
Tableau 4-3 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux de surface au pourtour du lieu d'élimination de neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-3
Tableau 4-4 : Résultats d'analyses physicochimiques des eaux souterraines prélevées au pourtour des différentes installations de stockage des déchets radioactifs à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-4
Tableau 4-5 : Mesures des niveaux piézométriques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-5
Tableau 4-6 : Consommation de produits chimiques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-6
Tableau 4-7 : Rejets d'eau chimiquement conditionnée à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 4-7
Tableau 6-1 : Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 6-2
Tableau 6-2 : Quantité de matières résiduelles recyclées ou disposées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 6-3
Tableau 7-1 : Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 7-1
Tableau 8-1 : Radioactivité mesurée dans les sols arables aux quatre fermes collaborant au PSRE pour l'année 2014 8-42
Tableau 8-2 : Radioactivité détectée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-43
Tableau 8-3 : Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent récoltées près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-45
Tableau 8-4 : 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 2014 8-46
Tableau 8-5 : Espèces de poissons pêchées dans le canal de rejet de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-47
Tableau 9-1 : Calcul de la dose maximale à l'individu représentatif du groupe à la ferme Sud-1 (modèle IMPACT) 9-2

Figures

Figure 2-1 : Rejets radiologiques gazeux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014, exprimés en % LOD, sur une base mensuelle 2-2
Figure 2-2 : Rejets radioactifs gazeux annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1995-2014 2-4
Figure 2-3 : Rejets radioactifs liquides mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 2-6
Figure 2-4 : Rejets radioactifs liquides annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1995-2014 2-8
Figure 3-1 : Évolution des températures de l'affluent et des effluents de l'EDC et de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014 3-10
Figure 5-1 : Consommation d'eau de procédé à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 5-1
Figure 5-2 : Consommation d'eau potable à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 5-2
Figure 6-1 : Biomasse captée à la station de pompage de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 6-1
Figure 7-1 : Causes des déversements accidentels dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 7-1
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 2014 8-3
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 2010-2014 8-3
Figure 8-3 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-5
Figure 8-4 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-5
Figure 8-5 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-6
Figure 8-6 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-8
Figure 8-7 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-9
Figure 8-8 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-10
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 2014 8-11
Figure 8-10 : Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone d'exclusion) pour la période 2010-2014 8-13

Figure 8-11 : 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 2014 8-14
Figure 8-12 : Activité annuelle moyenne 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 2010-2014 8-15
Figure 8-13 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-16
Figure 8-14 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-17
Figure 8-15 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-18
Figure 8-16 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-19
Figure 8-17 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2014 8-21
Figure 8-18 : Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2010-2014 8-22
Figure 8-19 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2014 8-23
Figure 8-20 : Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour la période 2010-2014 8-24
Figure 8-21 : 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 2014 8-25
Figure 8-22 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2014 8-26
Figure 8-23 : 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 2014 8-27
Figure 8-24 : 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 2014 8-28
Figure 8-25 : 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 2014 8-29
Figure 8-26 : 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 2014 8-30
Figure 8-27 : 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 2014 8-31

Figure 8-28 : 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 2010-2014 8-32
Figure 8-29 : Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-33
Figure 8-30 : 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 2014 8-35
Figure 8-31 : 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 2010-2014 8-36
Figure 8-32 : 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 2014 8-37
Figure 8-33 : 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 2014 8-38
Figure 8-34 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors site pour la période 2010-2014 8-39
Figure 8-35 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-40
Figure 8-36 : Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface et dans l'eau souterraine (horizon C) lors de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-41
Figure 8-37 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014 8-50
Figure 8-38 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-51
Figure 8-39 : Coefficients moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014 8-54
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 2010-2014 9-3
Figure 9-2 : Comparaison de différentes doses de rayonnement typiques pouvant affecter la population 9-4

Liste des abréviations

ACNOR	**A**ssociation **C**anadienne de **NOR**malisation
ASDR	**A**ire de **S**tockage des **D**échets **R**adioactifs
ASSCI	**A**ire de **S**tockage à **S**ec du **C**ombustible **I**rradié
CA	**C**ertificat d'**A**utorisation du MDDELCC
CANDU	**CAN**ada **D**euterium **U**ranium
CANSTOR	**CAN**DU **STOR**age, module de stockage à sec du combustible irradié
CEAEQ	**C**entre d'**E**xpertise en **A**nalyse **E**nvironnementale du **Q**uébec
CFC	**C**hloro**F**luoro**C**arbures
CCSN	**C**ommission **C**anadienne de **S**ûreté **N**ucléaire
COGIS	**C**ANDU **O**wner's **G**roup **I**nterlaboratory **S**tudy
CRMC	**C**entre 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
ESR	**E**au de **S**ervice **R**ecirculée
ESRU	**E**nceinte de **S**tockage des **R**ésines **U**sées
ÉSS	**É**tat de **S**tockage **S**ûr
HCFC	**H**ydro**C**hloro**F**luoro**C**arbures
HP C_{10}-C_{50}	**H**ydrocarbures **P**étroliers C_{10}-C_{50}
IGDRS	**I**nstallation de **G**estion des **D**échets **R**adioactifs **S**olides
LD	**L**imite de **D**étection
LOD	**L**imite **O**pérationnelle **D**érivée
MDDELCC	**M**inistère du **D**éveloppement **D**urable, de l'**E**nvironnement, de la **L**utte contre les **C**hangements **C**limatiques
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
UTa	**U**nité de **T**oxicité **a**iguë
UTc	**U**nité de **T**oxicité **c**hronique

1 Introduction

Le rapport G2-RT-2015-00518-001 présente les résultats des programmes de surveillance environnementale appliqués en 2014, au site de Gentilly-2. Ces résultats regroupent les mesures radiologiques et physicochimiques. Le rapport traite également des constats relatifs à d'autres engagements réglementaires auxquels la centrale nucléaire de Gentilly-2 doit toujours se conformer et ce, malgré la cessation définitive de ses activités de production d'énergie survenue à la fin du mois de décembre 2012.

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). Les principaux objectifs du programme 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.

Par ailleurs, une révision majeure du programme de surveillance radiologique de l'environnement a été récemment complétée, suivant l'atteinte de l'état de stockage sûr (ÉSS) de la centrale nucléaire de Gentilly-2, elle-même décrétée au cours du mois de décembre 2014. En marge de la mise en retrait définitive de plusieurs systèmes nucléaires de la centrale ainsi que de la modification du terme source, les nouvelles modalités ont ainsi été appliquées au premier trimestre de l'année 2015. Ils n'ont donc aucune incidence sur le présent rapport annuel.

L'ensemble des modalités de surveillance physicochimique sont quant à elles décrites 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.

Ce second programme de surveillance de l'environnement sera également revu au cours de l'année 2015, en vertu des mêmes motifs énumérés précédemment.

2 Résultats du suivi des effluents – volet radiologique

Ce chapitre présente les résultats de la surveillance radiologique des effluents gazeux et liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2, pour l'année 2014.

2.1 Effluents gazeux

En 2014, plusieurs systèmes et composantes assuraient toujours une ventilation aux bâtiments réacteur et turbine de même qu'à plusieurs autres salles du bâtiment des services et des annexes. Les effluents gazeux pouvaient ainsi provenir des activités de maintenance et de certaines manœuvres d'exploitation qui y étaient exécutées. Bien que la centrale nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé la production d'électricité, une part de radioactivité sera encore présente dans les rejets gazeux à moyen terme, soit jusqu'à ce que toute manœuvre impliquant des systèmes radioactifs soit complétée.

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). Ces limites figurent notamment au permis d'exploitation de chacune des installations nucléaires canadiennes.

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 de 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).

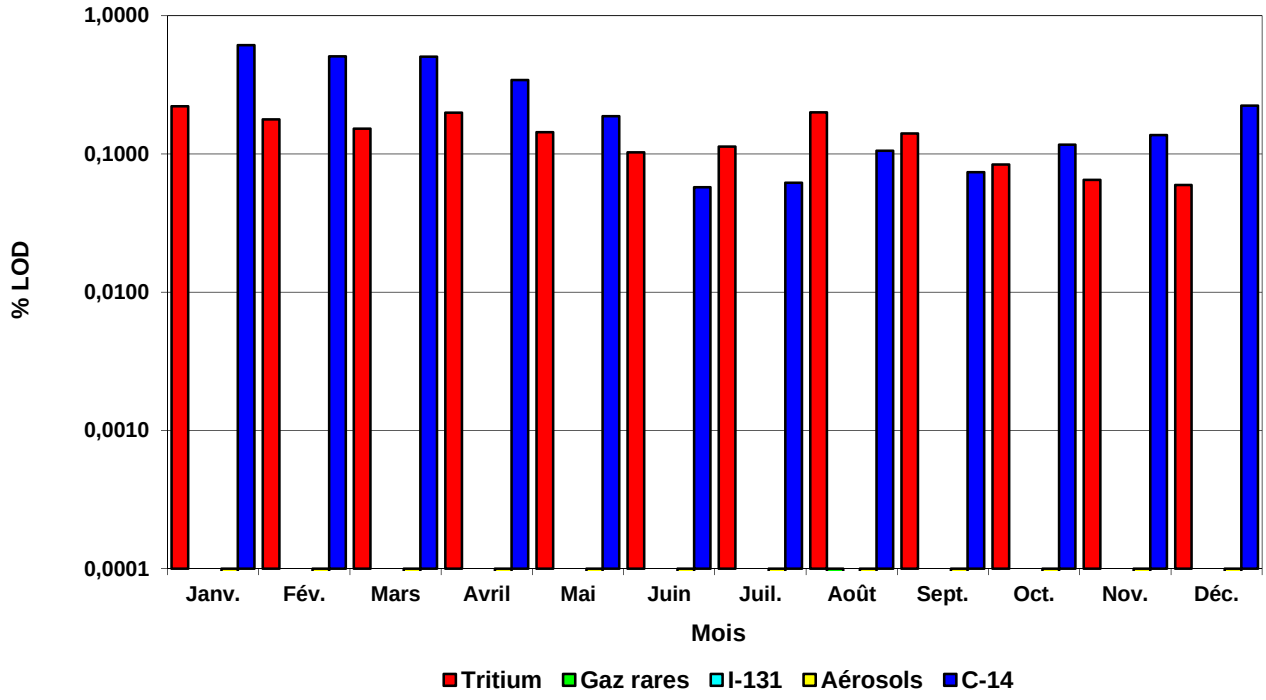
Lors de l'exploitation d'un réacteur CANDU, les radionucléides les plus susceptibles d'être présents dans les émissions à la cheminée sont classifiés et détaillés au tableau 2-1. Ce tableau présente également les LOD correspondantes à la centrale nucléaire de Gentilly-2. Il était attendu que l'interruption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

Tableau 2-1 : Principales limites de rejets radioactifs gazeux à la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014

Classification	Limite de rejet gazeux (Bq semaine^{-1})
Gaz rares	1,48 X 10^{15} γBq MeV
Aérosols (^{60}Co)	2,33 X 10^{10}
^{3}H	1,65 X 10^{15}
^{14}C	3,82 X 10^{12}

La figure 2-1 présente les principaux radionucléides surveillés dans les rejets gazeux pour l'année 2014. Ces rejets sont exprimés en pourcentage des LOD (% LOD) sur une base mensuelle.

Figure 2-1 : Rejets radiologiques gazeux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014, exprimés en % LOD, sur une base mensuelle



En dépit de toutes les opérations de drainage et d'assèchement de systèmes, contenant de l'eau lourde, effectuées au cours de l'année 2014, en vue de la préparation de l'état de stockage sûr (ÉSS) de la centrale, toutes les valeurs mensuelles d'activité en tritium et en carbone-14 ont été en deçà d'un seuil équivalent à 1 % LOD, sur une base mensuelle. Les valeurs mensuelles maximales ont été mesurées en janvier 2014, à 0,22 % LOD en tritium et à 0,61 % LOD en carbone-14. Les quelques valeurs de carbone-14 plus élevées du premier trimestre de l'année 2014 marquent la suite d'événements abordés au même rapport annuel de l'année 2013, relativement

à l'enlignement d'une colonne de résines de purification ionique du système modérateur et de la vidange partielle des réservoirs de résines usées.

Les gaz rares n'ont quant à eux été détectés qu'en une seule occasion, en août 2014, et ce à une très faible activité. Cette valeur paraît pour le moins invraisemblable compte tenu des périodes radioactives des gaz qui étaient habituellement générés.

Pour leur part, les radioiodes n'ont pas été détectés depuis 2012 alors que l'activité radiologique liée aux aérosols a toujours été inférieure à 0,0001 % LOD.

Le tableau 2-2 présente les valeurs mensuelles d'activité pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents atmosphériques en 2014.

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 2014

Mois	Tritium (Bq)	Gaz rare (Bq)	Iode-131 (Bq)	Aérosol (Bq)	Carbone-14 (Bq)
Janvier	$1{,}62 \times 10^{13}$	n. d.	n. d.	$3{,}57 \times 10^{4}$	$1{,}03 \times 10^{11}$
Février	$1{,}17 \times 10^{13}$	n. d.	n. d.	$5{,}12 \times 10^{4}$	$7{,}74 \times 10^{10}$
Mars	$1{,}11 \times 10^{13}$	n. d.	n. d.	$1{,}23 \times 10^{4}$	$8{,}54 \times 10^{10}$
Avril	$1{,}41 \times 10^{13}$	n. d.	n. d.	$5{,}03 \times 10^{3}$	$5{,}58 \times 10^{10}$
Mai	$1{,}05 \times 10^{13}$	n. d.	n. d.	$2{,}30 \times 10^{4}$	$3{,}16 \times 10^{10}$
Juin	$7{,}27 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$1{,}14 \times 10^{4}$	$9{,}38 \times 10^{9}$
Juillet	$8{,}27 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$2{,}06 \times 10^{4}$	$1{,}04 \times 10^{10}$
Août	$1{,}46 \times 10^{13}$	$3{,}15 \times 10^{9}$	n. d.	$2{,}96 \times 10^{4}$	$1{,}78 \times 10^{10}$
Septembre	$9{,}94 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$2{,}34 \times 10^{4}$	$1{,}20 \times 10^{10}$
Octobre	$6{,}11 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$2{,}30 \times 10^{4}$	$1{,}97 \times 10^{10}$
Novembre	$4{,}58 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$3{,}28 \times 10^{4}$	$2{,}24 \times 10^{10}$
Décembre	$4{,}35 \times 10^{12}$	n. d.	n. d.	$2{,}37 \times 10^{4}$	$3{,}78 \times 10^{10}$

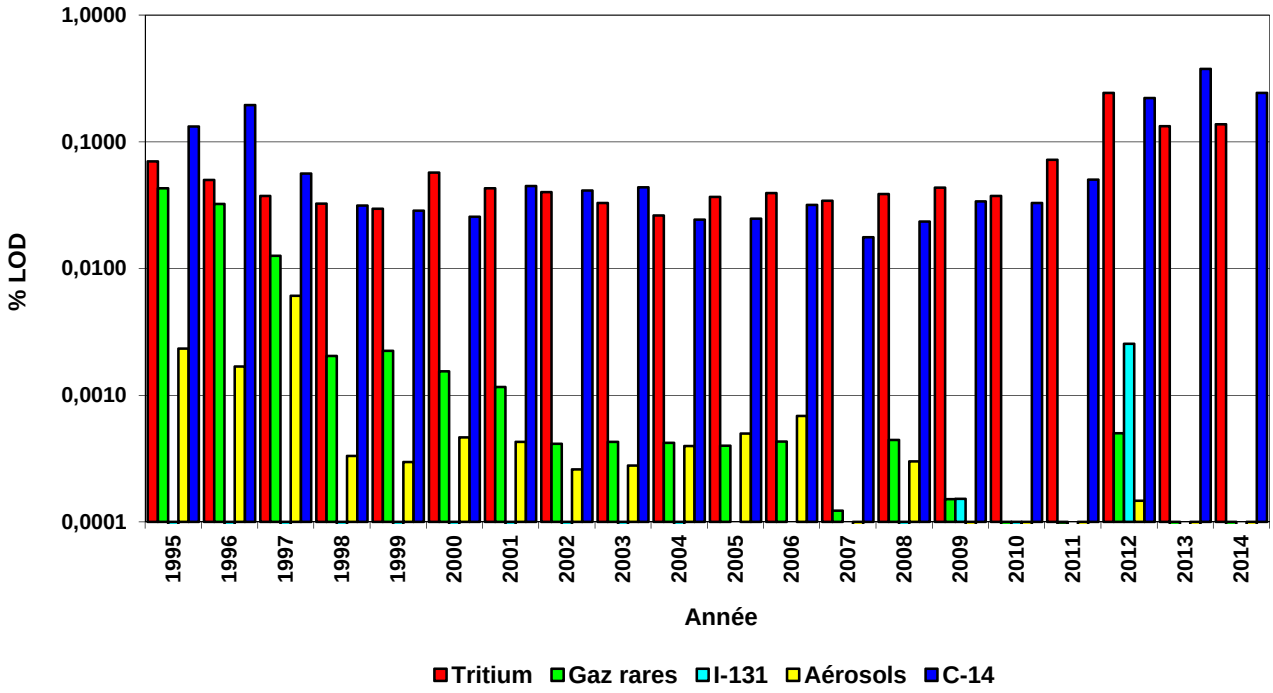
n. d. Non détecté.

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 la poursuite des activités de préparation à l'ÉSS de la centrale nucléaire de Gentilly-2, tout au long de l'année 2014, il était attendu que le niveau d'émission de plusieurs radionucléides émis soit maintenu à un faible niveau, voire même en diminution. Lorsque les valeurs absolues de radioactivité sont considérées, on constate effectivement que les émissions de tritium ont été maintenues à une faible activité en 2014. Par ailleurs, le carbone-14 montre une baisse de plus de 35 %, par rapport à l'année précédente, alors

que la radioactivité des aérosols était en baisse de plus de 66 %, pour la même période.

Il importe de rappeler que la figure 2-2 doit être analysée en tenant compte du changement des valeurs de 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 à partir de l'année 2012, en comparaison des années précédentes. À émissions égales, le ratio d'une LOD s'avère maintenant plus élevé. Ce changement peut laisser présumer une hausse des valeurs aux années 2012, 2013 et 2014, lorsque l'analyse porte sur les valeurs d'une longue période.

Figure 2-2 : Rejets radioactifs gazeux annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1995-2014



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 seuls les ratios des LOD permettent de percevoir l'ampleur de plusieurs radionucléides sur une seule et même base, soit le % LOD.

2.2 Effluents liquides

Les principaux effluents liquides du site de Gentilly-2 étaient, jusqu'en fin d'année 2014, 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 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 2014 peuvent être attribuées à certaines manœuvres ou activités de préparation à la dormance.

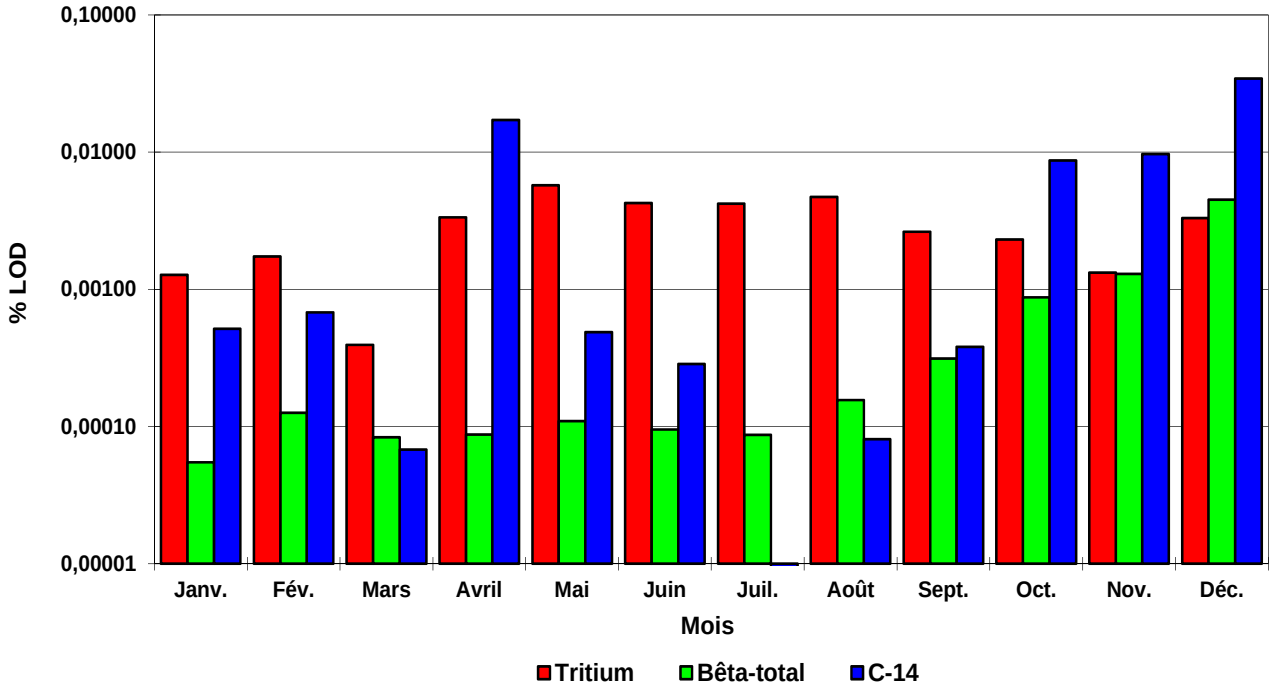
Les radionucléides les plus susceptibles d'être retrouvés dans les effluents liquides de la centrale sont présentés au tableau 2-3, de même que les valeurs des LOD liquides qui leur sont associées. Elles sont calculées de façon similaire aux LOD gazeuses et sont également conformes à la norme ACNOR N288.1-08. En 2014, un changement de toutes les valeurs de LOD liquides a été apporté au début de quatrième trimestre. Ce changement était devenu nécessaire à la suite de l'arrêt définitif des pompes d'EDC, intrant important modélisé aux scénarios d'exposition humaine dans le cadre de la détermination des LOD. Ainsi, depuis le mois d'octobre 2014, l'activité radiologique spécifique de tous les rejets liquides est plutôt comparée aux valeurs de LOD liquides dites à débit réduit. Ces valeurs avaient préalablement été déterminées, en vue d'une possible réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, où les deux pompes d'EDC devaient être en arrêt pour une longue période.

Tableau 2-3 : Principales limites de rejets radioactifs liquides à la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014

Classification	Limite de rejet liquide à débit normal (Bq mois^{-1})	Limite de rejet liquide à débit réduit (Bq mois^{-1})
β total (^{137}Cs)	1,46 x 10^{13}	1,86 x 10^{12}
^{3}H	9,63 x 10^{17}	1,20 x 10^{18}
^{14}C	2,00 x 10^{14}	2,55 x 10^{13}
^{60}Co	7,65 x 10^{14}	3,41 x 10^{14}
^{125}Sb	5,19 x 10^{15}	4,98 x 10^{15}
^{134}Cs	1,00 x 10^{13}	1,27 x 10^{12}
^{137}Cs	1,46 x 10^{13}	1,86 x 10^{12}

Les valeurs mensuelles de la figure 2-3 sont celles des principaux radionucléides présents dans les rejets liquides de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2014, exprimées en % LOD applicables au moment des rejets.

Figure 2-3 : Rejets radioactifs liquides mensuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014



En 2014, la radioactivité mesurée dans les rejets liquides est encore demeurée en deçà de 0,01 % de chacune des LOD respectives, à l'exception de deux valeurs mensuelles de carbone-14, la plus élevée de ces deux valeurs étant associée au mois de décembre, mois où les changements de LOD avaient été intégrés tel qu'abordé précédemment.

Pour une dernière année en 2014, des opérations de dédeutérisation des résines échangeuses d'ions des systèmes de purification ionique de l'eau lourde ont été conduites, ce qui explique une partie des variations mensuelles observées. Également, bien que les efforts de récupération maximale d'eau lourde aient été fournis lors de la mise en retrait définitive de certains systèmes primaires, la décontamination ou la vidange finale de ces systèmes a entraîné quelques hausses de l'activité radiologique aux effluents liquides au cours de l'année 2014.

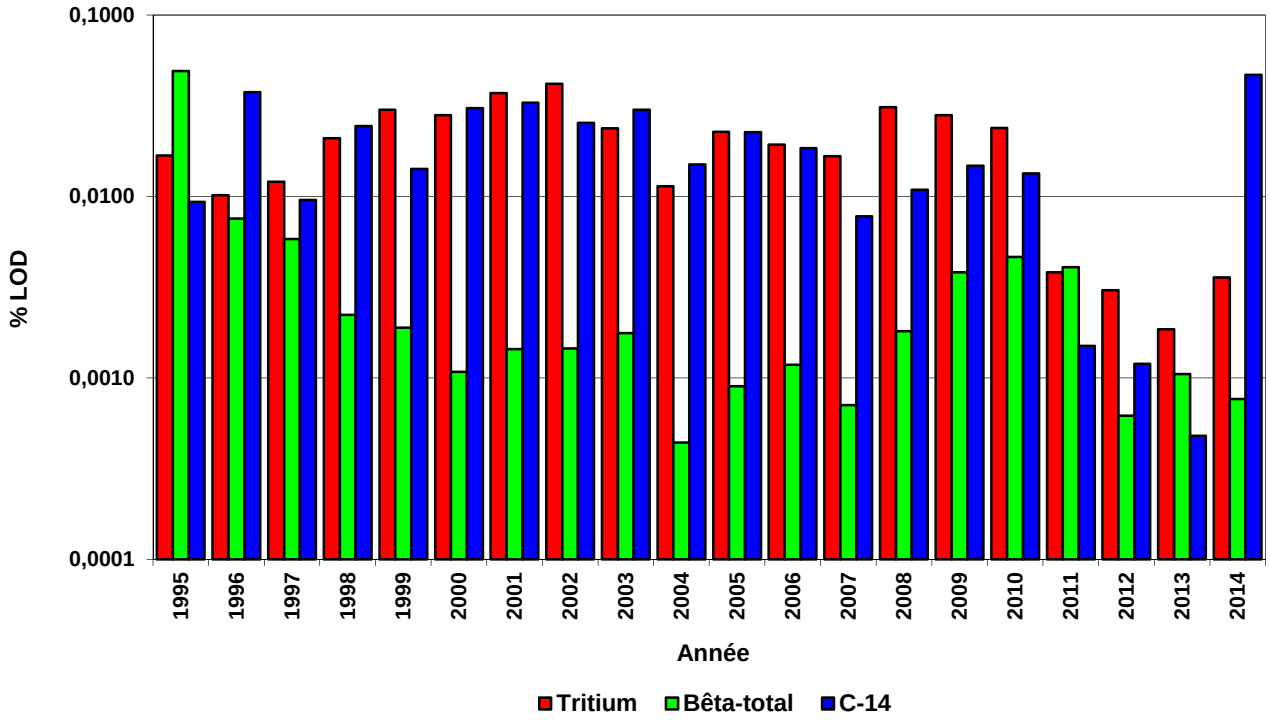
Le tableau 2-4 présente les valeurs mensuelles des rejets pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents liquides en 2014.

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 2014

Mois	Tritium (Bq)	Bêta-total (Bq)	Carbone-14 (Bq)
Janvier	$1{,}23 \times 10^{13}$	$8{,}01 \times 10^{6}$	$1{,}03 \times 10^{9}$
Février	$1{,}67 \times 10^{13}$	$1{,}84 \times 10^{7}$	$1{,}36 \times 10^{9}$
Mars	$3{,}72 \times 10^{12}$	$1{,}22 \times 10^{7}$	$1{,}36 \times 10^{8}$
Avril	$3{,}22 \times 10^{13}$	$1{,}28 \times 10^{7}$	$3{,}43 \times 10^{10}$
Mai	$5{,}51 \times 10^{13}$	$1{,}60 \times 10^{7}$	$9{,}77 \times 10^{8}$
Juin	$4{,}09 \times 10^{13}$	$1{,}39 \times 10^{7}$	$5{,}71 \times 10^{8}$
Juillet	$4{,}06 \times 10^{13}$	$1{,}27 \times 10^{7}$	$1{,}54 \times 10^{7}$
Août	$4{,}55 \times 10^{13}$	$2{,}28 \times 10^{7}$	$1{,}61 \times 10^{8}$
Septembre	$2{,}54 \times 10^{13}$	$4{,}56 \times 10^{7}$	$7{,}61 \times 10^{8}$
Octobre	$2{,}78 \times 10^{13}$	$1{,}62 \times 10^{7}$	$2{,}22 \times 10^{9}$
Novembre	$1{,}59 \times 10^{13}$	$2{,}41 \times 10^{7}$	$2{,}47 \times 10^{9}$
Décembre	$3{,}98 \times 10^{13}$	$8{,}35 \times 10^{7}$	$8{,}78 \times 10^{9}$

La figure 2-4 présente la radioactivité annuelle issue des rejets liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2 de 1995 à 2014. Il est par ailleurs utile de rappeler que cette période couvrant une vingtaine d'années a été marquée, à deux reprises, par le changement des valeurs de LOD liquides, soit en juin 2011 et en octobre 2014.

Figure 2-4 : Rejets radioactifs liquides annuels exprimés en % LOD de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 1995-2014



Note : Modification des valeurs des LOD pour les émissions liquides en juin 2011 et en octobre 2014.

Bien que cette précision ait précédemment été apportée dans le cadre de l'analyse de la figure détaillant les valeurs annuelles de rejets gazeux de la période 1995-2014, une note doit également être apportée pour l'interprétation de la figure 2-4, à savoir que la baisse apparente du niveau de radioactivité des rejets liquides des années 2011, 2012 et 2013 est en partie attribuable à l'adoption de valeurs de LOD différentes, plus élevées que celles appliquées aux années précédentes.

Nonobstant le paragraphe précédent, l'année 2014 fut marquée par une hausse significative des rejets de tritium et de carbone-14, tandis que l'activité bêta total suivait une tendance contraire, elle-même en baisse significative et ce, malgré le resserrement des valeurs de sa LOD en octobre. Les importantes étapes qu'impliquait la préparation à la dormance de la centrale nucléaire de Gentilly-2, réalisées de façon soutenue au cours de l'année 2014, ont mené à ces hausses de valeurs annuelles d'activité en tritium et en carbone-14. Comme Hydro-Québec a maintenant achevé ces étapes importantes, ayant décrété l'atteinte de l'ÉSS en début du mois de décembre 2014, il est dorénavant attendu que les valeurs annuelles d'activité de ces deux radionucléides soient en baisse en 2015.

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 nucléaire de Gentilly-2. Le contenu de ces réservoirs était préalablement analysé (paramètres radiologiques et physicochimiques), neutralisé si nécessaire, puis acheminé à la conduite d'évacuation de l'EDC. Depuis le mois d'octobre 2014, une dérivation permanente du rejet des eaux potentiellement radioactives contenues dans chacun des cinq réservoirs a été aménagée de sorte que les eaux soient maintenant conduites vers l'évacuation de l'EBR plutôt que de l'EDC. C'est d'ailleurs cette dérivation qui a entraîné la modification de toutes les valeurs de LOD liquides, à la même période. En 2014, un peu plus de 400 réservoirs de récupération des eaux potentiellement radioactives ont été vidangés à la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Outre les apports d'eau découlant d'activités réalisées à l'intérieur des différents 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 aussi acheminées à l'unité de traitement des eaux industrielles par le biais d'un réservoir mobile. Ces volumes d'eau récupérés sont tous gérés en fonction de critères de rejets prédéterminés, analysés et contrôlés au besoin, pour ensuite être vidangés dans un des 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 2014. 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 2014

Puisard	Date	Tritium ($Bq\ L^{-1}$)	Bêta-total ($Bq\ L^{-1}$)	Carbone-14 ($Bq\ L^{-1}$)
MCH-1	2014-04-24	827 ± 9	0,07 ± 0,02	< 0,2
	2014-07-14	6 410 ± 64	0,06 ± 0,01	< 0,2
	2014-09-24	284 ± 6	0,05 ± 0,01	< 0,3
MCH-2	2014-04-24	23 ± 4	0,02 ± 0,01	< 0,2
	2014-07-14	14 ± 3	0,04 ± 0,01	< 0,2
	2014-09-24	841 ± 9	0,08 ± 0,02	< 0,3
MCH-3	2014-04-24	1 306 ± 14	0,06 ± 0,01	< 0,2
	2014-07-14	1 833 ± 19	0,08 ± 0,02	< 0,2
	2014-09-24	240 ± 6	0,06 ± 0,01	< 0,3

La revue des trois séries de résultats de l'année 2014 montre des concentrations variables de tritium. La valeur maximale de ce pan du suivi, mesurée au puisard MCH-1 au cours du mois de juillet, n'est pas survenue lors d'un mois où les rejets gazeux de tritium ont été particulièrement élevés. Non plus à un mois où les précipitations enregistrées au site étaient importantes. Bien que cette valeur paraisse élevée en regard des autres résultats obtenus au suivi de la qualité des eaux de surface aux puisards pluviaux, il importe de spécifier l'actuelle limite de tritium figurant au règlement provincial sur la qualité de l'eau potable, de 7 000 Bq L^{-1}.

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. Finalement, en ce qui a trait à 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

Pour la centrale nucléaire de Gentilly-2 et ses différents systèmes et équipements, les principales sources d'émissions atmosphériques de contaminants physicochimiques 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 2012 à 2014. Ces produits pétroliers sont utilisés dans le cadre de la poursuite de l'exploitation de quelques systèmes, de l'entretien et de la surveillance de la centrale de Gentilly-2. Les données concernant la consommation de produits pétroliers sont obtenues du magasin de la centrale qui gère toutes les entrées et sorties de matériel.

Tableau 3-1 : Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2012-2014

Type de produit pétrolier	Quantité consommée par année (litres)		
	2012	2013	2014
Gaz de pétrole liquéfié (propane) (utilisé par les chariots élévateurs d'Hydro-Québec)	2 320	572	2 243
Essence (utilisé par les véhicules légers d'Hydro-Québec)	24 452	12 596	21 855
Diésel clair (utilisé par les véhicules lourds d'Hydro-Québec)	24 843	16 307	6 349
Diésel coloré (utilisé par les moteurs stationnaires d'Hydro-Québec)	292 526	122 694	34 118
Mazout (utilisé par une chaudière temporaire)	129 757	995 634	352 552

Les variations annuelles de consommation d'essence et de diésel par les différents véhicules d'Hydro-Québec s'expliquent généralement par la nature et le nombre des travaux effectués sur le site, de même que par le nombre de rondes effectuées par les agents responsables de la sécurité industrielle du site. La consommation des produits

combustibles par les moteurs stationnaires est plutôt liée aux essais impliquant les génératrices dédiées à l'alimentation électrique d'urgence ainsi que les pompes d'urgence du système d'eau d'incendie. Ces essais constituent des activités engagées du permis d'exploitation délivré par la CCSN. Bien que leur nombre ait été significativement diminué en 2014, ces essais étaient encore réalisés en 2014.

À l'instar de la quantité de carburant diésel consommé par les moteurs stationnaires, la consommation de mazout a aussi considérablement diminué en 2014. Cette diminution s'explique par le fait que la chaudière temporaire au mazout, qui était utilisée depuis l'arrêt définitif du réacteur, a été remplacée par une chaudière temporaire électrique au mois de mai 2014. En l'absence de possibilité de soutirage de vapeur au collecteur principal, permettant le fonctionnement des tours de concentration de l'eau lourde dégradée, l'utilisation d'une chaudière temporaire est devenue nécessaire.

Le tableau 3-2 présente les émissions de sous-produits de combustion spécifiquement calculées selon le type de moteur et de combustible. Considérant l'ensemble des valeurs de contaminants pour lesquelles toutes les utilisations de produits pétroliers ont été recensées au cours de la dernière année, une diminution marquée, de plus de 50 % dans tous les cas, a été notée en 2014. Le ralentissement des activités d'exploitation en est la cause.

Tableau 3-2 : Émissions totales de produits de combustion à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2012-2014

Contaminant	Émission atmosphérique (tonne)		
	2012	2013	2014
NO_x	36,52	86,67	30,58
CO	11,81	20,64	9,46
SO_x	0,13	0,21	0,08
Particules totales	1,50	5,53	1,95
CO_2	1 276,34	3 110,44	1 120,80
COV	1,85	6,36	2,37
CH_4	0,02	0,04	0,02
N_2O	0,03	0,04	0,03
éq. CO_2	1 286,39	3 124,94	1 129,52

3.1.2 Gaz réfrigérants

À la centrale de Gentilly-2, l'utilisation des composés de chlorofluorocarbures (CFC) et d'hydrochlorofluorocarbures (HCFC) est liée aux systèmes de réfrigération. Pour chaque intervention sur ces systèmes, un registre est tenu afin de comptabiliser les

pertes et recharges de gaz. L'estimation des émissions totales de gaz réfrigérants dans l'environnement se fait en considérant les quantités de gaz ajoutées dans les équipements. En 2014, aucun CFC n'a été perdu émis dans l'atmosphère, mais la perte totale de 48,5 kg de HCFC a été recensée, lors de deux événements distincts.

Un fait important à noter pour l'année 2014, 73 kg de Halon 1301 ont été récupérés du système de protection des incendies du simulateur de la Centrale. Le gaz a été envoyé au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) de Saint-Hyacinthe pour disposition finale conforme à la réglementation. Depuis cette disposition, il ne reste plus de Halon sur le site de Gentilly-2

3.2 Effluents liquides

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

- la conduite d'évacuation de l'EDC (utilisée jusqu'au 17 octobre 2014);
- 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 (aujourd'hui nommé ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDELCC]) 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.

Depuis le mois d'octobre 2014, une dérivation permanente du rejet du réservoir de stockage des eaux potentiellement radioactives a été installée à l'évacuation de la conduite EBR plutôt qu'à celle de l'EDC. La surveillance physicochimique est réalisée depuis cette date par l'échantillonnage dans la conduite EBR.

3.2.1 Eau de circulation et autres effluents

Dans le contexte de la fermeture de la centrale, le système d'EDC a servi à favoriser la circulation d'eau dans le canal de rejet jusqu'au 17 octobre 2014. Il n'y a aucun traitement chimique sur ce système. À passe unique, il a débité, en moyenne, du

premier au quatrième trimestre de l'année 2014, environ 1 400 000, 850 000, 18 000, et 2 500 m^3 $jour^{-1}$, respectivement.

D'autres effluents en provenance de différents systèmes ont été déversés dans la conduite d'évacuation de l'EDC, avant l'arrivée au canal de rejet. Ces effluents provenaient 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

Les quatre générateurs de vapeur ont été définitivement vidangés en 2013.

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 du système d'ESR, ainsi qu'aux opérations de la buanderie, des tours de reconcentration et des laboratoires.

Depuis le 22 août 2014, la production d'eau déminéralisée se fait exclusivement à une nouvelle usine sise hors du périmètre sécurisé de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Depuis cette date, l'usine de traitement d'eau de la centrale ne produit plus d'eau et sa mise en retrait définitive est commencée. Les boues des fosses de déminéralisation et de prétraitement seront pompées ultérieurement.

Le tableau 3-3 présente les résultats de la surveillance des fosses de déminéralisation et de prétraitement ainsi que la sortie du décanteur, jusqu'au moment où la production d'eau a été interrompue.

Selon les données du tableau 3-3, 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, pendant l'exploitation de l'usine, au cours de l'année 2014.

La concentration moyenne d'aluminium mesurée dans les fosses de déminéralisation et de prétraitement en 2014 a dépassé la cible établie à 3,8 $mg\,L^{-1}$. Cette problématique a été résolue de façon permanente par la mise en service de la nouvelle usine d'eau déminéralisée, laquelle met à profit un procédé différent de floculation.

Tableau 3-3 : 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 2014

Origine de l'effluent	Paramètre	Norme	Résultat		
			Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
Fosse de déminéralisation	Aluminium extractible (mg L^{-1})	≤ 3,8 (cible)	21,7	42,2	1,9
	pH	5,5 à 9,5	7,23	7,61	5,85
Fosse de prétraitement	Aluminium extractible (mg L^{-1})	≤ 3,8 (cible)	64,5	156	< 0,01
	pH	5,5 à 9,5	7,40	7,59	7,28
Sortie du décanteur	MES (mg L^{-1})	≤ 30	< 3	< 3	< 3

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 accumulées 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 étaient respectées, le contenu du réservoir était pompé dans la conduite d'évacuation de l'EDC et, à partir du 17 octobre 2014, dans la conduite de l'EBR.

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 3-4 présente les résultats des analyses physicochimiques réalisées aux réservoirs de stockage des eaux radioactives avant neutralisation.

Tableau 3-4 : Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Norme	Résultat		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
HP C_{10}-C_{50} [a] (mg L^{-1})	≤ 5	0,5	2,7	< 0,1
Morpholine (mg L^{-1})	≤ 48	< 15	< 15	< 15
Hydrazine (mg L^{-1})	≤ 0,04 (cible)	0,001	0,011	0,001
pH	5,5 à 9,5	8,1	10,7	6,7

a Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}.

3.2.1.4 Effluent final de l'EDC

Dans le PSE, les principaux paramètres physicochimiques suivis à l'effluent de l'EDC étaient, jusqu'en octobre 2014, le pH, l'hydrazine, la morpholine, la toxicité aiguë et la toxicité chronique ainsi que la température (section 3.2.5). L'échantillon de l'EDC était un composite de 24 heures prélevé mensuellement à l'aide d'un échantillonneur automatique. L'échantillonneur était situé dans une station d'échantillonnage qui était localisée, jusqu'au mois d'octobre 2014, à la jonction de la canalisation de l'EDC et du canal de rejet. Depuis, l'échantillonneur a été déplacé à la jonction de la canalisation de la conduite EBR et du canal de rejet (section 3.2.2).

Le tableau 3-5 présente les résultats des paramètres physicochimiques suivis au cours de l'année 2014.

Ces résultats seront présentés pour une dernière fois cette année puisque le système EDC a été mis hors service à la suite de la modification de la ligne de rejet des réservoirs de stockage des eaux radioactives.

Tableau 3-5 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EDC de la centrale nucléaire de Gentilly-2, de janvier à octobre 2014

Paramètre	Norme	Résultat		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	7,81	8,3	7,27
Hydrazine (mg L^{-1})	≤ 0,04 (cible)	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Morpholine (mg L^{-1})	Aucune	< 15	< 15	< 15
Toxicité aiguë (UTa)	≤ 1	< 1	< 1	< 1
Toxicité chronique (UTc)	≤ 2,3	< 1	< 1	< 1

Les valeurs obtenues par un laboratoire externe accrédité pour le pH varient entre 7,27 et 8,3, ce qui correspond aux variations de pH mesurées dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'à la fin août. Les données de pH du fleuve Saint-Laurent ont cessé d'être prélevées depuis l'arrêt des activités de l'ancienne usine de production d'eau déminéralisée de la centrale.

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 limite de détection (LD). Enfin, les résultats de toxicité aiguë et chronique (< 1 UTa et UTc), réalisés par un laboratoire externe accrédité, indiquent que les critères du PSE sont satisfaits.

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 328 000 m^3 $jour^{-1}$. 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 d'eau de service recirculée (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 3-6.

Depuis le mois d'octobre 2014, le système EBR sert également à favoriser la circulation d'eau dans le canal de rejet puisque la ligne de rejet des réservoirs de stockage des eaux radioactives a été déplacée dans cette canalisation. La ligne d'échantillonnage qui se trouvait auparavant dans la canalisation de l'EDC a également été déplacée dans celle de l'EBR pour permettre le suivi des paramètres des programmes de surveillance environnementale. Au début du mois de décembre 2014, l'échantillonnage automatique n'a pu être réalisé puisque les travaux pour relocaliser la ligne vers la canalisation EBR ont eu lieu. Afin de pallier cette situation, un échantillonnage instantané a été mené temporairement.

Tableau 3-6 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Norme	Résultat		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	7,9	8,21	7,3[a]
Toxicité aiguë (UTa)	≤ 1	< 1	< 1	< 1
Toxicité chronique (UTc)	≤ 2,3	4,1	< 1	< 1
a Échantillonnage unitaire instantané prélevé au canal de rejet.				

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 mesurées dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'à la fin août. Les résultats de toxicité aiguë et chronique (< 1 UTa et UTc), réalisés par un laboratoire externe accrédité, indiquent que les critères du PSE sont satisfaits.

Il importe de noter qu'à l'EBR, au mois de septembre, des concentrations plus élevées en zinc (0,048 g L^{-1}) ont été mesurées. Pour le même mois, à l'EDC, une concentration plus élevée qu'à la normale en zinc (0,044 mg L^{-1}) a aussi été mesurée. Ces concentrations 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 49 m^3 $jour^{-1}$ en 2014, 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 matières en suspension (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 3-7.

Tableau 3-7 : Résultats d'analyses de l'effluent du système de traitement des eaux usées sanitaires de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Norme	Résultat		
		Valeur moyenne	Valeur maximale	Valeur minimale
DBO_5 (mg L^{-1})	≤ 30	2,5	4,0	< 3,0
Coliformes fécaux (c.f. 10 ml^{-1})	≤ 20 000	383	520	200
HP C_{10}-C_{50} [a] (mg L^{-1})	Absence de film visible à la surface	< 0,10	0,10	< 0,10
Oxygène dissous (mg L^{-1})	≥ 2 (cible)	7,8	13,1	2,0
a Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}.				

Les résultats d'analyses obtenus pour la demande biochimique en oxygène pour cinq jours (DBO_5) et les HP C_{10}-C_{50} respectent les normes qui sont respectivement de 30 mg L^{-1} et d'absence de film visible à la surface lors des inspections mensuelles.

En 2014, les lentilles aquatiques à la surface de l'eau ont été récupérées le 10 octobre et ce, afin d'éviter que des phosphates soient relâchés durant la période hivernale. Par ailleurs, la végétation présente en berges de l'étang aéré a été maîtrisée en 2014 en même temps que les travaux de remplacement de deux membranes isolant les cellules de l'étang aéré.

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 3-8.

Tableau 3-8 : Résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Réseau	Moyenne (mg L^{-1})					
	Chlorures	Chrome	Plomb	Fer	HP C_{10}-C_{50} [a]	MES
MCH-1	221	0,014	0,050	21,7	0,8	1 028
MCH-2	123	< 0,001	0,001	0,36	< 0,1	12
MCH-3	221	0,007	0,009	6,09	< 0,1	162

a Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}.

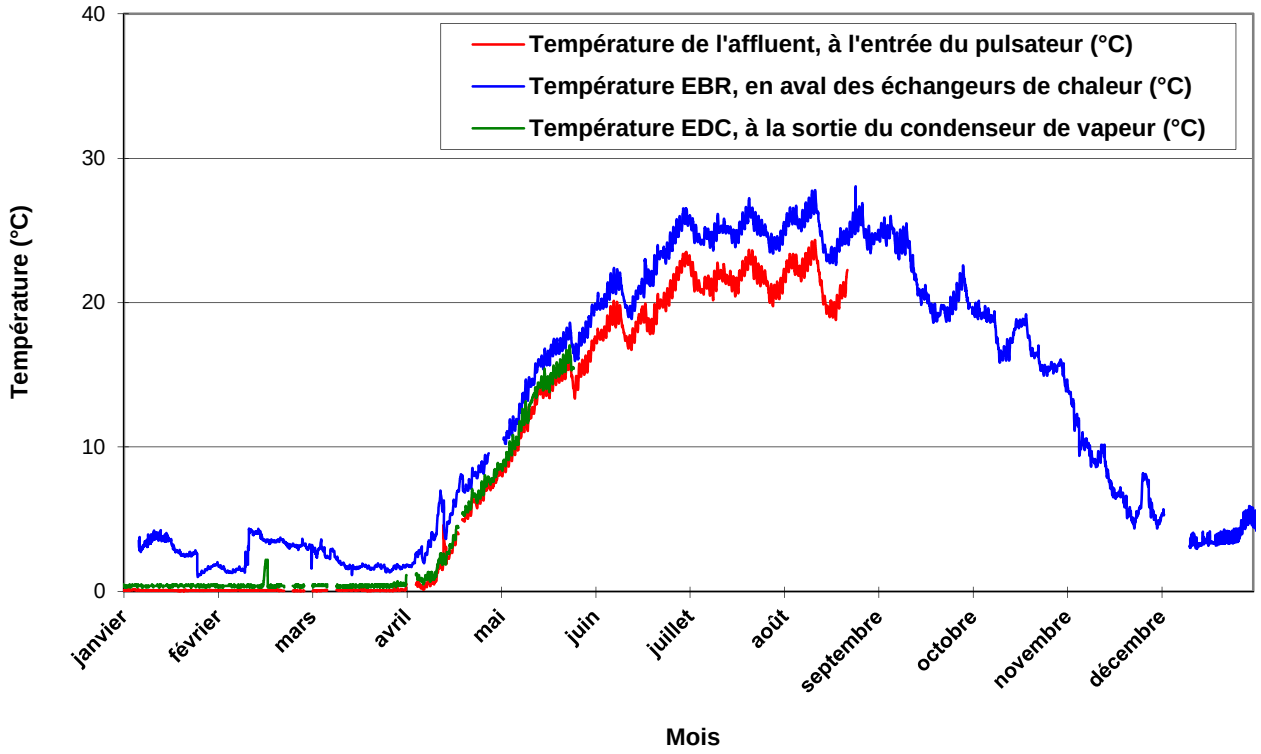
La moyenne élevée pour les MES du réseau MCH-1 (1 028 mg L^{-1}) provient de la mesure du troisième trimestre à 2 050 mg L^{-1}. Ce réseau draine les regards en zone 2 à proximité du bâtiment de la turbine. Après enquête, aucune activité ou manœuvre d'exploitation n'a pu être reliée à cette mesure. Il n'y a eu aucune excavation ni rejet quelconque à proximité d'un regard du réseau. L'échantillon avait été prélevé le 24 septembre 2014.

3.2.5 Suivi de la variation de température des effluents

La température de l'eau de l'affluent de la centrale était mesurée de façon continue à l'entrée du pulsateur de l'ancienne usine de traitement d'eau jusqu'au 22 août 2014, date à laquelle l'exploitation de l'usine a définitivement cessé. Quant à elles, les températures des effluents de la centrale étaient mesurées dans les conduites d'évacuation, jusqu'en mai 2014 pour le système EDC, et pour la majeure partie de l'année pour l'EBR. La figure 3-1 présente l'évolution des températures mesurées pour l'année 2014. Les variations de températures mesurées sont fortement associées aux fluctuations des températures du fleuve selon les saisons.

Notons l'absence de données au début du mois de décembre, liée au déplacement de la ligne d'échantillonnage de la conduite d'évacuation de l'EDC vers celle de l'EBR, à la suite de la modification liée aux rejets des eaux radioactives.

Figure 3-1 : Évolution des températures de l'affluent et des effluents de l'EDC et de l'EBR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en 2014



Même si les données de la figure 3-1 sont incomplètes, elles témoignent tout de même de l'absence d'un réchauffement significatif des eaux depuis l'arrêt définitif du réacteur de la centrale nucléaire de Gentilly-2 en décembre 2012.

4 Autres suivis d'engagements

Dans le cadre du PSE (Hydro-Québec, 2009) ou d'autres circonstances exceptionnelles, 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 prévoyait, en 2014, 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 2014 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 2014

Système 7175	Niveau mesuré (cm)		
	Huile	Dépôts solides	Eau
Bassin de récupération (TK-40)	> 1,0	0,0	84
Séparateur d'huile (SP-50)	> 1,0	0,0	137

4.2 Suivi du lieu d'élimination de neige

Hydro-Québec a reçu en 2008 un CA pour exploiter un lieu d'élimination de neige au site de la centrale de Gentilly-2. La neige 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 Saint-Laurent. 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 2014, cinq séries de prélèvements ont été effectuées pendant la période de fonte des neiges, soit entre les 2 et 30 avril inclusivement. Les analyses de juillet et d'octobre ont aussi 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* (MDDELCC, 2014). Les résultats du suivi des paramètres radiologiques mesurés dans les eaux souterraines et de surface sont présentés au chapitre 8 du présent rapport.

Il est à noter que le lieu d'élimination de neige du site de Gentilly-2 a été très peu sollicité en période hivernale 2014-2015. Au cours du dernier hiver, où les précipitations ont été nettement plus faibles, moins de superficies ont dû être déneigées.

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 lieu d'élimination de neige sont échantillonnées aux piézomètres suivants (carte A-3 de l'annexe A) :

- P-1 (situé au nord du lieu d'élimination de neige);
- P-35, P-37 et P-39 (situés au sud du lieu d'élimination de neige).

Pour chaque piézomètre, des analyses sont faites pour les échantillons prélevés à l'horizon C (figure A-1 de l'annexe A). Le tableau 4-2 présente un sommaire des résultats d'analyses des paramètres physicochimiques pour les eaux souterraines en 2014.

Tableau 4-2 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux souterraines (horizon C) au pourtour du lieu d'élimination de neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Critère	Résultat	
		Valeur moyenne	Valeur maximale
Chlorures (mg L^{-1})	≤ 860	14	29
Cyanure (mg L^{-1})	Aucun	< 0,006	0,01
Cadmium (mg L^{-1})	≤ 0,0021	< 0,0005	0,0016
Chrome (mg L^{-1})	Aucun	0,0014	0,004
Cuivre (mg L^{-1})	≤ 0,0073	0,0014	0,010
Fer (mg L^{-1})	Aucun	15,7	66,3
Plomb (mg L^{-1})	≤ 0,034	< 0,001	0,003
Zinc (mg L^{-1})	≤ 0,067	< 0,007	0,008

Les résultats obtenus en 2014 démontrent que la qualité physicochimique des eaux souterraines au pourtour du lieu d'élimination de neige respecte les critères de qualité prescrits par le PSE.

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 lieu d'élimination de neige (cartes A-1 et A-3 de l'annexe A). Le tableau 4-3 présente les résultats d'analyse pour l'année 2014.

Tableau 4-3 : Sommaire des résultats d'analyses physicochimiques pour les eaux de surface au pourtour du lieu d'élimination de neige de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Critère	Résultat	
		Valeur moyenne	Valeur maximale
HP C_{10}-C_{50} [a] (mg L^{-1})	≤ 3,5	< 0,1	0,2
MES (mg L^{-1})	≤ 30	186	618
Chlorures (mg L^{-1})	≤ 860	263	1 300

a Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}.

Les résultats des analyses physicochimiques réalisés pour les eaux de surface du lieu d'élimination de neige présentent quelques valeurs dépassant les critères de qualité de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDELCC, 2014). Ces quelques dépassements ont trait aux MES de même qu'aux chlorures. 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, déclenchant une remise en suspension des sédiments s'y trouvant.

À ce sujet, la direction régionale du centre de contrôle environnemental de la Mauricie et du Centre-du-Québec du MDDELCC a déjà relevé ces écarts au moyen de l'émission d'un avis de non-conformité.

Pour ce qui est du dépassement du critère pour les chlorures, il est plausible qu'il provienne de la neige ramassée dans les stationnements automobiles. La valeur la plus élevée en chlorure provient d'un échantillon prélevé le 9 avril lors de la période de fonte des neiges.

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 des aires de stockage des déchets radioactifs. Les résultats de ce suivi sont présentés

au tableau 4-4. Tout comme pour le lieu d'élimination de neige, les résultats de la surveillance radiologique des eaux souterraines aux aires de stockage sont présentés au chapitre 8 du présent rapport.

Tableau 4-4 : Résultats d'analyses physicochimiques des eaux souterraines prélevées au pourtour des différentes installations de stockage des déchets radioactifs à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Paramètre	Critère	Moyenne		
		Horizon A	Horizon B	Horizon C
pH	5,5 à 9,5	8,54	8,38	7,91
Alcalinité (mg $CaCO_3$ L^{-1})	Aucun	516	482	224
Chlorures (mg L^{-1})	≤ 860	1 420	43	18
Conductivité (µS cm^{-1})	Aucun	6 514	934	622
Nitrates (mg N L^{-1})	≤ 200	0,19	0,09	0,22
Nitrites (mg N L^{-1})	≤ 0,2	0,07	0,06	0,02
Phosphore (mg P L^{-1})	≤ 3,0	0,18	0,23	< 0,1
Sulfates (mg L^{-1})	Aucun	217	173	125
COT (mg L^{-1})	Aucun	3,21	4,80	3,12
Aluminium (mg L^{-1})	≤ 0,75	0,65	0,35	0,05
Baryum (mg L^{-1})	≤ 5,3	8,03	0,34	0,50
Bore (mg L^{-1})	Aucun	0,93	0,91	0,11
Calcium (mg L^{-1})	Aucun	27,0	47,8	93,9
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	0,002	0,001	< 0,001
Cuivre (mg L^{-1})	≤ 0,0073	0,017	0,004	0,003
Potassium (mg L^{-1})	Aucun	8,3	11,9	8,4
Magnésium (mg L^{-1})	Aucun	40,1	15,1	18,6
Manganèse (mg L^{-1})	Aucun	0,063	0,151	0,943
Sodium (mg L^{-1})	Aucun	1 202	274	35
Nickel (mg L^{-1})	≤ 0,260	0,002	0,002	0,003
Plomb (mg L^{-1})	≤ 0,034	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Titane (mg L^{-1})	Aucun	0,013	0,007	0,002
Zinc (mg L^{-1})	≤ 0,067	< 0,007	0,012	< 0,007
HP C_{10}-C_{50} [a] (mg L^{-1})	≤ 3,5	0,1	0,2	0,1

a Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}.

Au total, sept piézomètres (P-5, P-7, P-22, P-31, P-36, P-X et P-Y) sont échantillonnés aux horizons A, B et C (carte A-3 et figure A-1 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).

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* (MDDELCC, 2014).

Les résultats des suivis antérieurs ont permis de documenter les habituelles teneurs élevées en chlorures, baryum et cuivre. Cette situation est observée à plusieurs ouvrages mais principalement aux échantillons tirés du piézomètre P-22, où toutes les concentrations maximales en 2014 ont été mesurées. Les valeurs maximales unitaires sont respectivement pour les chlorures, le baryum et le cuivre, de 9 600 mg L^{-1}, 61,2 mg L^{-1} et de 0,063 mg L^{-1} à l'horizon A.

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 2014

Date de la prise de mesures	Moyenne (m)		
	Horizon A	Horizon B	Horizon C
2014-10-08 et 15	3,75	3,20	3,07
Variation moyenne (2012)	0,52	0,23	0,20

Au cours de l'année 2014, une seule série de relevés piézométriques a été réalisée, soit celle de l'automne 2014 (8 et 15 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 qu'elles sont 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 2014.

Un approvisionnement de 14 878 kg d'acide sulfurique a été fait en 2014. La consommation réelle est estimée à 12 268 kg puisque 15 565 kg ont été récupérés du réservoir de stockage principal, par camion pompe, dans le cadre de la mise en retrait définitive de l'ancienne usine de traitement de l'eau de la centrale.

Tableau 4-6 : Consommation de produits chimiques à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Substance	État	Concentration (%)	Unité	Consommation
Acides et bases				
Acide sulfurique	Liquide	96	kg	12 268
Alun	Liquide	50	kg	24 000
Morpholine	Liquide	80	L	0
Hydroxyde de sodium	Liquide	50	kg	6 976
Bicarbonate de sodium	Solide	s. o.	kg	1 814
Matières oxydantes				
Peroxyde	Liquide	35	kg	0
Chlore	Liquide	100	kg	0
Matière réductrice				
Hydrazine	Liquide	35	L	65
Gaz				
Azote	Gazeux	100	m^3	1 265
Hélium	Gazeux	100	m^3	2 720
Hydrogène	Gazeux	100	m^3	0
Bioxyde de carbone	Gazeux	100	kg	4 325
Produit pétrolier				
Huiles	Liquide	s. o.	L	748
Autre				
Résines ioniques	Solide	s. o.	m^3	2,55
s. o. : Sans objet.				

4.5 Eau chimiquement conditionnée

Dans la foulée de la mise en retrait définitive de plusieurs systèmes de la centrale nucléaire de Gentilly-2, deux principaux rejets d'eau déminéralisée chimiquement conditionnée ont été achevés en 2014. Ces deux rejets d'un grand volume d'eau ont préalablement été autorisés par plusieurs organismes en environnement, processus d'autorisation qui fut par ailleurs chapeauté par la CCSN.

Les conditions imposées avaient trait à la qualité chimique et radiologique des eaux, à l'intérieur même des systèmes, mais également au respect de plusieurs paramètres au point d'émissions des eaux de procédé à l'environnement. Ces paramètres comptaient notamment le pH, les concentrations d'hydrazine, de morpholine mais également de létalité aiguë et ce, à différents moments prédéterminés au cours du rejet. À la suite des rejets, Hydro-Québec a confirmé le respect intégral de toutes les conditions imposées.

Le tableau 4-7 présente un sommaire des rejets d'eau chimiquement conditionnée faisant suite à la mise en retrait définitive de systèmes de la centrale pour l'année 2014.

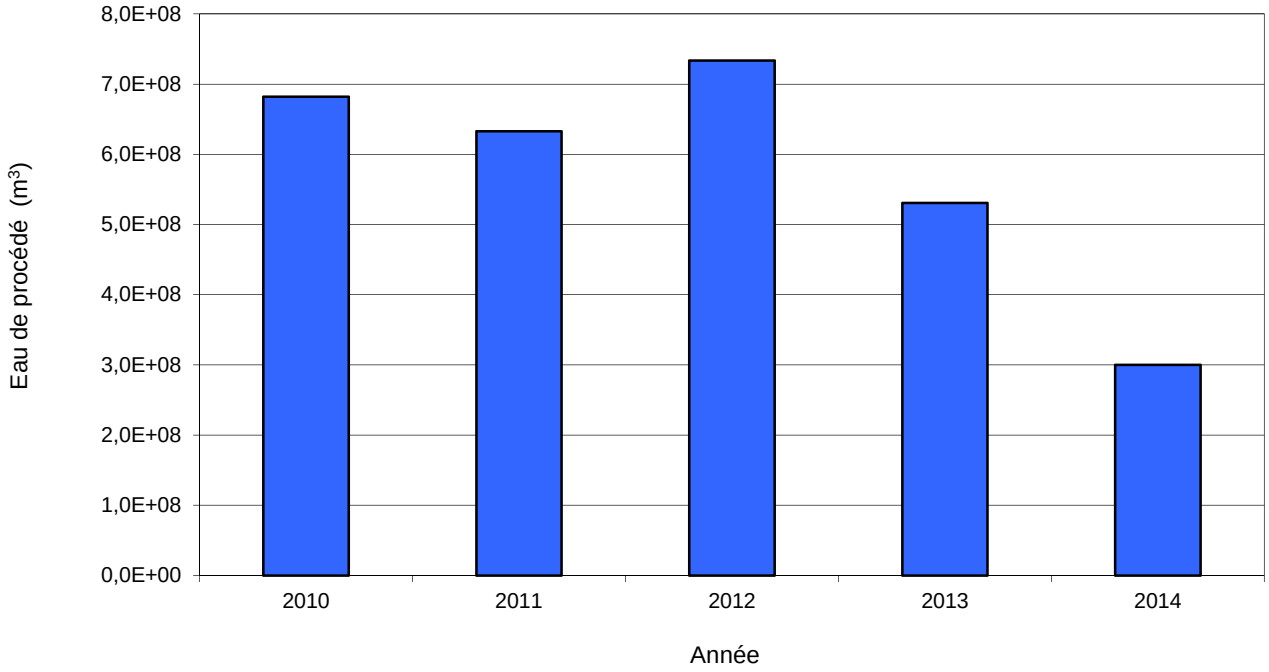
Tableau 4-7 : Rejets d'eau chimiquement conditionnée à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Système	Volume d'eau rejeté (m^3)	Date de rejet	Refoulé au système
Refroidissement d'urgence du cœur du réacteur	200	14 au 18 avril 2014	EDC
Réservoir d'arrosage	2 400	8 au 27 mai 2014	EDC

5 Consommation d'eau

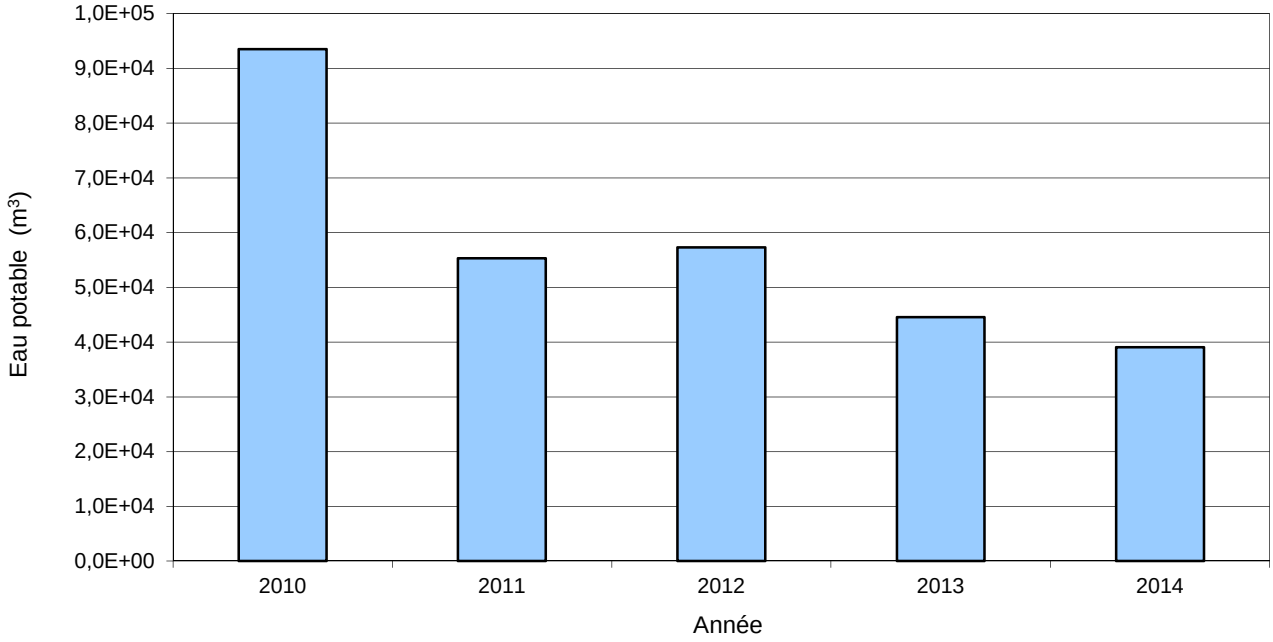
La consommation d'eau de procédé a été, en 2014, inférieure d'environ 43 à 59 % par rapport aux années antérieures (figure 5-1). L'essentiel de la consommation d'eau de procédé en 2014 provient du maintien en fonction, total ou partiel, des pompes des systèmes EDC et/ou EBR afin, notamment, de conserver la capacité de dispersion des grands volumes d'eau vidangée. 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 2010-2014



La consommation d'eau potable en 2014 a été inférieure d'environ 12 % par rapport à celle de l'année 2013 (figure 5-2). La baisse de consommation est principalement due à la décroissance du personnel au site, compte tenu du déclassement de la centrale.

Figure 5-2 : Consommation d'eau potable à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



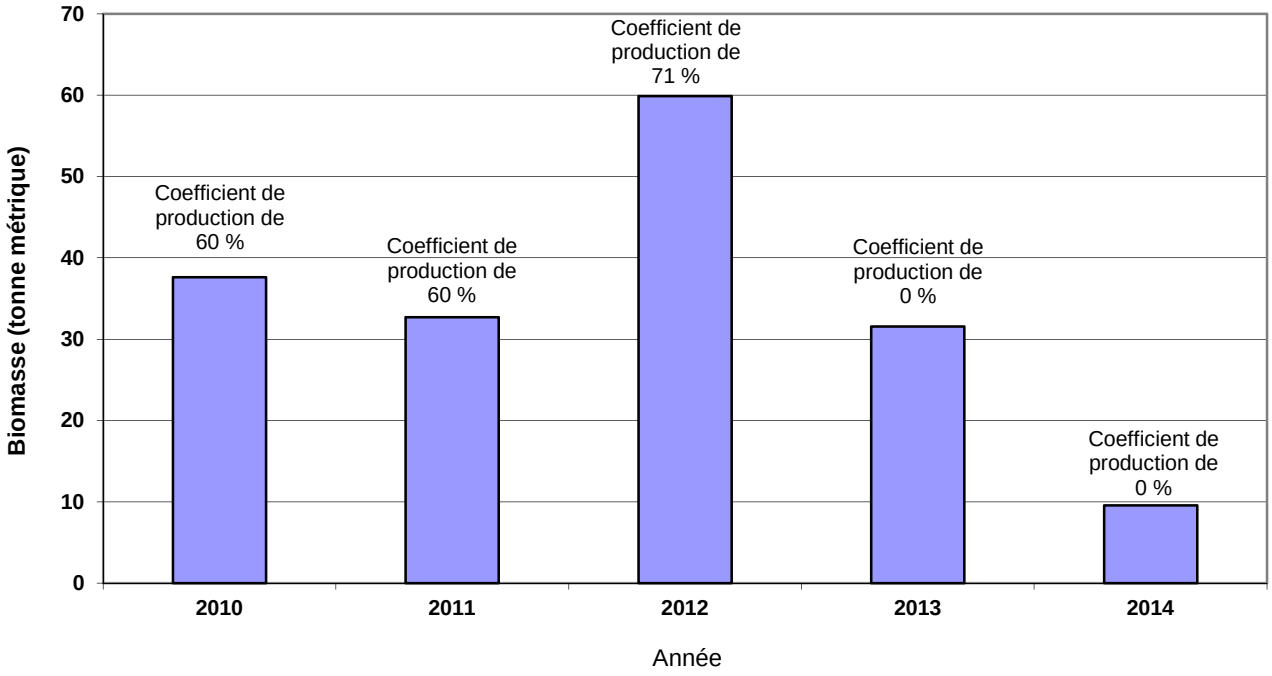
6 Matières dangereuses et résiduelles

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 2010 est illustrée à la figure 6-1.

Considérant que la centrale était à l'arrêt en 2014, il est normal d'observer une diminution de la biomasse prélevée à la station de pompage, le nombre de pompes en marche ayant également diminué. Au total, 9,55 tonnes de biomasse ont été captées en 2014 à la station de pompage. De cette masse, la quantité de poissons captés est estimée à 2 %, ce qui équivaut à environ 0,19 tonne de poissons pour l'année 2014. La 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 2010-2014



6.2 Matières dangereuses résiduelles

En 2014, environ 21 200 kg et 124 500 litres de matières dangereuses résiduelles (MDR) non contaminées radiologiquement ont été produites dans le cadre des activités de déclassement de la centrale de Gentilly-2. La majorité des MDR ont été transférées au CRMD d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe (tableau 6-1). Les autres MDR ont été transférées vers différents lieux de récupération autorisés.

Tableau 6-1 : Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Matière dangereuse résiduelle	Quantité expédiée au CRMD de Saint-Hyacinthe
Acides (L)	132
Accumulateurs (kg)	8 010
Ballasts et petits appareils électroniques (kg)	255
Bases (L)	385
Contenants vides (aérosols) (kg)	31
Contenants vides (non aérosols) (kg)	47
Eau contaminée (L)	949
Filtres usés (kg)	178
Gaz comprimé (kg)	2
Gaz inflammable N. S. A. (kg)	25
Glycol (antigel) (L)	200
Graisses usées (kg)	1 061
Huiles usées (L)	2 605
Lampes à vapeur de mercure (kg)	90
Liquides corrosifs (kg)	2 040
Liquides dangereux toxiques N. S. A. (kg)	1 802
Liquides inflammables (kg)	1 472
Matériaux absorbants ou poreux (kg)	368
Piles sèches (kg)	192
Solides toxiques (résines périmées et autres) (kg)	2 990
Solides dangereux contaminés par un liquide toxique (kg)	637
Solvants usés non chlorés (kg)	1 297
Tubes fluorescents, lampes et ballasts (kg)	741

La mise en retrait du réservoir principal d'huile de graissage de la turbine a pour sa part généré environ 30 000 litres d'huile qui ont été récupérés à l'aide d'un camion-citerne. De plus, le démantèlement d'un transformateur électrique de réserve a quant

à lui impliqué la récupération de 74 644 litres d'huile isolante, destinées à une régénération pour réutilisation au sein de l'entreprise. Après la vidange de l'huile de ce transformateur, le bâti du transformateur a été démantelé et disposé dans un site autorisé par un récupérateur de métal.

6.3 Matières résiduelles et déchets biomédicaux

En 2014, 153 tonnes de matières résiduelles (MR) ont également été produites. De cette quantité, 84 tonnes ont été récupérées ou recyclées alors que 69 tonnes ont été éliminées, soit principalement des matériaux de construction (tableau 6-2). Enfin, 49 kg de déchets biomédicaux non anatomiques ont été générés dans le cadre de la fermeture définitive du principal bureau du centre de santé et d'infirmerie de la centrale de Gentilly-2. Ces déchets aussi 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 2014

Matière résiduelle	Recyclage (tonne)	Disposition (tonne)
Papier, carton, plastique, verre et métal	2,5	s.o.
Métaux	80,3	s.o.
Cartouche d'encre	1,5	s.o.
Déchets domestiques	s.o.	23,3
Biomasse de la station de pompage	s.o.	9,6
Matériaux de construction	s.o.	35,9
Bois	s.o.	0,0
s.o. : Sans objet.		

7 Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement

En 2014, onze déversements accidentels atteignant l'environnement sont survenus sur le site de la centrale nucléaire de Gentilly-2, comparativement à neuf en 2013. Ce faible nombre est similaire à celui de l'année précédente et témoigne également du ralentissement des activités et de la diminution importante du nombre d'employés présents au site. La figure 7-1 présente les causes des déversements survenus en 2014 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 2014

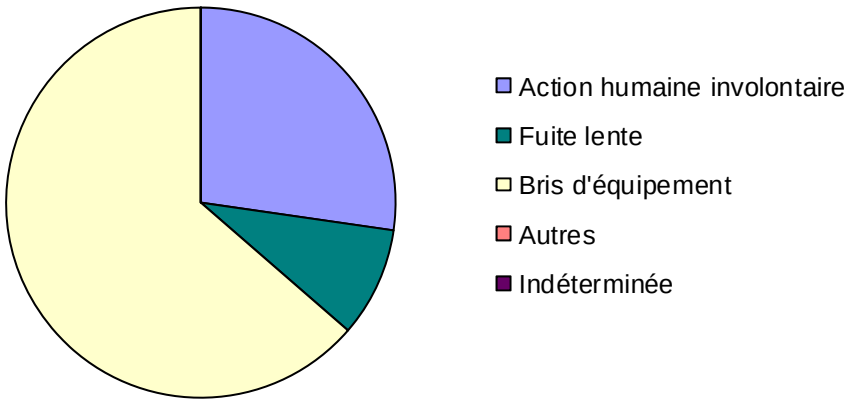


Tableau 7-1 : Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Produit	Unité	Quantité
Liquide		
Eau de chauffage chimiquement conditionnée	L	850
Essence	L	0,5
Diésel	L	300
Huile hydraulique	L	6
Gazeux		
Réfrigérant (R22)	kg	48,5

8 Surveillance radiologique du milieu environnant

La surveillance radiologique du milieu environnant la centrale nucléaire de Gentilly-2 était encore assurée, tout au long de l'année 2014, par l'application intégrale du PSRE (Hydro-Québec, 2011a). Approuvé par la CCSN, ce programme encadrait notamment, jusqu'à la fin de 2014, 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 l'ensemble des résultats radiologiques obtenus pour ces différentes matrices. Tel que discuté en introduction du présent rapport, une révision majeure du PSRE a récemment été complétée, suivant l'atteinte de l'ÉSS de la centrale en décembre 2014. Cependant, les nouvelles modalités de ce programme n'ont pas été appliquées avant le premier trimestre de l'année 2015.

La localisation des différents ouvrages de mesures et points d'échantillonnage pour la surveillance radiologique est présentée aux cartes A-1, A-4 et A-6 de l'annexe A. Une station de contrôle radiologique 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 les émissions liées à l'exploitation de la centrale et, par conséquent, elle 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 influencés par l'exploitation des installations nucléaires sont souvent menées pour mettre en lumière les apports pouvant être liés au site de Gentilly-2.

8.1 Radionucléides retrouvés dans l'environnement

À des niveaux d'activité 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, ou sont liées aux radionucléides en présence dans la croûte terrestre. En haute atmosphère, des radionucléides sont aussi produits à la suite d'interactions entre les rayons cosmiques et les atomes en présence. 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 également dans de nombreux légumes et fruits (CCSN, 2014a).

Par ailleurs, des essais nucléaires réalisés en haute atmosphère jusqu'à la fin des années 1980 expliquent toujours la présence de plusieurs radionucléides. Il s'agit de la 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 aussi été la source d'une dispersion importante de radioactivité dans l'environnement. Cet événement entraînait toujours, en 2014, la mesure de taux de radioactivité importants 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 radioactifs.

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 stations de contrôle radiologique ou encore fixés à des endroits stratégiques, à l'exemple de clôtures des différentes installations de stockage.

La figure 8-1 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma des 11 stations de contrôle nommées SCR et situées dans la zone dite rapprochée de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2014 (cartes A-1 et A-4 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. Les valeurs associées à la station de référence sont présentées sur chacune de ces deux figures.

À la figure 8-1, les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées en 2014 aux 11 stations SCR ont varié entre 0,04 et 0,11 $\mu Gy\ h^{-1}$. La valeur maximale a été relevée à la station SCR-5, au quatrième trimestre. Cette station est située dans le parc industriel et portuaire de Bécancour, jouxtant les installations portuaires du parc. Les variations de débit de dose qui affectent cette station, tout comme la station SCR-4 qui se trouve à proximité, ne sont pas nécessairement attribuables aux activités d'exploitation de Gentilly-2 puisque d'autres activités industrielles s'y déroulent. Historiquement, ces stations ont notamment été influencées par le transit, au port de Bécancour, de matériel de même que par des activités de gammagraphie industrielle dans des usines à proximité.

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 2014

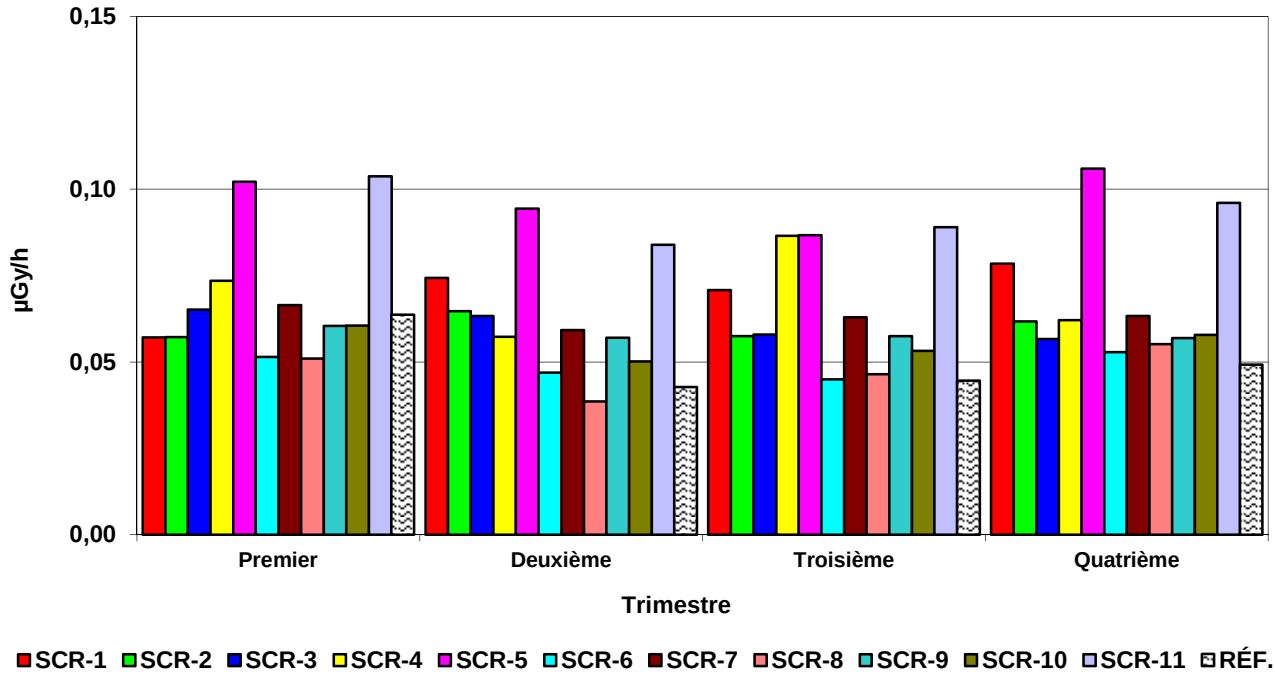
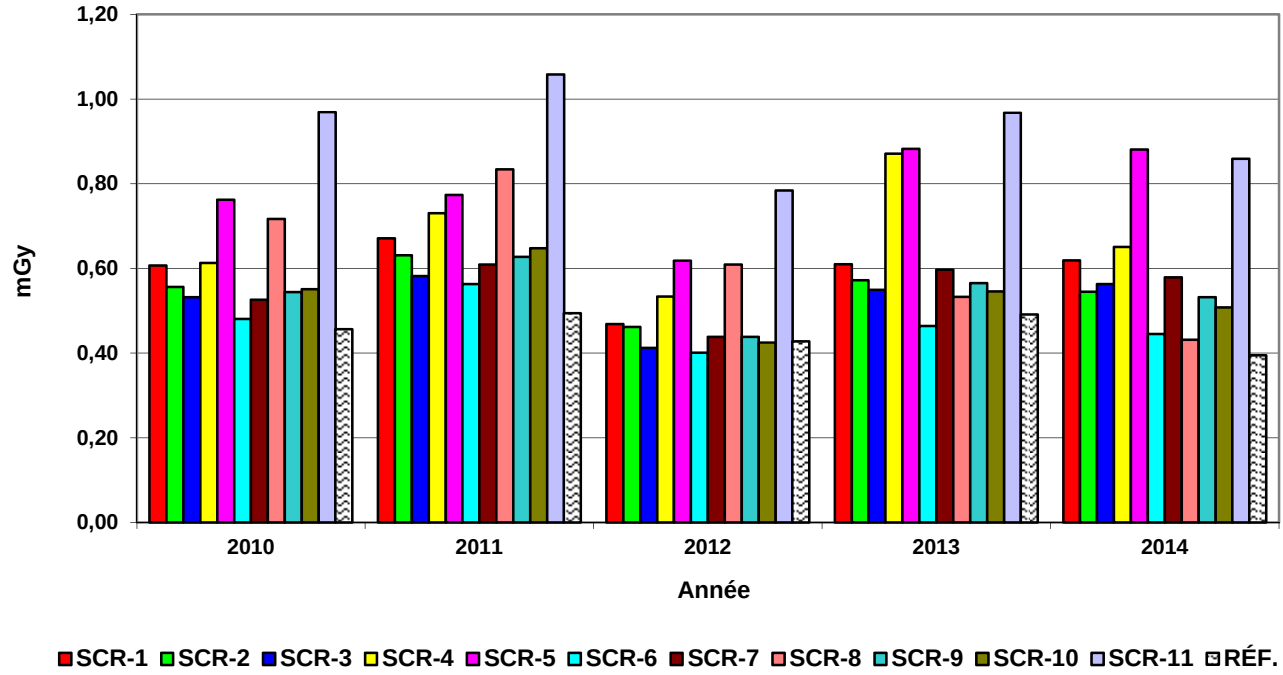


Figure 8-2 : Dose annuelle gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2010-2014



Spécifiquement pour les stations de ce même regroupement mais qui sont plutôt localisées à même le site de la centrale de Gentilly-2, la station SCR-11 présente la valeur maximale de débit de dose pour l'année 2014, à 0,10 μGy h^{-1}. Cette station est quant à elle susceptible d'être influencée par le stockage de combustible irradié, étant aménagée à proximité des modules CANSTOR, mais également par le déplacement des déchets radioactifs de Canadian Nuclear Laboratories, entreposés dans les installations de Gentilly-1.

Ces deux mêmes stations SCR-5 et SCR-11 sont d'ailleurs les deux points de mesure où le rayonnement a été le plus élevé pour chacun des quatre trimestres de l'année 2014, impliquant du coup les doses annuelles les plus élevées (figure 8-2), respectivement à 0,88 mGy et 0,86 mGy. Exceptions faites des stations SCR-1 et SCR-3, où de très légères hausses de la dose annuelle ont été observées, toutes les autres stations de ce regroupement ont plutôt été en baisse en 2014, comparativement à l'année précédente. La plus forte baisse a été enregistrée à SCR-4, soit de plus de 25 %.

Les figures 8-3 à 8-8 présentent les valeurs d'ambiance gamma mesurées, en 2014, 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 la centrale de Gentilly-2. Un tireté bleu a été ajouté à chacune de ces figures afin d'indiquer la valeur de référence de la station située à Drummondville.

La figure 8-3 présente la série de mesures trimestrielles d'ambiance gamma aux huit points de mesure à l'ASDR (DTL A à H, carte A-5 de l'annexe A) au cours de l'année 2014. Les valeurs varient très peu tout au long de l'année, ce qui est une situation attendue puisqu'aucun transfert de déchets radioactifs n'y a été fait en 2014 et qu'aucun couvercle de fosse n'y a été soulevé. Les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées en 2014 à l'ASDR ont varié entre 0,06 et 0,08 μGy h^{-1}. Toutes les valeurs colligées en 2014 à l'ASDR sont très en deçà de la limite de conception fixée à 2,5 μSv h^{-1} à la clôture de l'ASDR.

La figure 8-4 présente une récapitulation des doses annuelles de rayonnement pour les cinq dernières années, à chacun des huit points de mesures de l'ASDR. Toutes les valeurs de l'année 2014 montrent une baisse significative en comparaison de l'année précédente. La diminution moyenne pour l'année 2014 est d'un peu plus de 17 %.

Figure 8-3 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

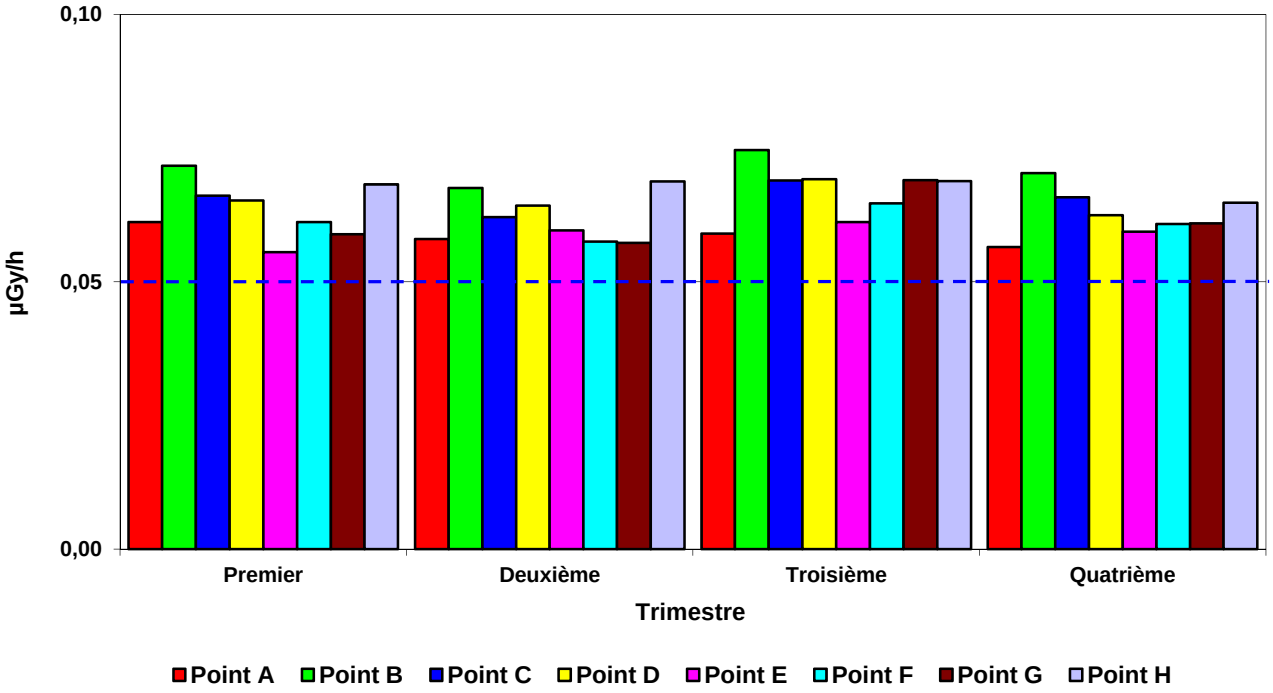
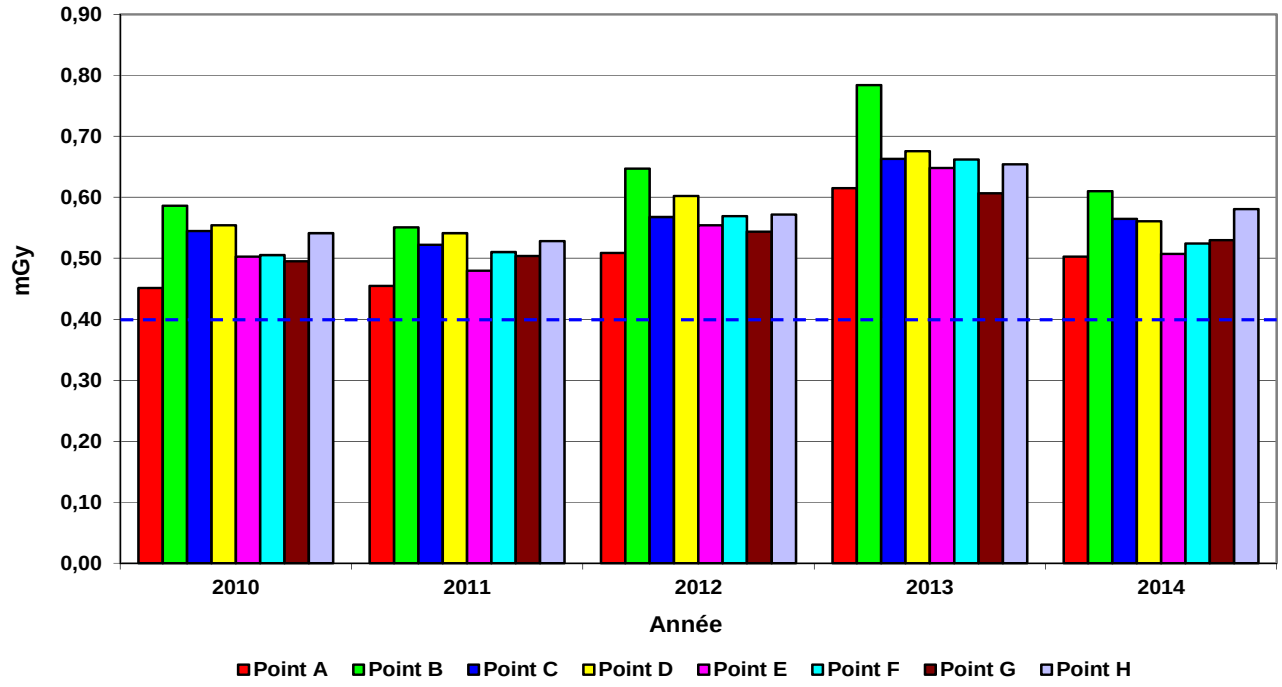
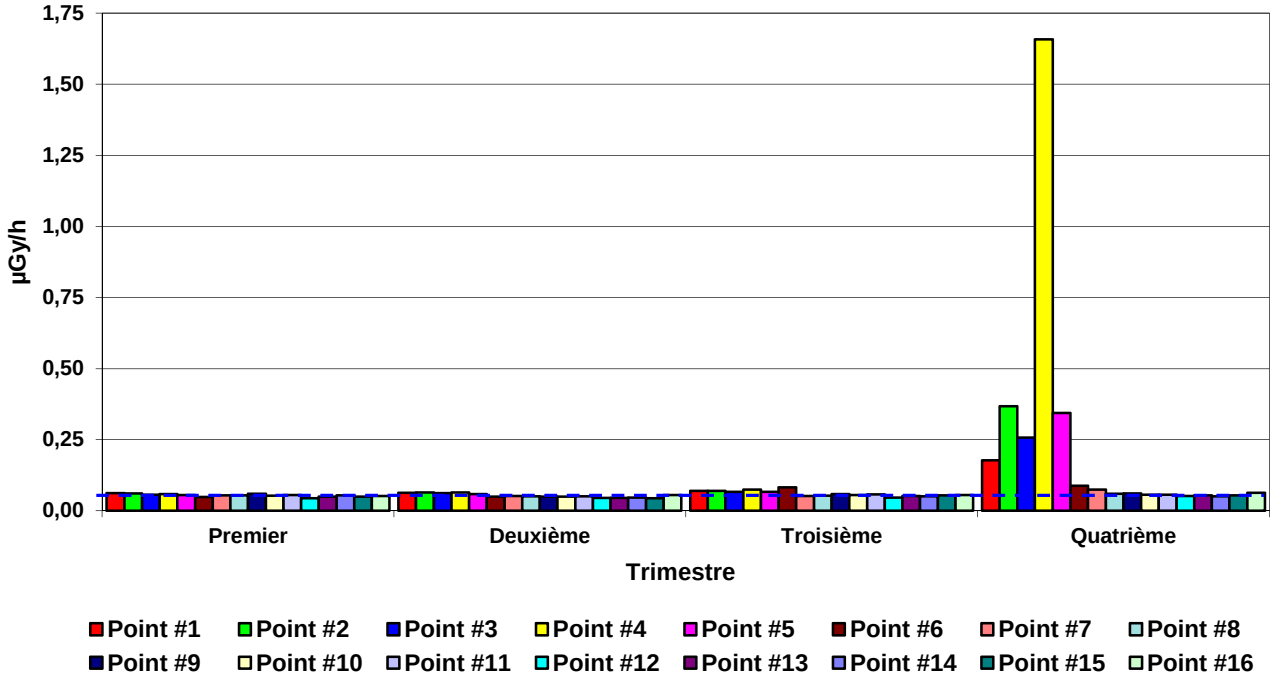


Figure 8-4 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



La figure 8-5 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées aux 16 points fixes à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2014 (DTL 1 à 16, carte A-6 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 2014



Aux trois premiers trimestres de l'année 2014, l'ambiance gamma de chacun des 16 points de mesure est faible et stable, variant entre 0,04 µGy h^{-1} et 0,08 µGy h^{-1}. Ces valeurs s'apparentent à celles mesurées à la station de référence, dont la moyenne annuelle s'établit, en 2014, à 0,05 µGy h^{-1} (valeur indiquée par le tireté bleu).

Cependant, au quatrième trimestre de l'année 2014 est survenue une série de cinq valeurs anormalement élevées aux DTL des points 1 à 5, pour lesquels le débit de dose mesuré a varié de 0,18 µGy h^{-1} à 1,17 µGy h^{-1}. Bien qu'inhabituelles, ces hausses de valeurs étaient anticipées à la suite de la réalisation de certains travaux ayant mené à l'entreposage temporaire de déchets radioactifs dans le périmètre clôturé de l'IGDRS.

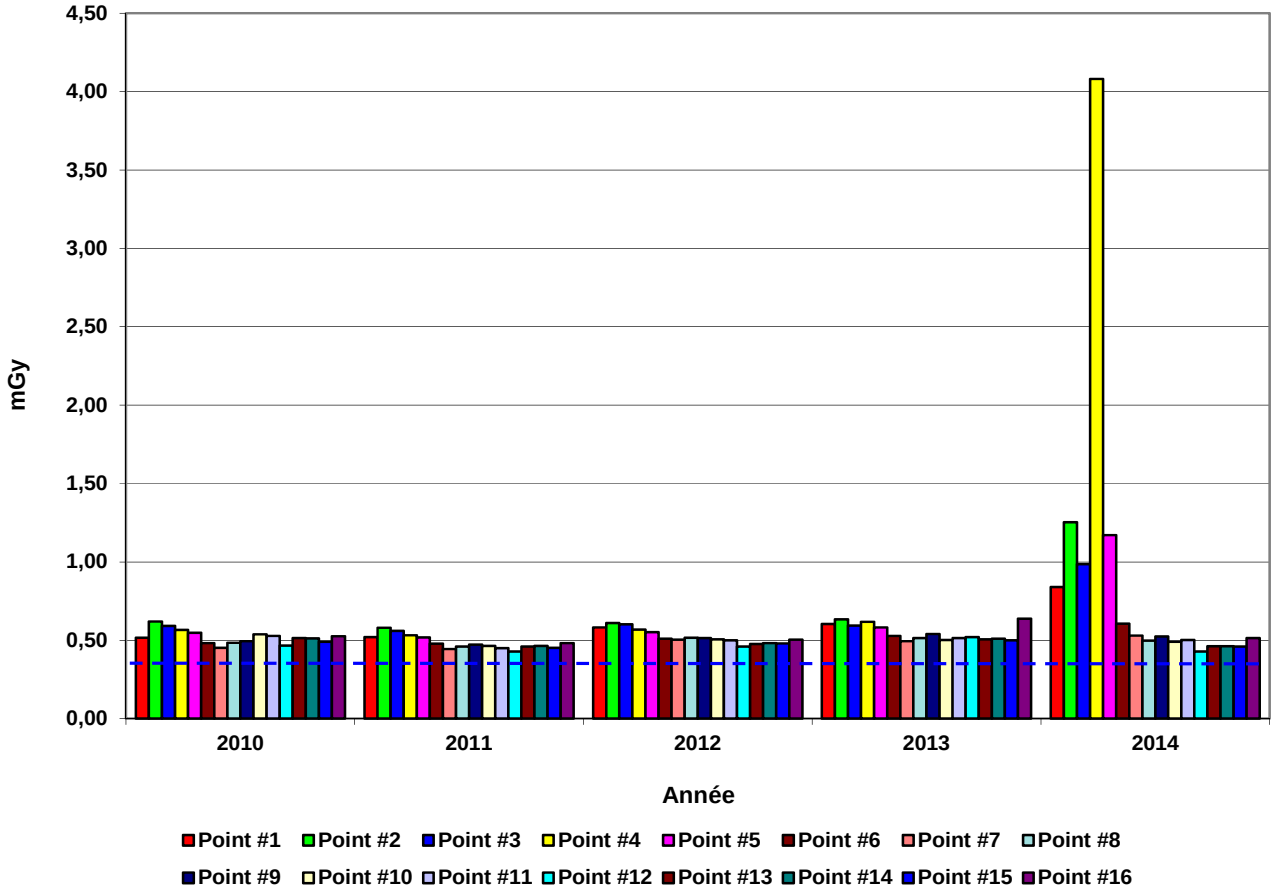
Au début du mois de novembre 2014, du matériel radiologiquement contaminé provenant du tunnel souterrain reliant des bâtiments des centrales de Gentilly-1 et de Gentilly-2 a été pris en charge en vue d'un transfert rapide aux enceintes de l'IGDRS. Compte tenu de conditions météorologiques ne permettant pas l'ouverture des imposants couvercles de béton desdites enceintes, le matériel a été temporairement entreposé dans un conteneur métallique étanche, situé au nord-est de l'IGDRS. Un

balisage radiologique adéquat a rapidement été érigé au pourtour du conteneur en question. Le transfert final de ces déchets aux enceintes de déchets de faible et moyenne activité (EDFMA) de l'IGDRS sera réalisé en priorité dès le printemps 2015.

Les DTL des points 1 à 5, soit ceux les plus près du lieu de l'entreposage temporaire des déchets à transférer aux enceintes de l'IGDRS, sont aussi ceux qui ont témoigné le plus significativement du changement local de l'ambiance gamma. Cet épisode confirme par ailleurs l'acuité et le bon fonctionnement des méthodes de mesure du rayonnement aux clôtures. Nonobstant les valeurs élevées du quatrième trimestre de l'année 2014, la limite de conception fixée à 2,5 $\mu Sv\ h^{-1}$ à la clôture de l'IGDRS n'a jamais été dépassée.

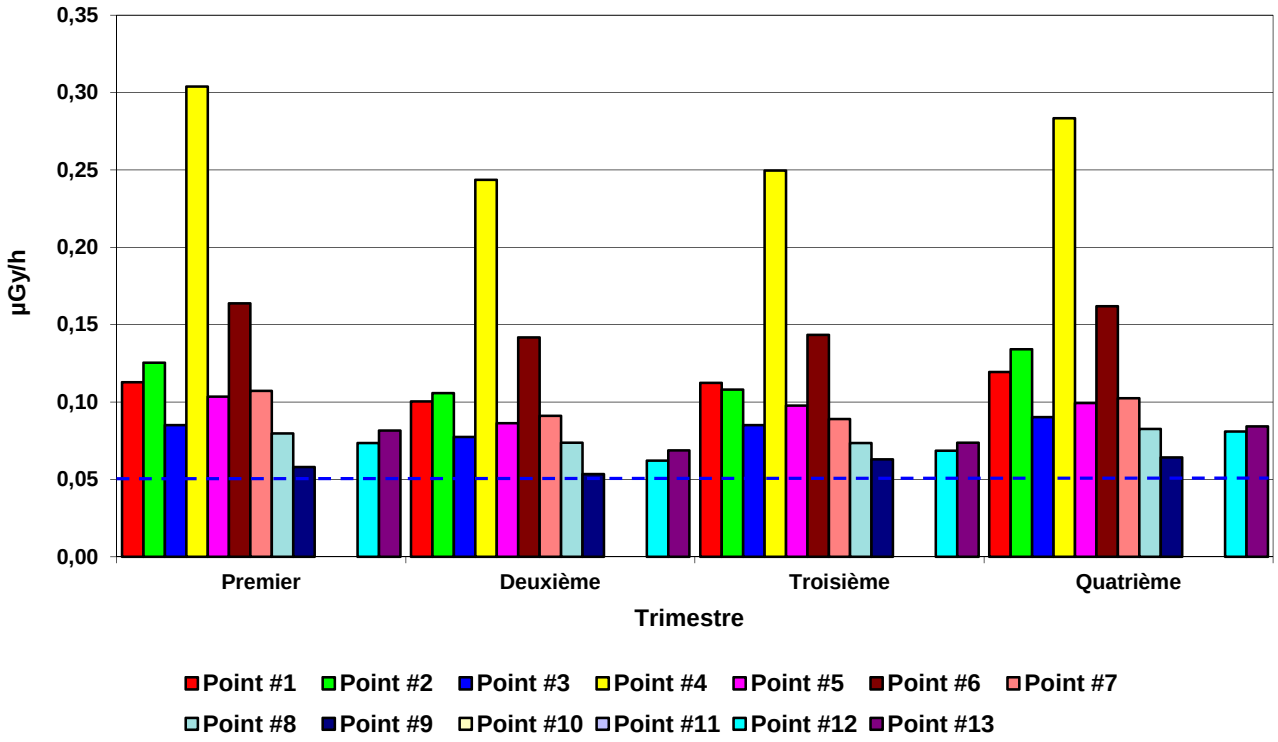
En ce qui a trait à l'évolution à plus long terme des doses annuelles gamma mesurées à la clôture de l'IGDRS au cours des cinq dernières années, illustrées à la figure 8-6, les valeurs de l'année 2014, associées aux DTL des points 1 à 5, modifient de façon très marquée les variations observées jusqu'à maintenant. La dose annuelle maximale résultant de l'exposition en un point à la clôture de l'IGDRS est de 4,08 mGy, au DTL du point 4. Pour tous les autres points, outre ceux discutés précédemment, les valeurs de dose annuelle gamma ne se démarquent pas significativement de celle de la station de référence.

Figure 8-6 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



La figure 8-7 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux 11 points de mesure toujours en place en 2014 à la clôture de l'ASSCI (carte A-6 de l'annexe A). Ces valeurs ont varié entre 0,05 et 0,30 µGy h^{-1}. La valeur maximale a été relevée au point de mesure 4, au premier trimestre. Pour chacun des points considérés individuellement, les variations enregistrées au gré des quatre trimestres sont faibles. Peu importe le moment de l'année, le point de mesure 4 est toujours celui pour lequel la valeur trimestrielle est la plus élevée. Le fait que ce dernier soit positionné face à deux modules CANSTOR remplis à pleine capacité de combustible irradié augmente d'autant son niveau d'exposition au rayonnement gamma. Cette situation perdure depuis plusieurs années déjà. De plus, ce même point de mesure est situé 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 les valeurs aux points 2 et 6, localisés de part et d'autre du périmètre de l'ASSCI.

Figure 8-7 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

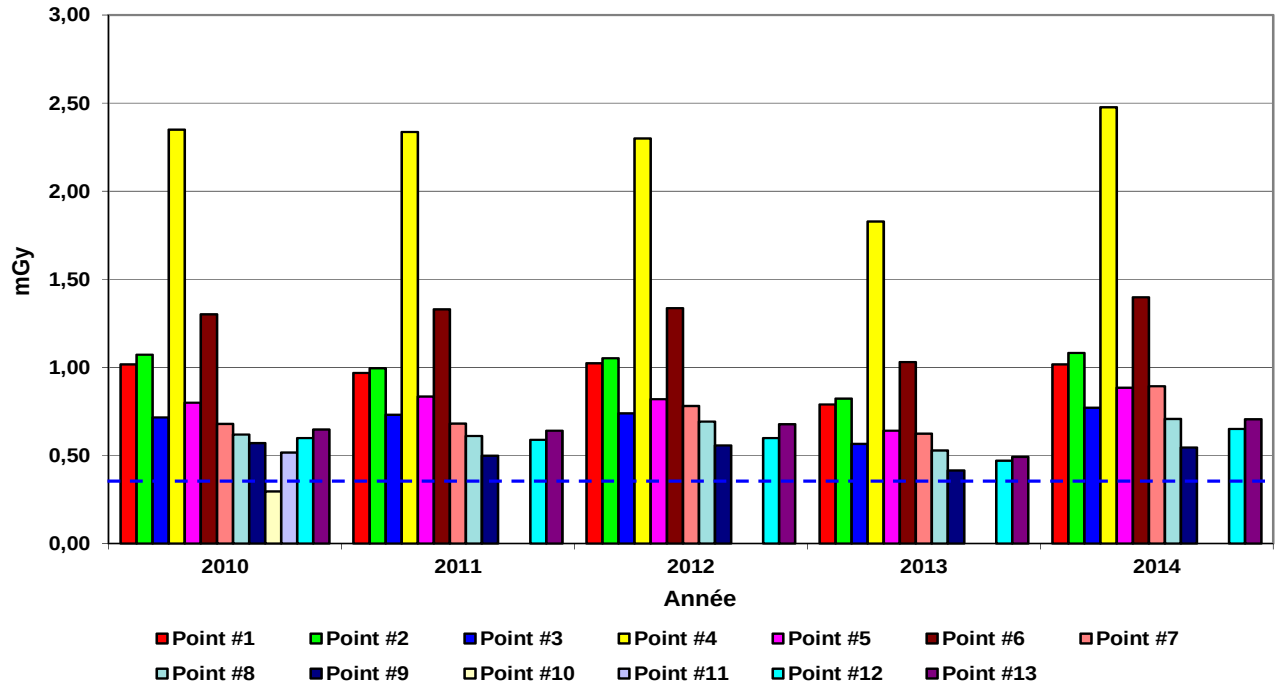


Exceptionnellement, aucun transfert de combustible irradié n'a été réalisé à l'ASSCI en 2014. Des travaux rendus nécessaires dans le cadre de la préparation à l'ÉSS ont monopolisé certains locaux, équipements et ressources spécialisées. À ce titre, le passage et les manœuvres de paniers de combustible n'auront donc influencé aucune mesure au cours de l'année 2014 à l'ASSCI. Le transfert de combustible irradié à l'ASSCI reprendra par ailleurs en 2015.

Tout comme pour l'ASDR et l'IGDRS, toutes les mesures de l'année 2014 sont en deçà des limites de conception de 2,5 µSv h^{-1} à la clôture de l'ASSCI.

À la figure 8-8, la revue des valeurs de dose annuelle gamma issues des mesures à la clôture de l'ASSCI témoigne d'une augmentation sensible, en 2014, pour chacun des 11 points de mesure. En fait, les valeurs recensées au cours de la dernière année sont revenues à des niveaux auparavant mesurés, au cours des années 2010 à 2012. Nonobstant ces hausses de l'année 2014, les différents points de mesure respectent le même patron de comparaison que celui de l'année 2013. Rappelons que les points de mesure 10 et 11 n'apparaissent plus aux figures 8-7 et 8-8 depuis l'année 2011 puisqu'ils ont été relocalisés sur le nouveau périmètre clôturé englobant l'IGDRS, en date du troisième trimestre de 2010.

Figure 8-8 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



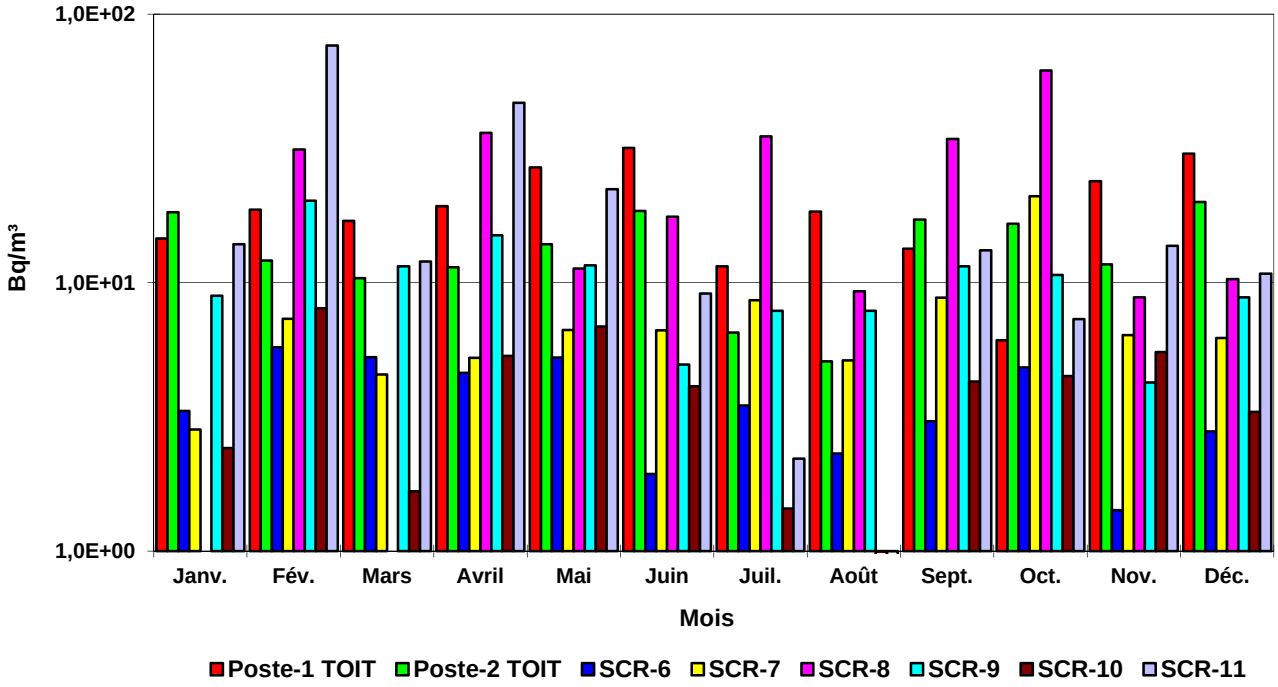
8.2.2 Tritium

À la centrale nucléaire de Gentilly-2, les rejets atmosphériques de tritium proviennent essentiellement de 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 station de contrôle est principalement fonction des rejets de la centrale et des conditions météorologiques régnant au moment desdits rejets. Théoriquement, les stations de contrôle les plus rapprochées de la cheminée principale montreront des concentrations plus élevées, à plus forte raison lorsqu'elles sont dans l'axe des vents dominants.

Les figures 8-9, 8-11, 8-13 et 8-15 présentent l'ensemble des valeurs mensuelles de tritium atmosphérique de l'année 2014, respectivement pour les stations de contrôle de la zone d'exclusion et des postes 1 et 2 (carte A-1 de l'annexe A), pour les stations de contrôle de la région sises dans un rayon de 2 à 15 km autour du site de Gentilly-2 (carte A-4 de l'annexe A), pour les quatre stations de contrôle de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A) et pour les cinq stations de contrôle de l'ASDR (carte A-1 de l'annexe A). Pour leur part, les figures 8-10, 8-12, 8-14 et 8-16 présentent, pour les mêmes stations que les quatre figures décrites précédemment, les séries de concentrations atmosphériques annuelles moyennes de tritium, pour la période

2010-2014. Finalement, les mesures obtenues à la station de référence de Drummondville sont représentées aux figures 8-11 et 8-12.

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 2014



Au cours des deux dernières années, Hydro-Québec était aux prises avec des valeurs de concentration anormalement élevées de tritium atmosphérique, sporadiquement relevées à plusieurs de ses stations de contrôle radiologique du périmètre sécurisé de la centrale, mais également à des distances appréciables de la centrale nucléaire.

Cette situation avait été abordée en détail à la section 8.2.2 du rapport annuel de surveillance de l'environnement de la centrale nucléaire de Gentilly-2 de l'année 2013. Hydro-Québec y documentait notamment l'invraisemblance de ces données, compte tenu des faibles activités radiologiques de tritium, relevées quotidiennement à la cheminée principale de la centrale de Gentilly-2, tout au long de cette période.

Hydro-Québec y confirmait également avoir octroyé un mandat à des spécialistes externes afin d'identifier une possible erreur pouvant être à la base de ces valeurs. Au début de l'année 2014, la firme ontarienne Kinectrics a débuté une investigation et une revue de processus de laboratoire complètes, intégrant tous les volets de production de résultats de laboratoire de la centrale de Gentilly-2, allant de la récolte des échantillons jusqu'au contrôle de qualité avant publication finale des résultats.

Au cours de l'automne 2014, ces investigations ont porté fruit. L'analyse conjointe d'Hydro-Québec et de Kinectrics a permis d'identifier la cause d'une contamination croisée impliquant une réutilisation inadéquate de cartouches de charbon activé, initialement destinées à l'échantillonnage des radioiodes dans l'environnement. Ces cartouches, contaminées par des vapeurs d'eau tritiée, étaient ensuite redéployées en amont d'autres montages d'échantillonnage de l'air dédiés au tritium atmosphérique.

Le résumé technique de l'étude, intitulé *Technical Memorandum, Review of Hydro-Québec Tritium-in-Air Program* K-415154-TM-0001-R2, est présenté en version originale à l'annexe E, lequel est suivi d'une traduction libre en français.

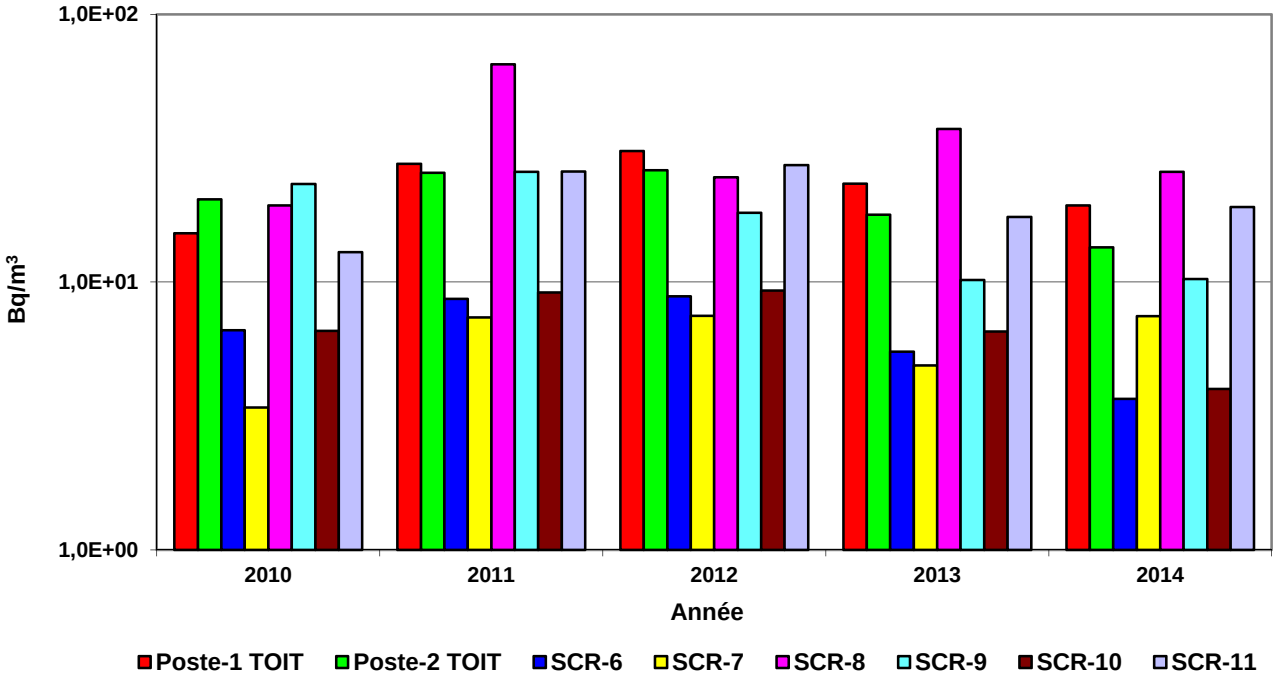
Compte tenu de l'identification formelle de la contamination croisée ayant été à la source de multiples concentrations de tritium atmosphérique anormalement élevées au cours des deux dernières années, et de l'assurance que ces valeurs n'aient aucunement été causées par les rejets enregistrés à la centrale nucléaire de Gentilly-2, Hydro-Québec publie, dans la section qui suit, les valeurs colligées en 2014 tout en omettant celles qui sont clairement liées à cette contamination croisée. Pour les mêmes raisons, les données annuelles des figures couvrant la période 2010-2014 ont été corrigées à rebours. Les données de l'année 2013 peuvent donc paraître discordantes, à la comparaison des résultats des rapports annuels 2013 et 2014.

Les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique issues des huit stations de contrôle radiologique localisées à même le site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 ont varié, en 2014, de 0,42 Bq m^{-3} (SCR-10 au mois d'août 2014) à 76,40 Bq m^{-3} (SCR-11 au mois de février 2014) (figure 8-9). Au cours du mois de février 2014, moment où la valeur mensuelle maximale a été recensée, l'activité de tritium à la cheminée principale était une des plus élevées de l'année alors que les vents soufflant en direction de la station SCR-11 étaient les deuxièmes plus soutenus.

En conséquence des justifications apportées précédemment, relativement à la rature des données erronées à la suite de la contamination croisée documentée, Hydro-Québec a délibérément abrogé deux valeurs mensuelles à ce regroupement de stations de contrôle en 2014. Ces données erronées étaient toutes deux liées à la station SCR-8.

La figure 8-10 présente les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux huit stations de contrôle radiologique localisées à même le site de la centrale nucléaire de Gentilly-2, pour la période 2010-2014.

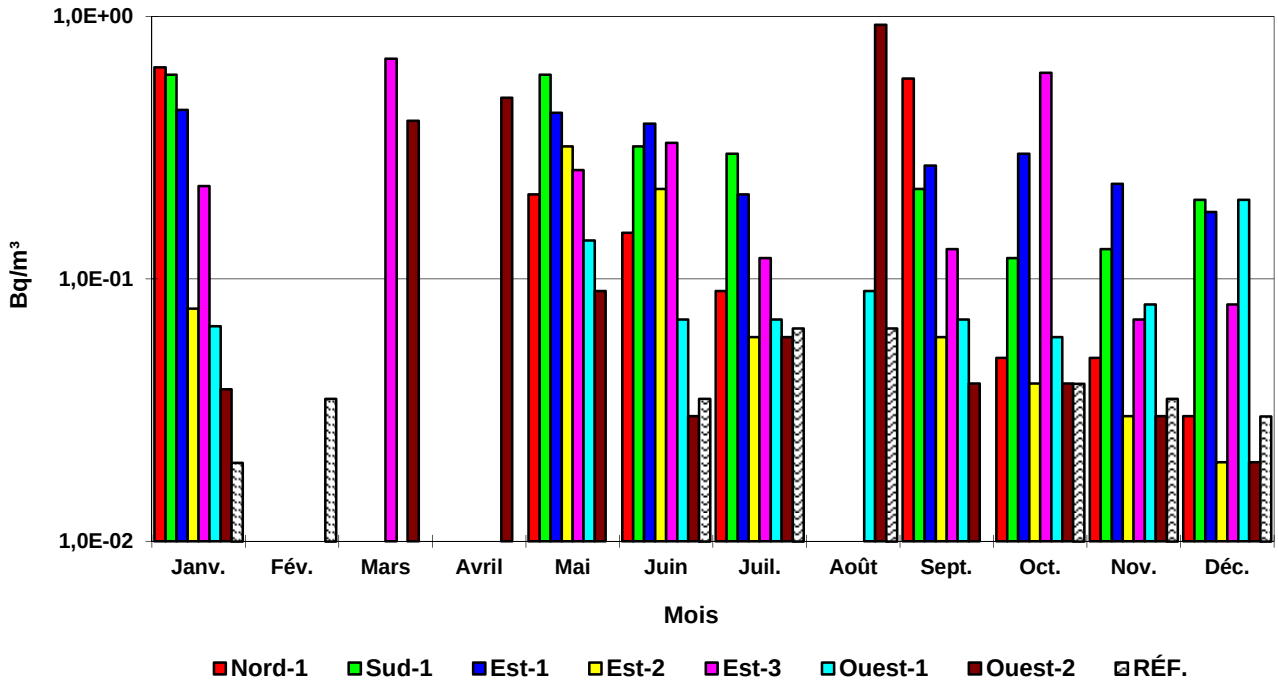
Figure 8-10 : Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone d'exclusion) pour la période 2010-2014



En 2014, seules deux stations de contrôle montrent une hausse de leur concentration annuelle moyenne, les autres étant toutes en diminution. La plus significative des deux est associée à la station SCR-7, en hausse d'un peu plus de 50 %. Cette station fait néanmoins partie de celles, sises sur le site, où les concentrations sont les plus basses. On remarquera par ailleurs que les stations les plus rapprochées de la cheminée principale rendent les concentrations de tritium atmosphérique les plus élevées, parce que moins dispersées à chacun de ces emplacements. Les stations des postes 1 et 2, à proximité du point principal d'émissions, se trouvent de surcroît à une hauteur similaire à celle de la sortie de la cheminée.

La figure 8-11 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique obtenues aux sept stations de contrôle radiologique localisées à l'extérieur du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2, de même qu'à la station de référence du Drummondville, pour l'année 2014.

Figure 8-11 : 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 2014

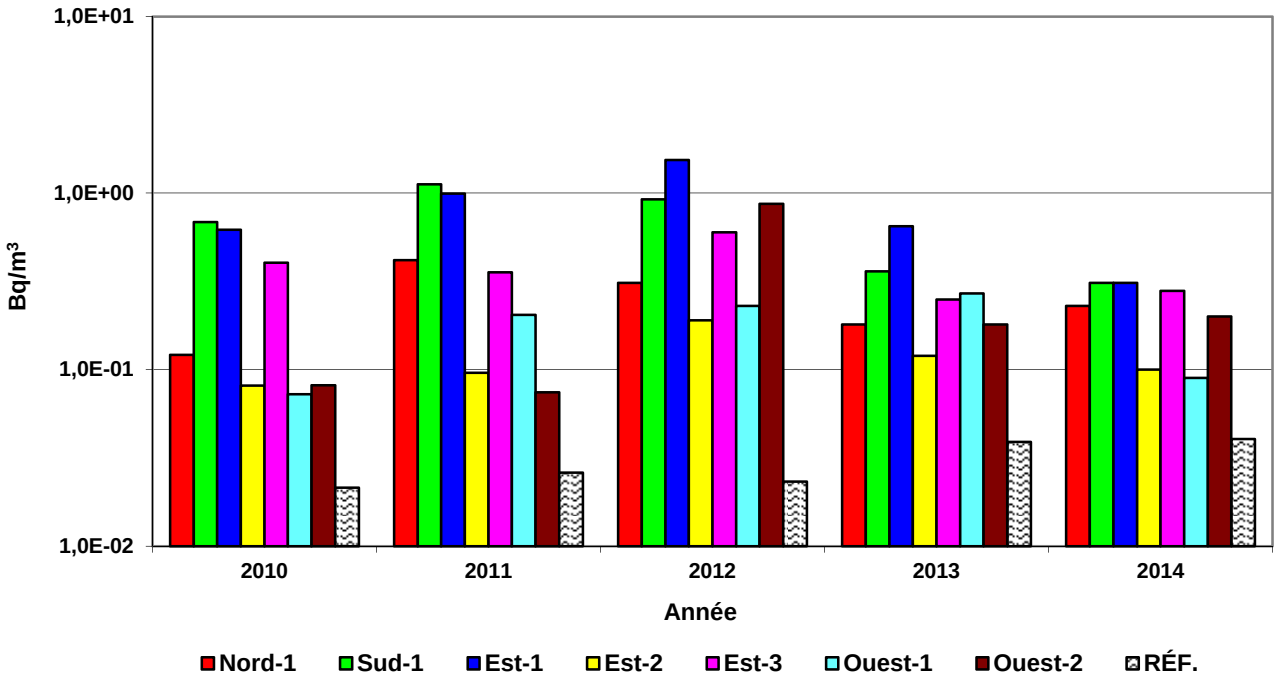


Les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique recensées aux sept stations de contrôle radiologique aménagées à l'extérieur du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 (figure 8-11) ont varié, en 2014, de 0,02 Bq m^{-3} (Est-2 au mois de décembre 2014) à 0,93 Bq m^{-3} (Ouest-2 au mois d'août 2014). Au cours du mois d'août 2014, mois où la valeur mensuelle maximale de ce regroupement de stations de contrôle a été recensée, l'activité de tritium à la cheminée principale a été la seconde plus élevée de l'année.

Ce regroupement de sept stations de contrôle radiologique aménagées à l'extérieur du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 est celui où les données erronées à la suite de la contamination croisée ont été les plus nombreuses en 2014. Hydro-Québec a procédé à la rature de 27 résultats d'analyse mensuelle au cours de cette dernière année, dont quatre étaient liés à la station de référence de Drummondville. La grande majorité des stations de contrôle ont été visées par cette correction, pour les analyses des mois de février, mars, avril et août 2014.

La figure 8-12 présente les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux sept stations de contrôle radiologique aménagées à l'extérieur du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2, et à la station de référence de Drummondville, pour la période 2010-2014.

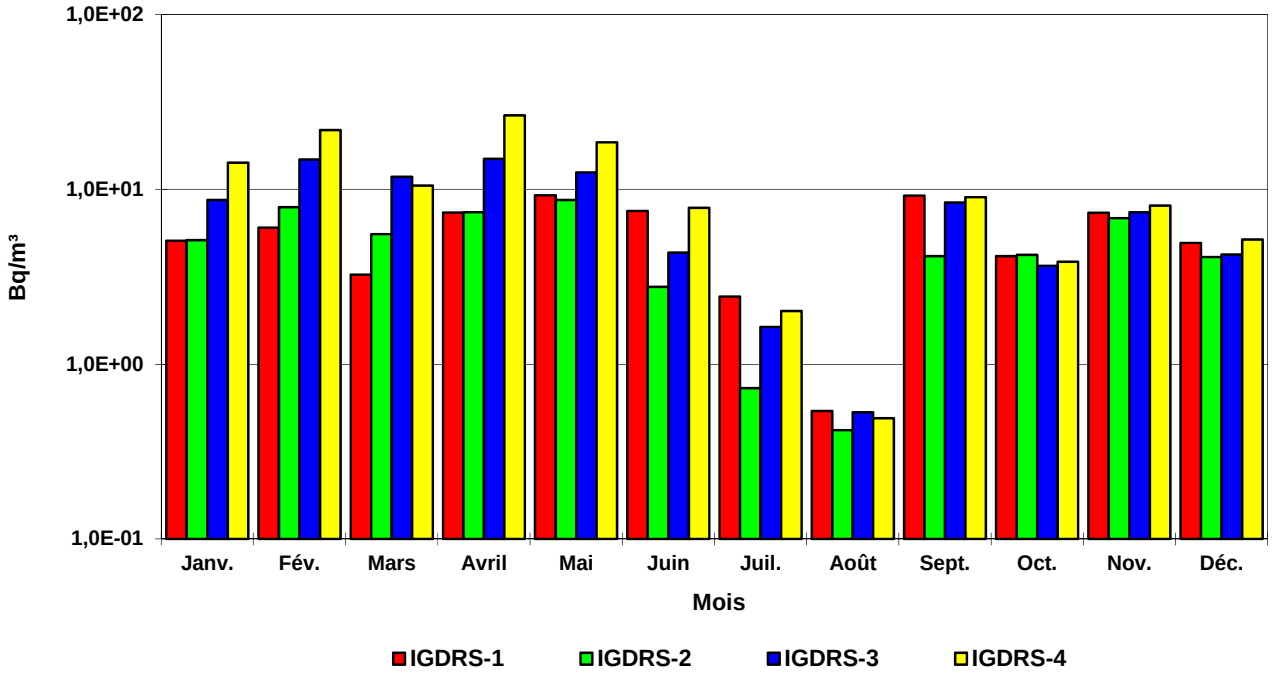
Figure 8-12 : Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour la période 2010-2014



Les variations des concentrations annuelles moyennes de tritium atmosphérique observées à la figure 8-12 sont plutôt disparates. Alors que la station Ouest-1 témoigne d'une baisse de près de 67 % au cours de la dernières année, la station Nord-1 est quant à elle en hausse de près de 28 %. Par ailleurs, la station de contrôle sur laquelle l'estimation de dose radiologique à la population est grandement basée, soit la station Sud-1, montre une concentration annuelle moyenne de tritium de 0,31 Bq m^{-3}. Cette valeur moyenne annuelle est toutefois la plus élevée de l'année 2014, *ex æquo* avec la valeur de la station de contrôle Est-1. Finalement, la concentration annuelle moyenne de la station de référence a peu varié au cours de la dernière année, en hausse de moins de 4 %. Cette situation était attendue en raison de sa localisation.

La figure 8-13 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique obtenues aux quatre stations de contrôle localisées dans le périmètre de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A), pour l'année 2014.

Figure 8-13 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

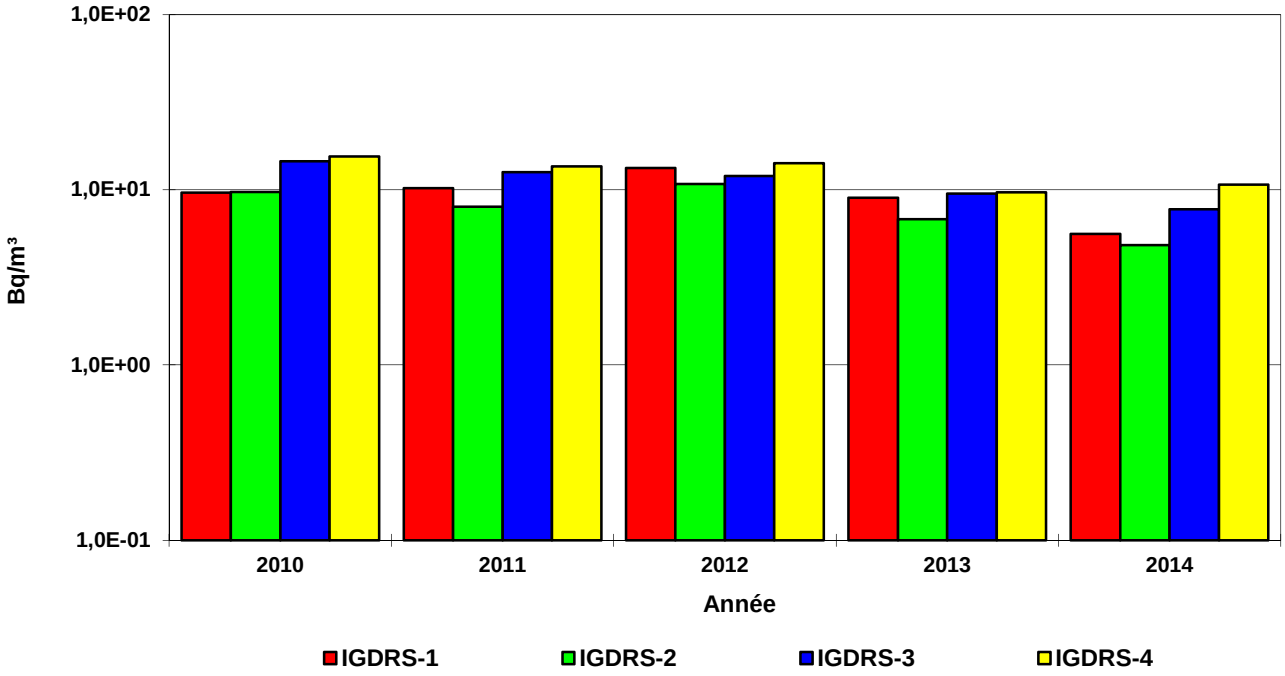


À ces quatre stations, l'activité mensuelle en tritium a varié, en 2014, de 0,42 Bq m^{-3}, pour IGDRS-2 mesurée en août, à 26,50 Bq m^{-3} pour IGDRS-4 mesurée en avril. Mis à part les valeurs mensuelles du mois d'août, où les rejets de tritium à la cheminée principale ont été les deuxièmes plus élevés de l'année, mais où la dispersion en direction des stations de contrôle de l'IGDRS a été minime, les valeurs mensuelles de l'année 2014 varient peu à l'IGDRS. Globalement, les stations situées au sud de la centrale, soit IGDRS-3 et IGDRS-4, sont celles où les concentrations mensuelles les plus élevées sont recensées.

Contrairement aux trois autres regroupements de stations de contrôle de surveillance du tritium atmosphérique, aucune donnée erronée attribuable à une contamination croisée n'a été raturée aux quatre stations de l'IGDRS en 2014.

La figure 8-14 montre les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux quatre stations de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A), pour la période 2010-2014.

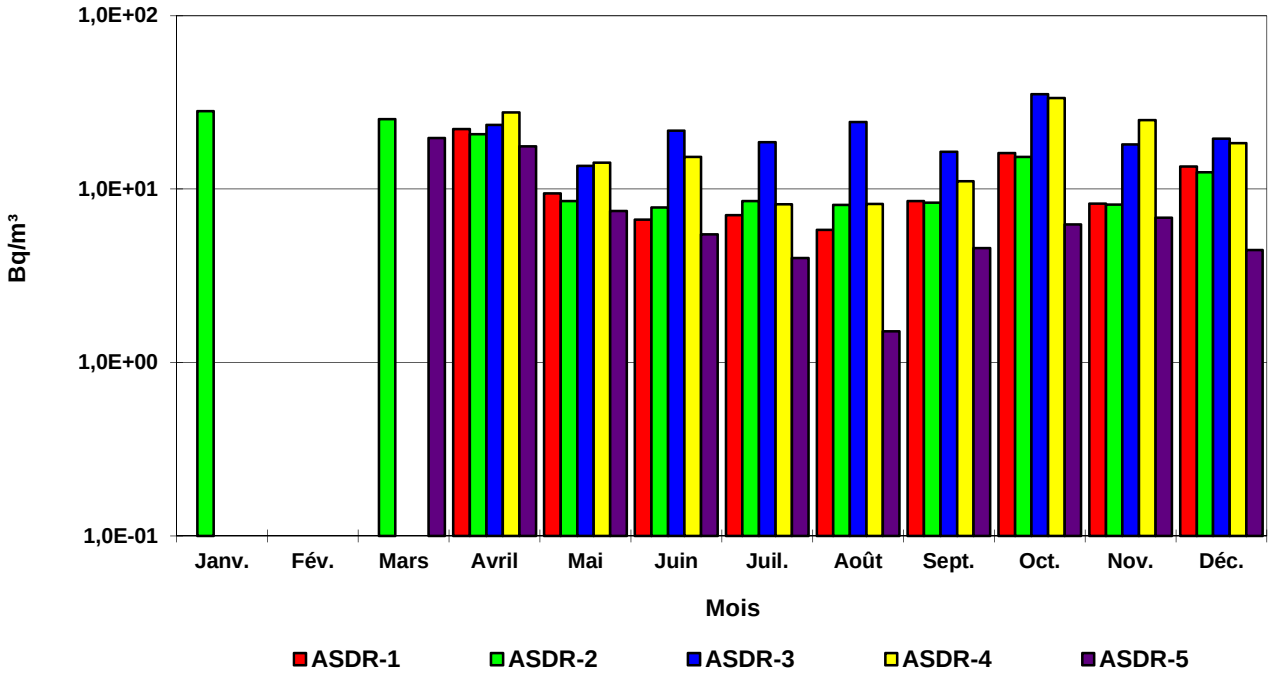
Figure 8-14 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



En raison de leur grande proximité les unes des autres, les quatre stations de contrôle de ce regroupement étant exclusivement dédiées à l'IGDRS, on observe relativement peu de variations des concentrations annuelles moyennes de tritium atmosphérique à la figure 8-14. Il en est de même lorsque les valeurs des cinq dernières années sont revues. Depuis les cinq dernières années, toutes les valeurs annuelles moyennes, pour toutes les stations, ont été inférieures à 20 Bq m^{-3}.

La figure 8-15 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique obtenues aux cinq stations de contrôle localisées dans le périmètre de l'installation de stockage de déchets de l'ASDR (carte A-1 de l'annexe A), pour l'année 2014.

Figure 8-15 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014



À ces cinq stations, l'activité mensuelle en tritium a varié, en 2014, de 1,51 Bq m^{-3} pour ASDR-5, mesurée en août, à 35,20 Bq m^{-3} pour ASDR-3, mesurée en octobre. Il est connu que les fosses de déchets radioactifs de l'ASDR contribuent pour une bonne part aux concentrations de tritium atmosphérique mesurées au pourtour de l'installation. Cette situation s'explique d'abord en raison du fait que les fosses de l'ASDR sont pratiquement remplies à pleine capacité de déchets radioactifs, notamment des ballots de matériel compactable, mais également parce que l'étanchéité des couvercles de béton est moindre que ceux utilisés à l'IGDRS. De fait, à l'IGDRS, beaucoup plus récente que l'ASDR, les couvercles ont été dotés de joints pouvant limiter les échanges d'air.

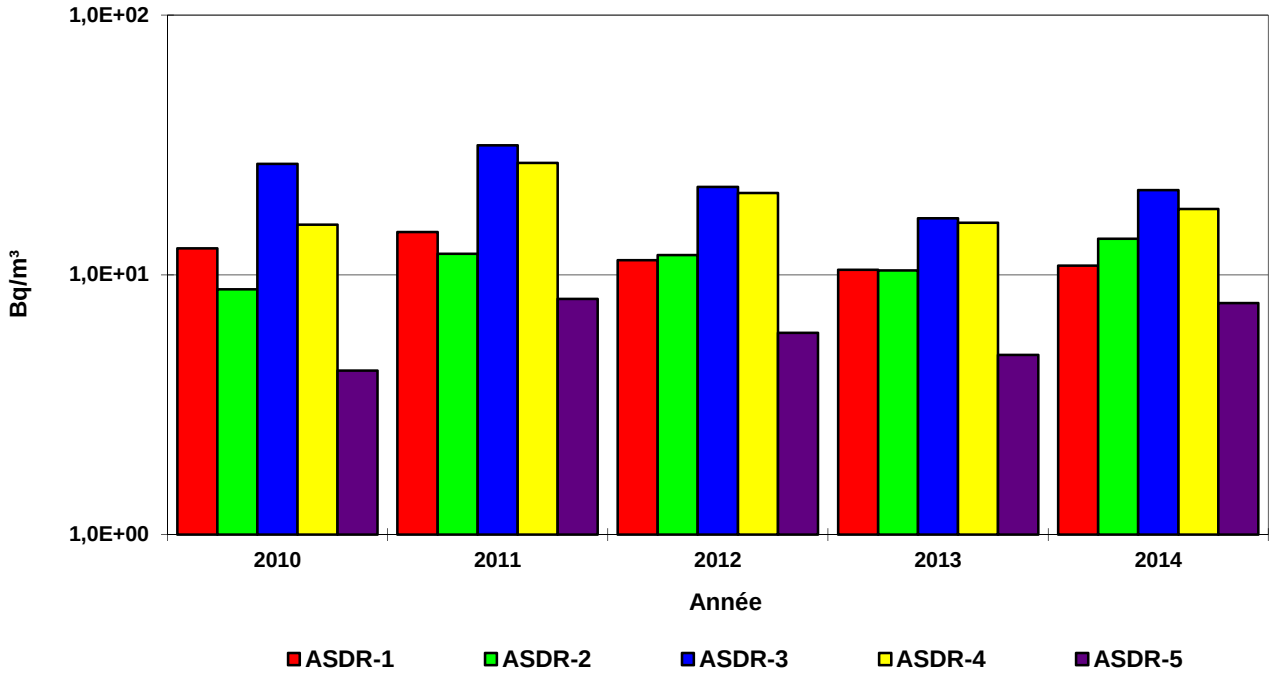
Les variations des valeurs mensuelles de l'année 2014 paraissent être les plus grandes à la station de contrôle ASDR-5. Cependant, cette même station est aussi celle où les plus faibles concentrations mensuelles sont mesurées, tout au long de l'année. À l'instar de l'IGDRS, l'emplacement des cinq stations de contrôle de l'ASDR, en regard des fosses de béton où des déchets radioactifs sont stockés, module de façon significative les relevés de concentrations documentés pour cette installation.

Toujours en marge de l'abandon de certaines valeurs mensuelles clairement liées à la contamination croisée documentée précédemment, Hydro-Québec a procédé, pour ce regroupement des cinq stations de contrôle de l'ASDR, à la rature de 12 résultats d'analyse mensuelle au cours de l'année 2014. Toutes les stations de ce regroupement

ont été touchées par cette correction, pour certaines analyses des mois de janvier, février et mars 2014.

La figure 8-16 montre les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux cinq stations de l'ASDR (carte A-1 de l'annexe A), pour la période 2010-2014.

Figure 8-16 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'ASDR de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



Comparativement à l'année précédente, une hausse, variable, de la valeur moyenne annuelle du tritium atmosphérique a été constatée à chacune des stations de contrôle de l'ASDR en 2014. Pour la station impliquant la valeur annuelle moyenne la plus élevée des cinq dernières années, soit la station ASDR-3, cette hausse se chiffre à un peu plus de 28 %. En 2014, cette même station a été la seule du regroupement des stations de contrôle de l'ASDR où une concentration moyenne annuelle de tritium a été légèrement supérieure à la barre des 20 Bq m^{-3}.

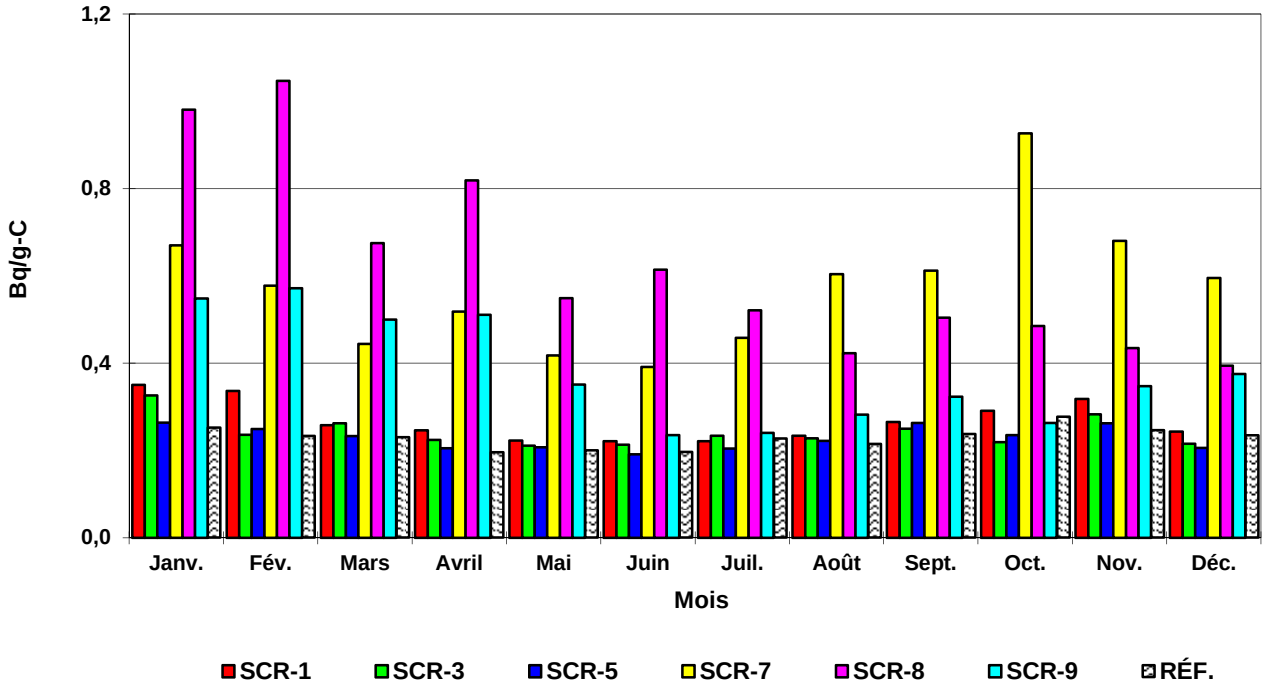
8.2.3 Carbone-14

À la centrale nucléaire de Gentilly-2, le carbone-14 est notamment rejeté dans l'atmosphère par la cheminée principale, où il se trouve majoritairement sous forme de dioxyde de carbone ($^{14}CO_2$). À cette source d'émissions viennent aussi s'ajouter d'autres sources secondaires, de moindre activité, telles que certains déchets stockés à l'ASDR et l'IGDRS. La dispersion du carbone-14 dans l'environnement est aussi 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}), une activité massique. Un relevé de carbone-14 atmosphérique est également réalisé à la station de référence de Drummondville. La valeur moyenne annuelle de 0,23 Bq g-C^{-1}, mesurée à cette station au cours des deux dernières années, correspond aux données issues de la littérature scientifique établissant cette valeur à la concentration naturelle de carbone-14 atmosphérique (NCRP, 1985).

La figure 8-17 présente les concentrations mensuelles en carbone-14 atmosphérique, mesurées en 2014, à cinq stations de contrôle (SCR-1, SCR-3, SCR-7, SCR-8 et SCR-9) de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A), à la station SCR-5, située dans le parc industriel et portuaire de Bécancour, ainsi qu'à la station de référence (carte A-4 de l'annexe A).

Pour l'ensemble des six stations SCR assurant une surveillance du carbone-14 atmosphérique, les valeurs mensuelles ont varié, en 2014, entre 0,19 Bq g-C^{-1} (mesuré en juin à la station SCR-5) et 1,05 Bq g-C^{-1} (mesuré en février à la station SCR-8). Les deux stations les plus rapprochées des deux principales sources d'émissions documentées de carbone-14 atmosphérique à Gentilly-2, que sont respectivement la cheminée principale et l'ASDR, sont également celles qui impliquent les valeurs mensuelles les plus élevées pour la majeure partie de l'année 2014.

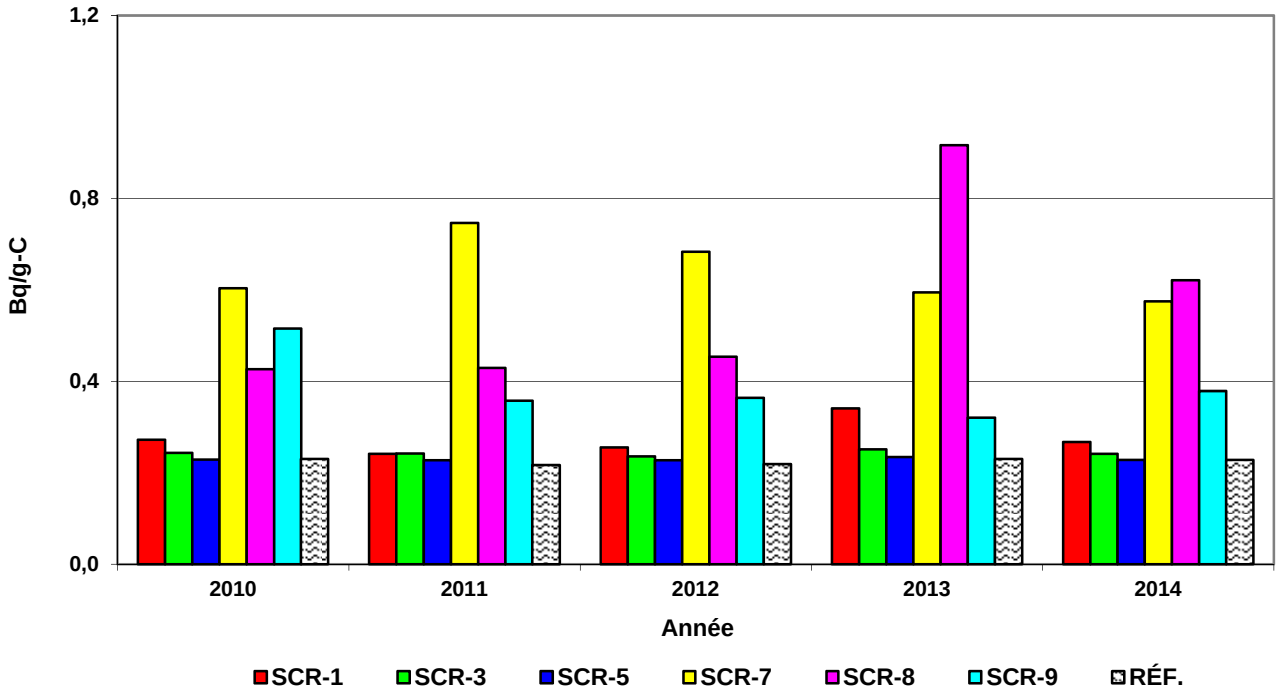
Figure 8-17 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2014



La figure 8-18 présente, pour la période 2010-2014, la concentration atmosphérique annuelle moyenne de carbone-14 aux mêmes cinq stations de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A), à la station SCR-5, située dans le parc industriel de Bécancour, ainsi qu'à la station de référence (carte A-4 de l'annexe A).

L'analyse de la figure 8-18 permet de constater un changement important, survenu au cours des deux dernières années, relativement au schème habituellement observé aux valeurs de cette figure. La station SCR-8 est, pour les années 2013 et 2014, celle pour laquelle les concentrations de carbone-14 atmosphérique sont maintenant les plus prépondérantes. Auparavant, la station SCR-7 avait toujours été la station de ce regroupement où était mesurée la valeur moyenne annuelle la plus élevée. L'activité plus importante de carbone-14 émise aux rejets gazeux de la cheminée principale, elle-même conséquente de la gestion finale des résines de purification ioniques usées qui s'est déroulée au cours des deux dernières années, n'est certes pas étrangère à ce revirement de situation. Au cours de leur utilisation, ces résines avaient capté plus de 90 % du carbone-14 produit durant l'exploitation de Gentilly-2. Il est utile de rappeler que la station SCR-8 est localisée à très grande proximité de la cheminée principale.

Figure 8-18 : Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2010-2014



Il est un fait intéressant que celui de la diminution d'un peu plus de 32 % de la concentration annuelle moyenne de carbone-14 atmosphérique à la station SCR-8 en 2014, comparativement à l'année précédente, alors que pour la même période, l'activité de carbone-14 émise à la cheminée principale a pour sa part été en baisse d'un peu plus de 35 %. La surveillance de la station SCR-8 répond convenablement.

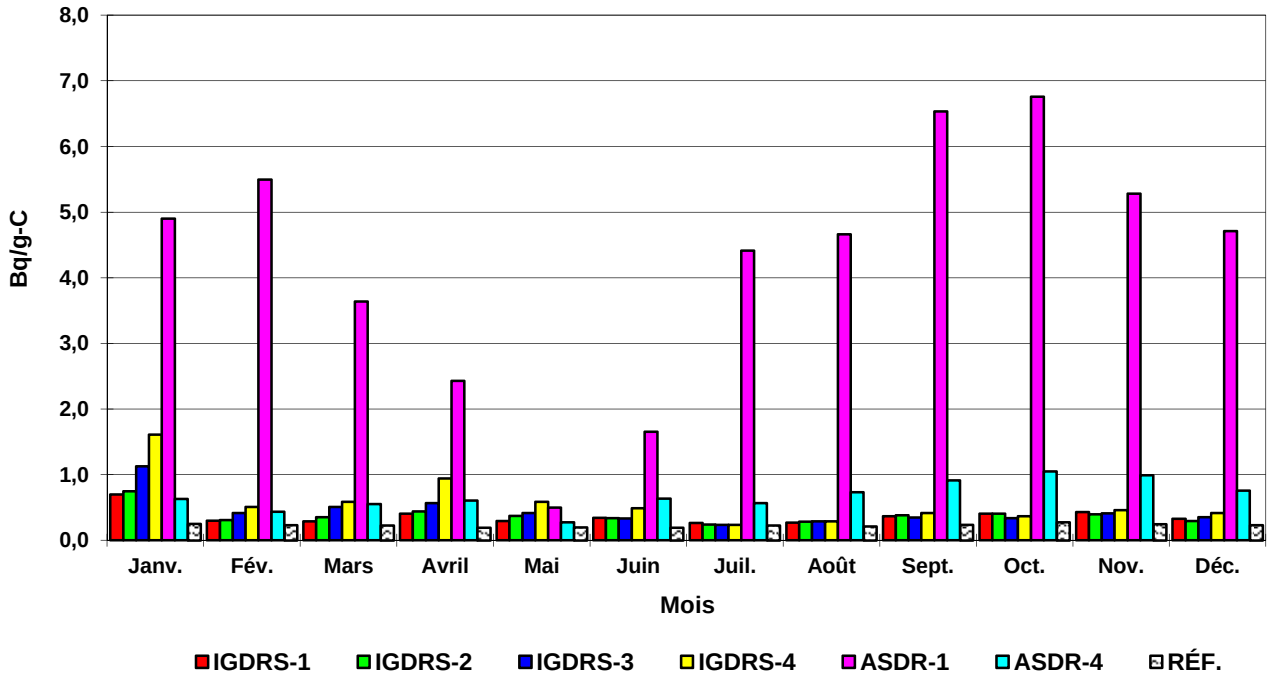
La figure 8-19 présente quant à elle l'activité mensuelle en carbone 14 atmosphérique mesurée aux quatre stations en périphérie de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A) de même qu'aux deux autres de l'ASDR (carte A-1 de l'annexe A), pour l'année 2014.

Pour l'ensemble des six stations de contrôle impliquant la surveillance du carbone-14 atmosphérique au pourtour des deux installations de stockage de déchets radioactifs exploités à la centrale nucléaire de Gentilly-2, les valeurs mensuelles ont varié, en 2014, entre 0,24 Bq g-C^{-1}, mesurée en juillet à la station IGDRS-4, et 6,76 Bq g-C^{-1}, mesurée en octobre à la station ASDR-1.

Les valeurs observées à la figure 8-19 confirment que l'ambiance de carbone-14 est plus élevée à proximité de l'ASDR par rapport aux autres stations d'échantillonnage. La dégradation chimique et microbienne des déchets radioactifs entreposés depuis plusieurs années à l'ASDR contribue à la libération lente de carbone-14. Cette situation, voulant que l'ASDR soit une source mesurable et localisée de carbone-14

atmosphérique, est connue et documentée depuis plusieurs années. La détermination des impacts de cette situation est limitée à faible distance, sur le site de Gentilly-2.

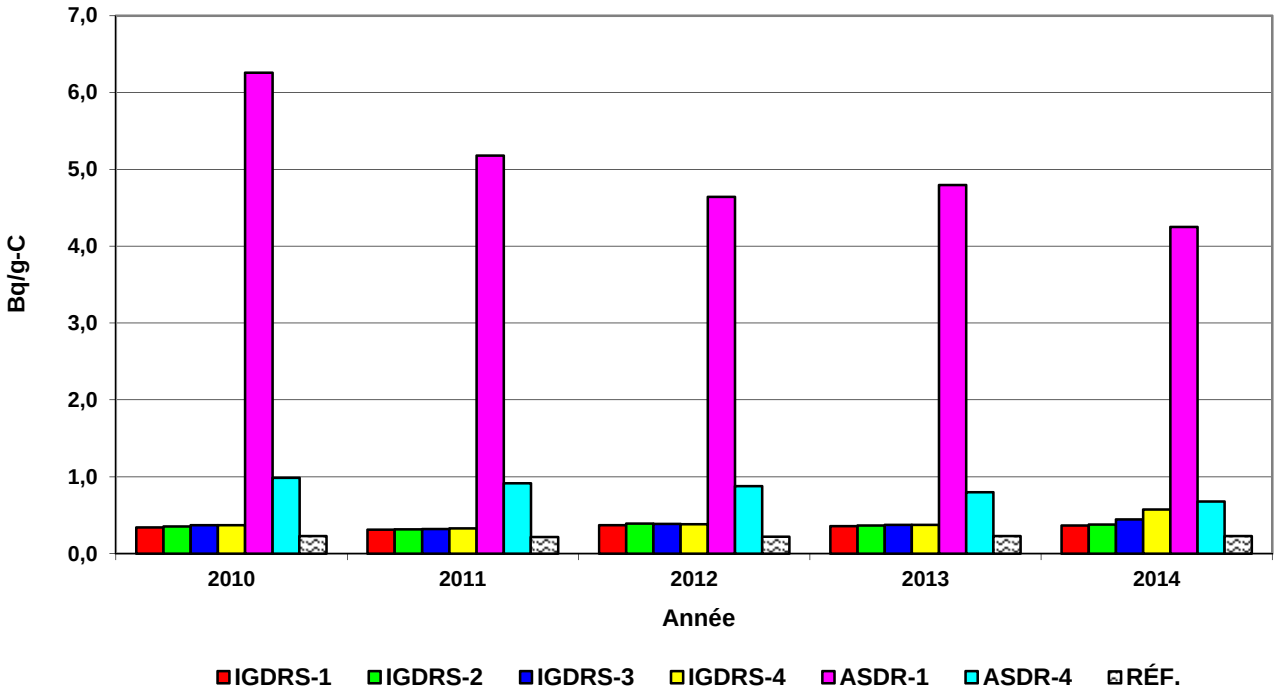
Figure 8-19 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2014



La figure 8-20 quantifie la concentration annuelle moyenne de carbone-14 aux quatre stations en périphérie de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A) de même qu'aux deux autres de l'ASDR (carte A-1 de l'annexe A) et à la station de référence pour la période 2010-2014.

Une faible augmentation de la concentration annuelle moyenne en carbone-14 atmosphérique est constatée à toutes les stations au pourtour de l'IGDRS. Les activités soutenues de transfert et de stockage des résines usées aux enceintes de stockage des résines usées (ESRU) de l'IGDRS, débutées en 2013, ont probablement amené ces valeurs en légère hausse. À l'ASDR, la situation contraire se profile alors que la valeur annuelle moyenne des deux stations ASDR-1 et ASDR-4 est en baisse, comparativement à l'année 2013, soit respectivement de 11 % et 15 %.

Figure 8-20 : Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour la période 2010-2014

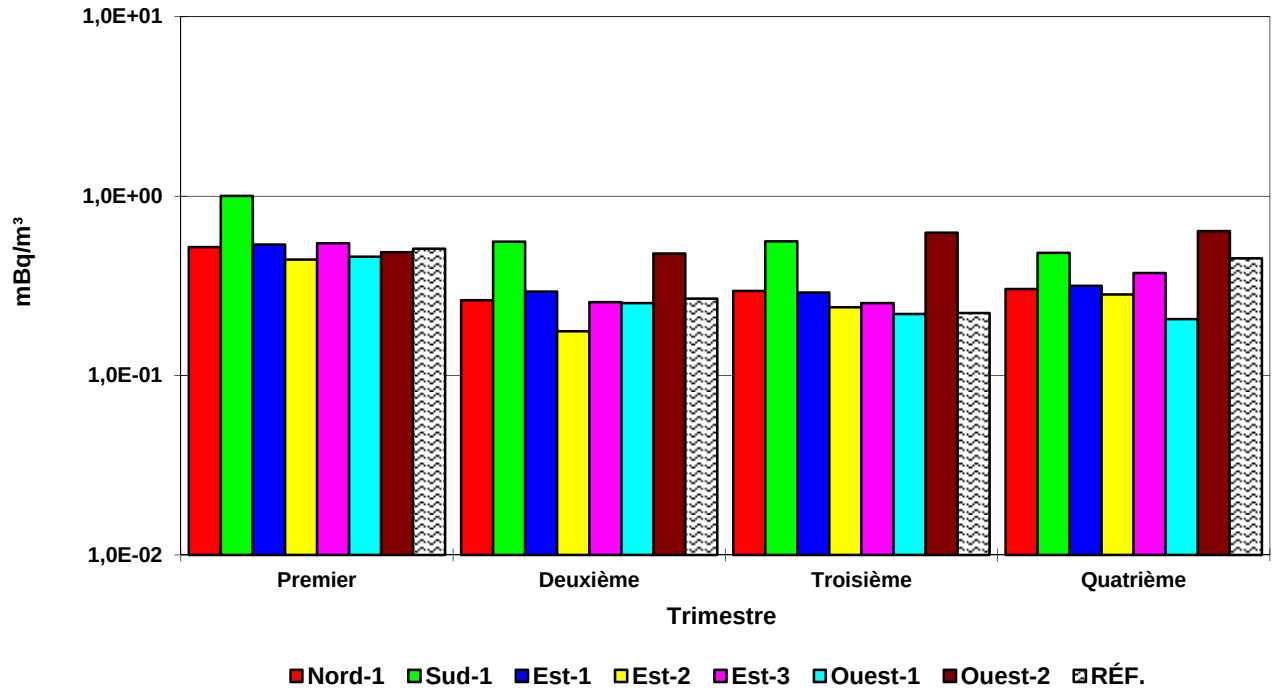


8.2.4 Aérosols

La surveillance radiologique de l'environnement liée aux aérosols cible 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 8-21 présente les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta-total issue des aérosols prélevés à sept stations de contrôle (Nord-1, Sud-1, Est-1, Est-2, Est-3, Ouest-1 et Ouest-2), situées de telle sorte qu'elles puissent couvrir l'ensemble des points cardinaux sur un rayon de 2 à 15 km autour de la centrale de Gentilly-2 (carte A-4 de l'annexe A). La figure 8-22 présente les même mesures d'activité bêta-total aux quatre stations de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A). Les mesures issues de la station de référence sont aussi illustrées sur ces deux figures.

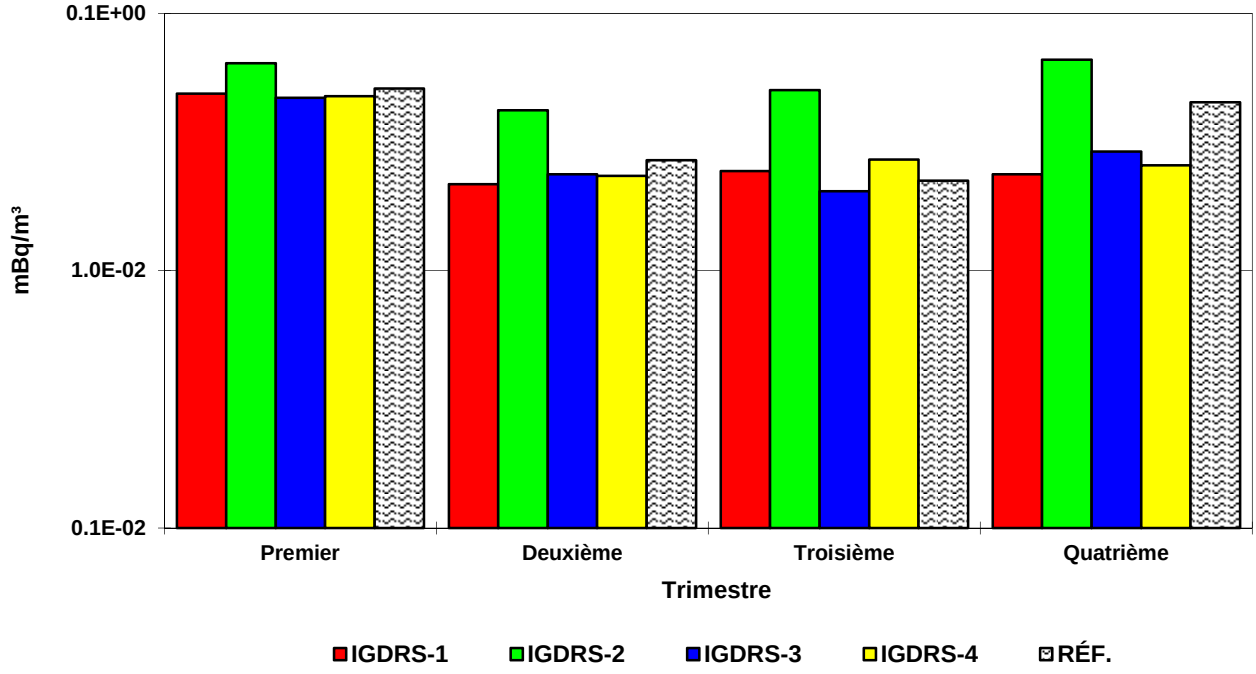
Figure 8-21 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2014



Comme ce fut le cas au cours des nombreuses dernières années, les valeurs moyennes trimestrielles d'activité bêta-total de l'année 2014 sont du même ordre de grandeur que celles observées à la station de référence. Seule une valeur du premier trimestre, à la station Sud-1, se démarque quelque peu. Au cours de ce trimestre, la valeur mensuelle maximale mesurée a atteint 1,1 mBq m^{-3}, en mars 2014. À titre de comparaison, la moyenne annuelle d'activité bêta-total de la station de référence était de 0,36 mBq m^{-3}. Les activités varient donc peu avec le temps. Les variations d'activités bêta-total sont sensibles aux poussières, au sable et au sel de déglaçage. Ces particules contiennent notamment du potassium-40 radioactif d'origine naturelle.

Les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta-total, tirées des quatre stations de l'IGDRS en 2014, sont également du même ordre que celles observées à la station de référence de Drummondville. Aucune valeur présentée aux figures 8-21 et 8-22 ne témoigne d'un événement qui aurait pu être à la source d'une émission particulaire de radioactivité ni d'aucun événement d'exploitation à la centrale de Gentilly-2.

Figure 8-22 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2014



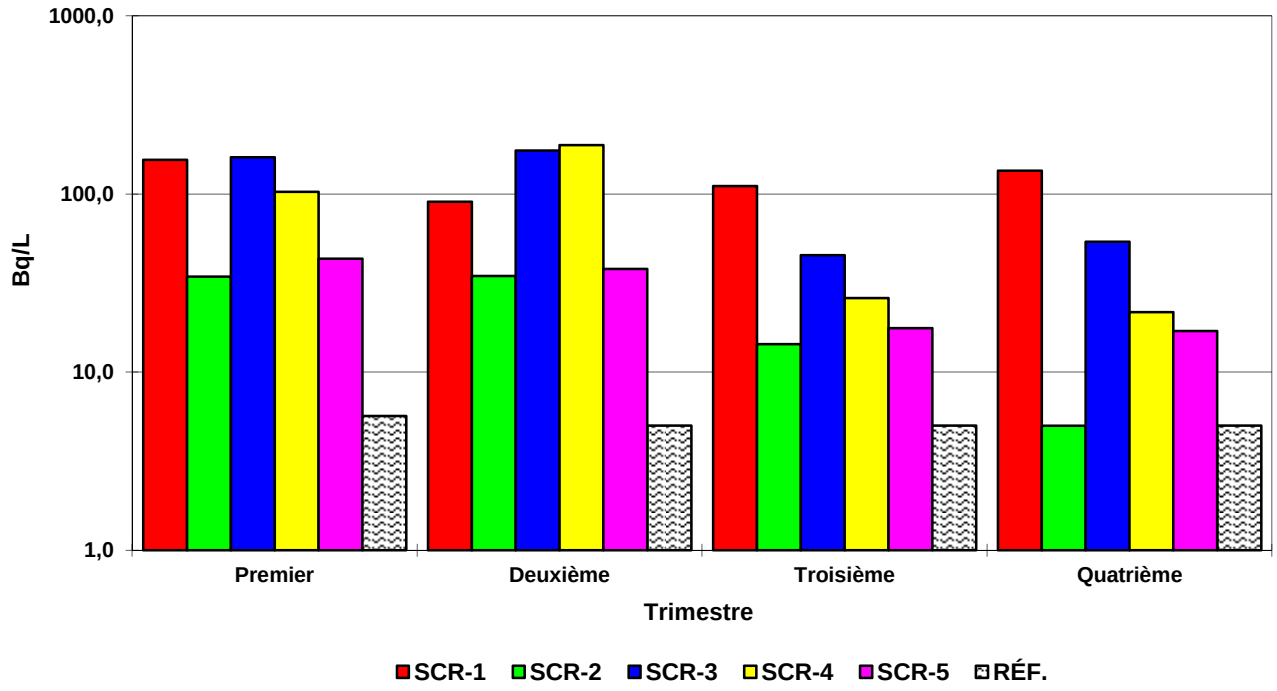
8.3 Surveillance de la qualité de l'eau

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 sur le site de la centrale et dans un environnement proche.

8.3.1 Précipitations

La figure 8-23 présente les valeurs moyennes trimestrielles des concentrations en tritium mesurées dans les précipitations (pluie ou neige) à cinq stations de contrôle de la zone rapprochée (< 2 km; SCR-1 à SCR-5; cartes A-1 et A-4 de l'annexe A) ainsi que pour la station de référence de Drummondville, pour l'année 2014. Sur une base liquide, les précipitations enregistrées au site de Gentilly ont varié, au cours de l'année 2014, de 52 mm aux mois de février et mai à 135 mm en juin.

Figure 8-23 : 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 2014



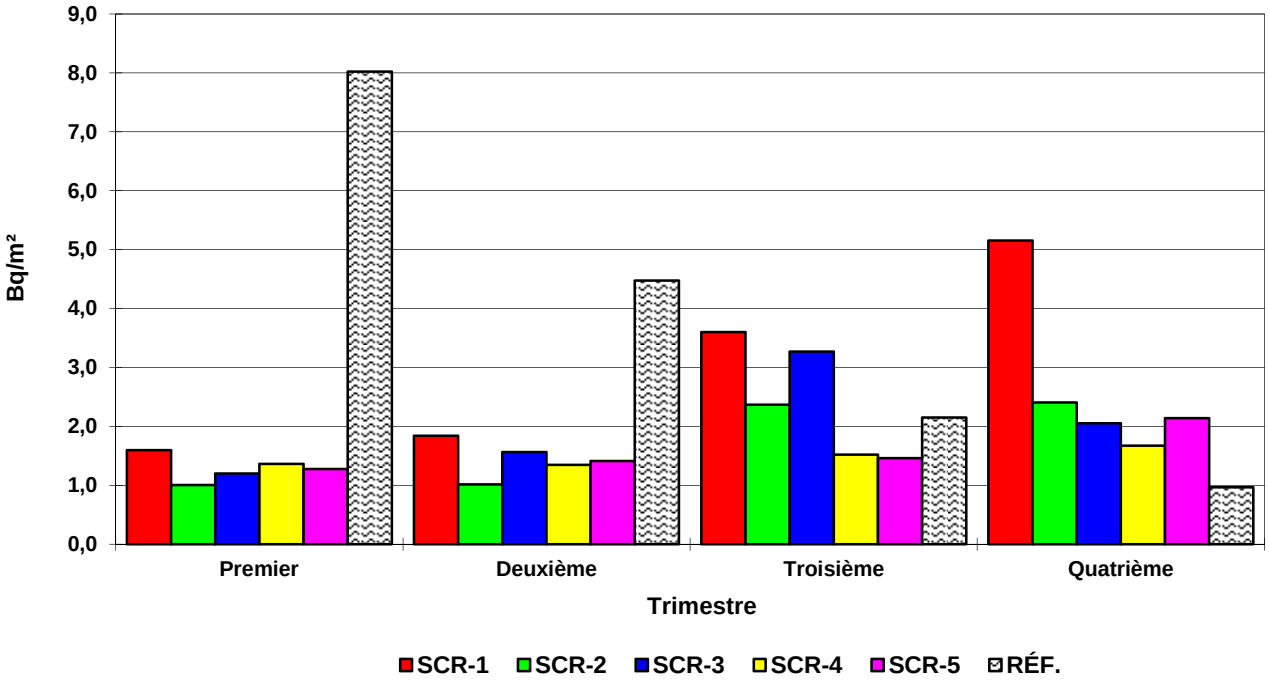
Sur l'ensemble des résultats obtenus des précipitations, pour ces stations de contrôle, la concentration trimestrielle moyenne maximale de tritium mesurée en 2014 s'élève à 188 Bq L^{-1} alors que les concentrations mesurées à la station de référence sont de l'ordre de 5 Bq L^{-1}. Cette valeur maximale a été mesurée au deuxième trimestre de l'année 2014, à la station SCR-4. Le résultat trimestriel moyen le plus faible a quant à lui été mesuré à 5 Bq L^{-1} à la SCR-2, au cours du dernier trimestre de l'année 2014. Cette station n'est pas dans l'axe des vents dominants et n'est pas située directement sur le site de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Les moyennes trimestrielles de la figure 8-23 pour l'année 2014 sont comparables à celles des années précédentes. Les variations observées sont dues à plusieurs facteurs, parfois difficiles à isoler les uns des autres, 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 de tritium émanant du principal point d'émissions est rapidement rabattu à faible distance, et ce à l'intérieur de la zone d'exclusion.

La figure 8-24 présente les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta-total dans les précipitations, aux mêmes stations de contrôle que celles présentées à la figure 8-23. L'activité bêta-total issue des précipitations est principalement liée aux

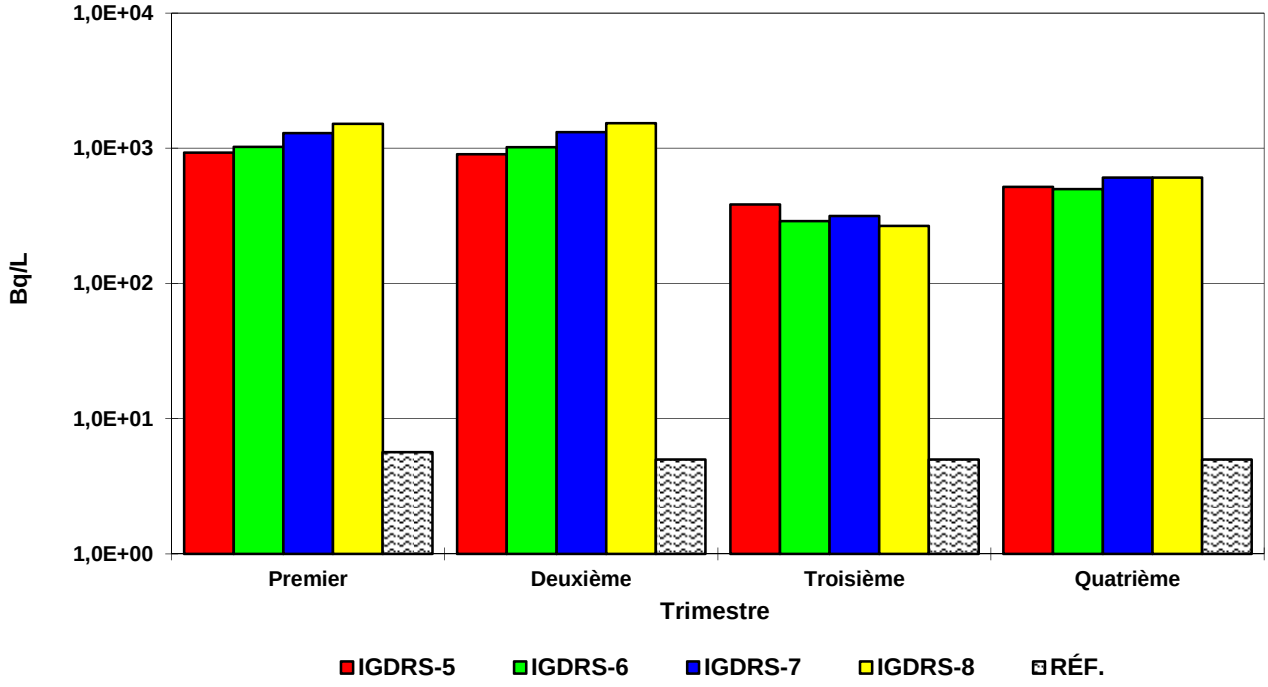
particules radioactives aéroportées par les vents et rabattues lors de précipitations. Le constat le plus évident découlant de l'analyse de la figure 8-24 est celui de l'activité plus élevée associée à la station de référence, au premier trimestre de l'année 2014. Cette valeur trimestrielle a été causée par une seule valeur mensuelle élevée, soit celle du mois de janvier, s'étant chiffrée à 15 Bq m^{-2}. À l'analyse de spectrométrie gamma du même échantillon, faite à la suite de l'atteinte d'un déclencheur d'une activité bêta-total supérieure à 10 Bq m^{-2}, seul le potassium-40 a été mesuré au-delà de la limite de détection propre à tous les radionucléides de la librairie des appareils. En ce qui a trait à la valeur moyenne du quatrième trimestre de la station SCR-1, aucune valeur mensuelle n'a été supérieure à 10 Bq m^{-2} au cours de ce trimestre.

Figure 8-24 : 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 2014



La figure 8-25 illustre les valeurs trimestrielles moyennes d'activité de tritium dans les précipitations pour les quatre stations ceinturant le périmètre clôturé de l'IGDRS (IGDRS-5 à IGDRS-8; carte A-6 de l'annexe A) et à la station de référence, pour l'année 2014. La grande proximité entre les stations de l'IGDRS explique les faibles variations d'activité en tritium, lorsque les concentrations mesurées ne proviennent que de la cheminée principale de la centrale nucléaire de Gentilly-2, comme il semble être le cas pour 2014. Advenant qu'une enceinte de l'IGDRS devienne elle-même une importante source de tritium, le schème deviendrait assurément tout autre.

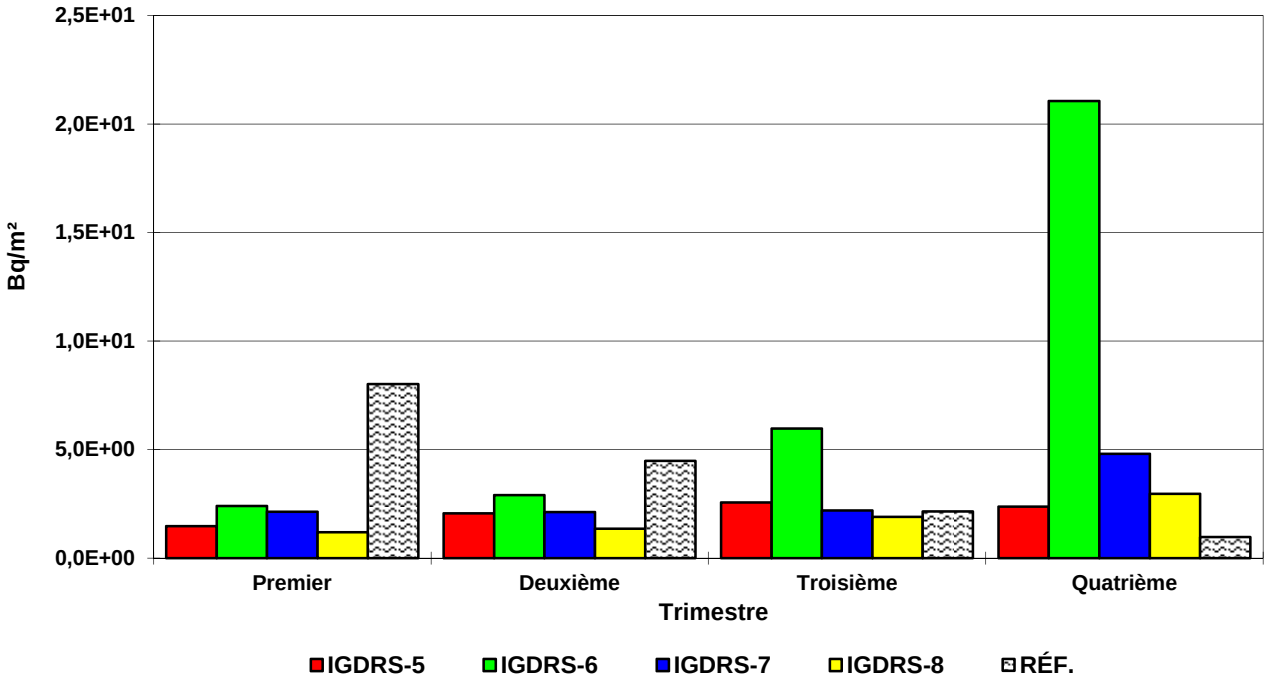
Figure 8-25 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2014



La valeur moyenne maximale en 2014 a été de 1 535 Bq L^{-1}, mesurée à la station IGDRS-8, au deuxième trimestre. La valeur la plus basse est aussi tirée de cette même station, au trimestre suivant, à 266 Bq L^{-1}.

La figure 8-26 illustre les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta-total dans les précipitations des quatre mêmes stations (IGDRS-5 à IGDRS-8) à proximité de l'IGDRS et de la station de référence, pour l'année 2014. La moyenne trimestrielle la plus élevée, soit 21,1 Bq m^{-2}, est tirée des valeurs de la station IGDRS-6, au quatrième trimestre. À l'instar de la station de référence pour le premier trimestre, une seule valeur mensuelle a été supérieure à 10 Bq m^{-2}, actuel déclencheur d'une spectrométrie gamma sur le même échantillon. De même, seul le potassium-40 a été mesuré au-delà de la limite de détection propre à tous les radionucléides de la librairie des appareils.

Figure 8-26 : 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 2014



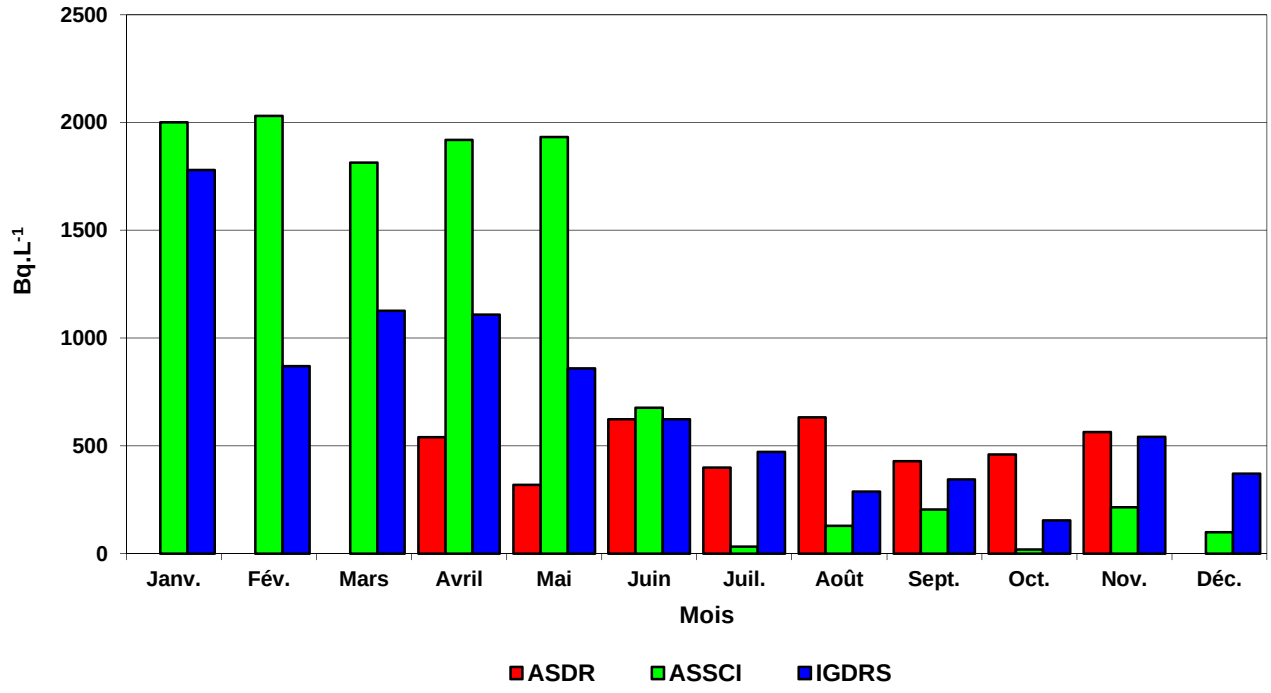
8.3.2 Eaux de surface

Les eaux de surface du site sont principalement alimentées par les précipitations et par la fonte des neiges, en période printanière. Elles sont par ailleurs prélevées dans des ruisseaux ou des zones de résurgence, lorsqu'elles sont disponibles. Les résultats d'analyses radiologiques mensuelles, et leur moyenne annuelle, 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 8-27, 8-28 et 8-29.

La description des regroupements constituant chacun des points d'échantillonnage illustrés aux figures 8-27, 8-28 et 8-29 compte, pour le point identifié ASDR, 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, le point est une moyenne des mesures faites à l'échantillonneur automatique et à la vanne guillotine (1520-V1). L'échantillonneur automatique prélève un échantillon directement dans la canalisation principale, dans laquelle se drainent tous les caniveaux aménagés entre les différentes enceintes de l'IGDRS. Les cartes A-1 et A-6 de l'annexe A présentent la localisation précise de ces points individuels. L'absence de certaines données est attribuable au fait que certains points d'échantillonnage puissent être secs ou gelés.

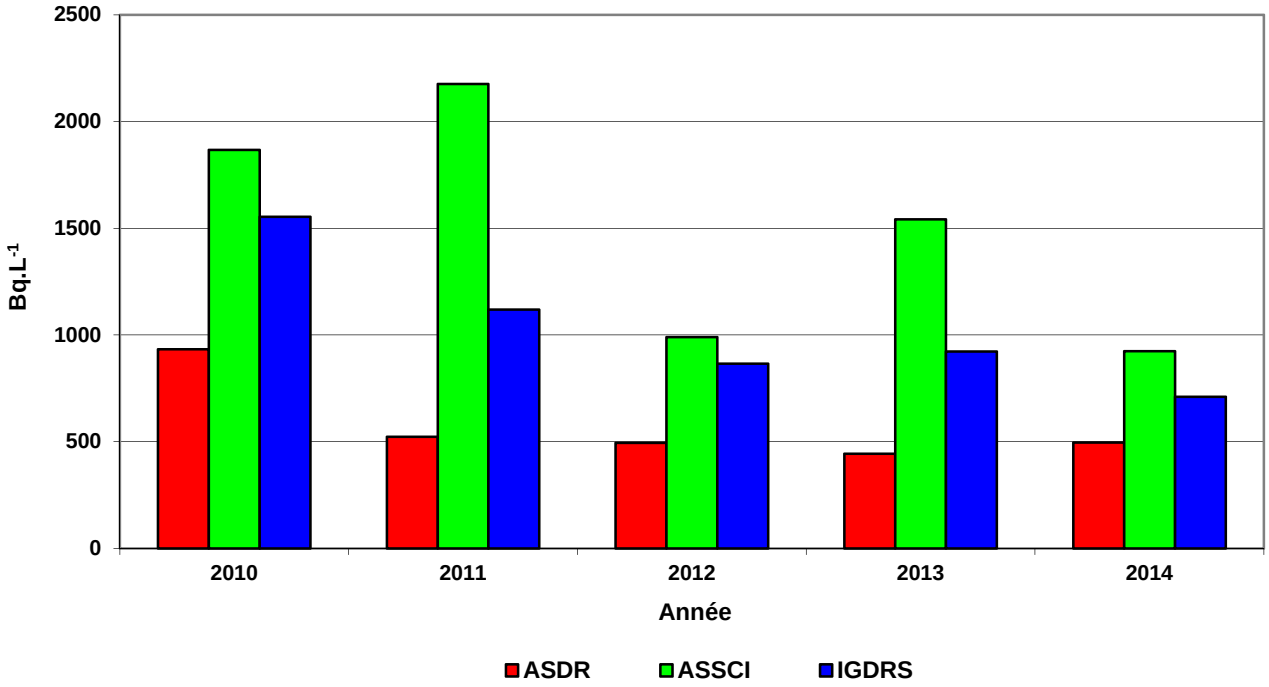
La figure 8-27 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage. En 2014, les valeurs ont varié de 19 Bq L^{-1} à l'ASSCI en octobre à 2 031 Bq L^{-1}, toujours à l'ASSCI, en février. À titre de mise en contexte, rappelons que l'actuelle concentration limite de tritium édictée au règlement provincial sur la qualité de l'eau potable est de 7 000 Bq L^{-1}. La variation saisonnière observée pour les premiers mois de l'année 2014 est celle qui se répète depuis déjà plusieurs années.

Figure 8-27 : 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 2014



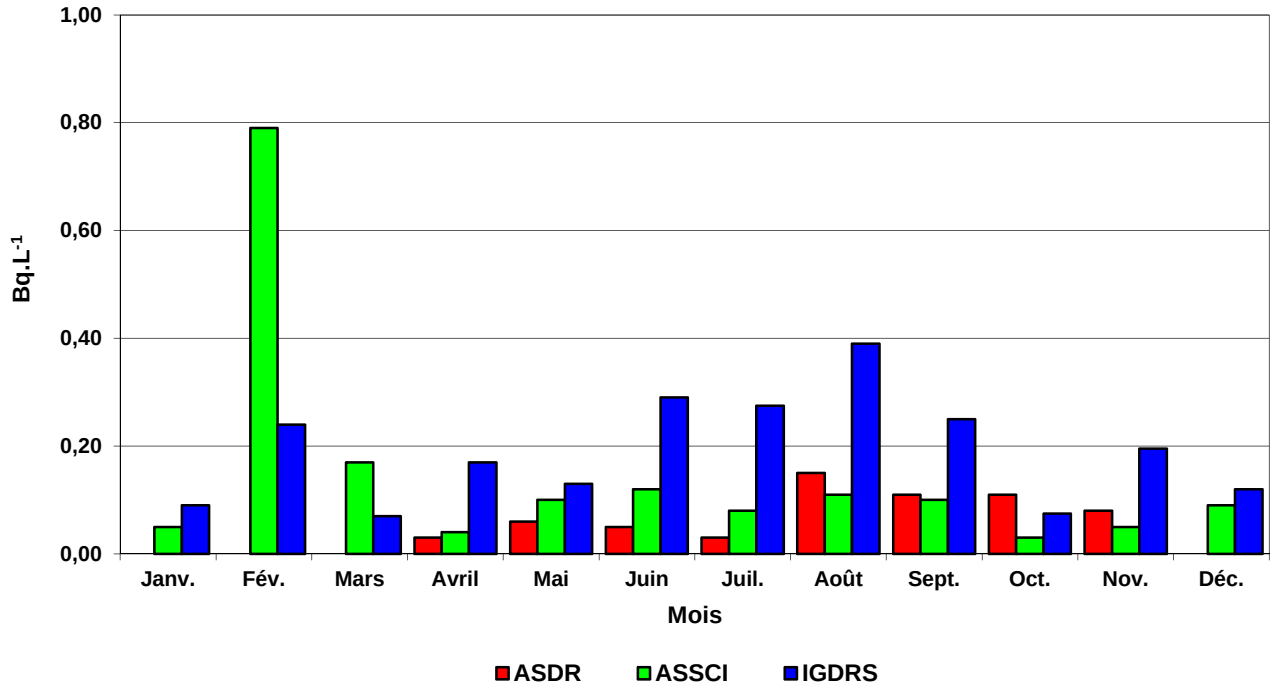
Les valeurs annuelles moyennes de l'activité en tritium des eaux de surface aux trois installations de stockage de déchets radioactifs et du combustible irradié paraissent à la figure 8-28. Comparativement à l'année précédente, les données de l'année 2014 indiquent une diminution significative, respectivement de 40 % et de 23 % pour l'ASSCI et l'IGDRS, alors qu'une faible augmentation, de l'ordre de 11 %, a été rapportée pour l'ASDR.

Figure 8-28 : 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 2010-2014



Les mesures mensuelles de l'activité bêta-total obtenues sur les prélèvements d'eau de surface sont présentées à la figure 8-29. Toutes les valeurs, pour l'année 2014, sont demeurées sous une concentration maximale de 0,79 Bq L^{-1}, laquelle a été mesurée à l'ASSCI au mois de février. Bien que cette valeur soit élevée par rapport aux valeurs des autres mois, ou par rapport à celles de l'IGDRS et de l'ASDR, elle demeure en deçà du critère déclencheur de 1 Bq L^{-1} du PSRE demandant une analyse additionnelle de spectrométrie gamma. Considérant la valeur de leur coefficient de partage respectif, la majorité des radionucléides habituellement présents ont une grande affinité avec les particules de sol et, par conséquent, n'ont pas tendance à demeurer dans l'eau de surface échantillonnée.

Figure 8-29 : Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014



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-7 de l'annexe A situe 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. D'ordinaire, trois campagnes de prélèvement sont prévues au programme de surveillance radiologique de l'environnement de Gentilly-2. En 2014, quatre campagnes ont exceptionnellement été réalisées, aux mois de juin, juillet, septembre et novembre. À la suite de la publication d'un résultat plus élevé que les valeurs usuellement rencontrées, au point B au mois de juin, de nouveaux échantillons ont été repris dès le mois de juillet pour chacun des trois points de ce volet du programme.

Parmi la série de résultats obtenus pour ces quatre campagnes menées en 2014, six ont été inférieurs à la LD (< 6 Bq L^{-1}). Au point B, logiquement le plus susceptible d'être affecté par les rejets radiologiques liquides de la centrale de Gentilly-2, les concentrations ont varié entre 54 Bq L^{-1} et 3 517 Bq L^{-1}. C'est cette dernière valeur du mois de juin qui a fait en sorte qu'un échantillonnage supplémentaire soit commandé. Pour le point C, soit celui impliquant une diffusion plus grande du panache radiologique en raison de sa localisation, la concentration maximale a été mesurée à 193 Bq L^{-1}.

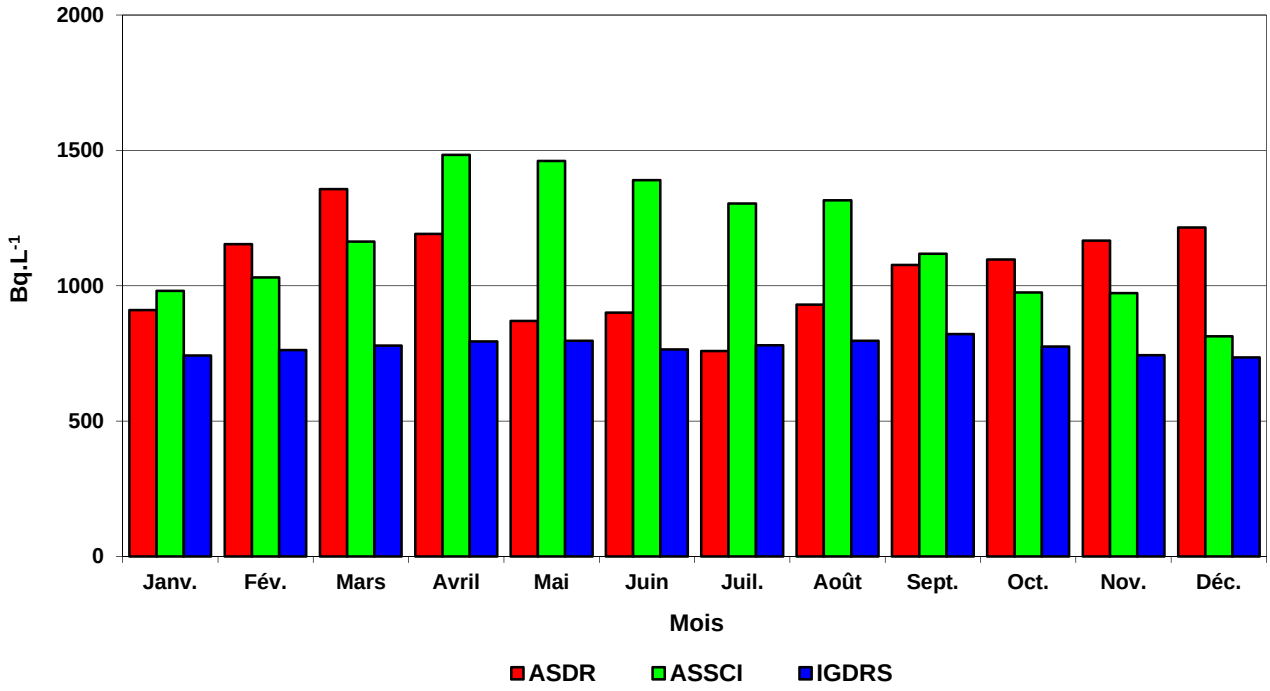
8.3.3 Eaux d'infiltration

Les eaux d'infiltration se situent dans la zone saturée, à même la portion meuble du sol, qu'elle soit composée de remblais ou de sol naturel. Puisque la mobilité des eaux dans ces sols est souvent très élevée, les teneurs en tritium qui y sont mesurées sont étroitement liées à celles des eaux de surface. Tel que discuté précédemment, les conditions climatiques peuvent aussi influencer les concentrations de tritium des eaux d'infiltration, tout comme les rejets atmosphériques de la centrale. Tous les résultats d'analyses radiologiques, en tritium et bêta-total dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, sont présentés aux figures 8-30, 8-31 et 8-32.

Les regroupements des points d'échantillonnage de chacune des séries de données des figures 8-30 et 8-31 (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-1 et A-6 de l'annexe A présentent l'emplacement précis de ces points d'échantillonnage.

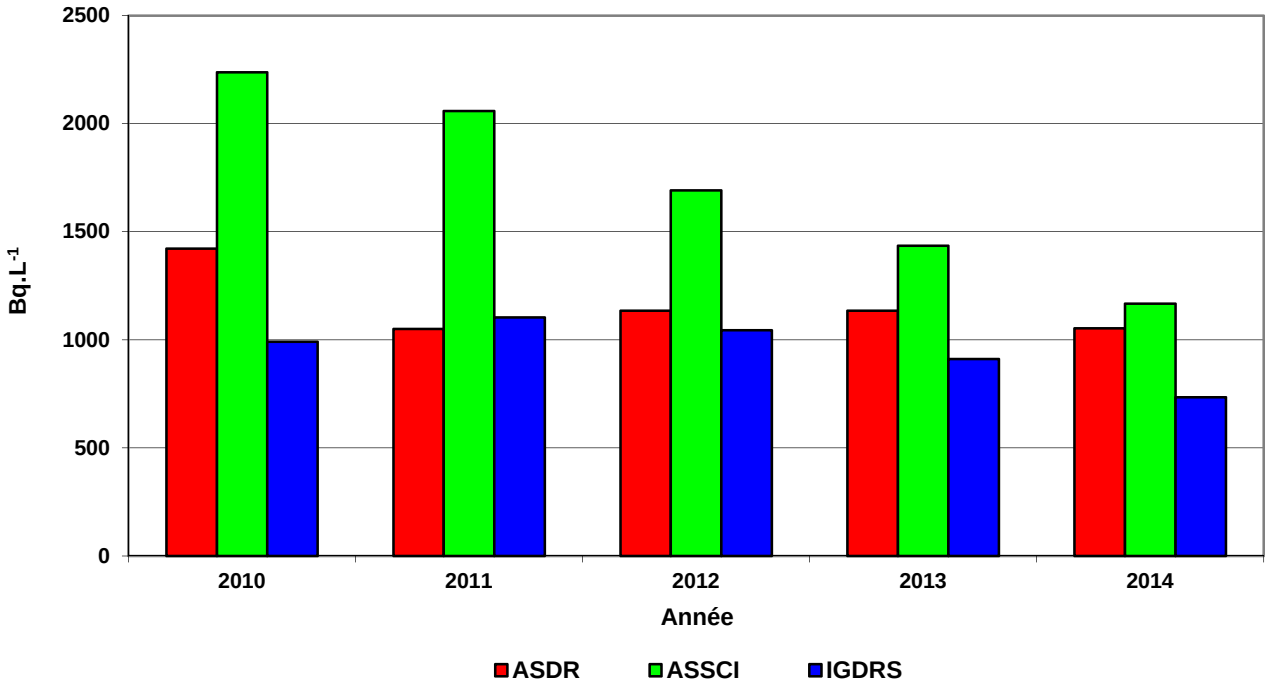
La figure 8-30 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée en 2014 aux différents points d'échantillonnage que comptent les trois installations de stockage de déchets radioactifs et de combustible irradié. Tout comme l'année précédente, la valeur moyenne la plus élevée de l'année 2014 a été mesurée à l'ASSCI, au mois d'avril (1 483 Bq L^{-1}). D'autre part, la valeur moyenne la plus faible a été mesurée à l'IGDRS, en décembre, à 735 Bq L^{-1}. La faible augmentation des valeurs des mois de mars et d'avril est vraisemblablement attribuable à l'infiltration et au ruissellement après la fonte des neiges accumulées à proximité des modules et des enceintes de stockage des déchets radioactifs, en plus d'être influencée par les rejets de la cheminée. Les valeurs moyennes maximales des deux autres installations ont été mesurées à 1 357 Bq L^{-1} pour l'ASDR au mois de mars et à 822 Bq L^{-1} pour l'IGDRS au mois de septembre. Dans l'ensemble, les moyennes mensuelles calculées pour l'IGDRS sont plus stables que celles mesurées à l'ASDR et à l'ASSCI.

Figure 8-30 : 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 2014



La figure 8-31 présente, pour les cinq dernières années, 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 2014 à celles de l'année précédente, on constate des diminutions appréciables pour les trois installations, variant de plus de 7 % à l'ASDR à plus de 19 % à l'IGDRS.

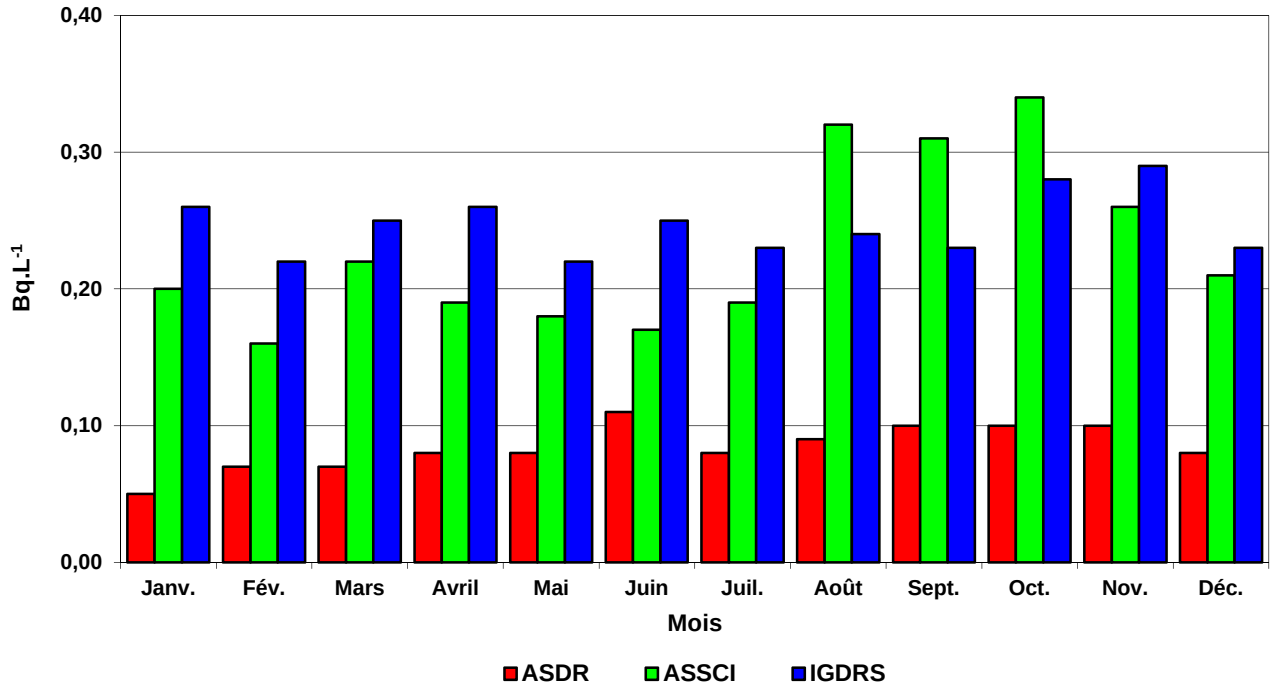
Figure 8-31 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



La surveillance de l'activité bêta-total de l'eau d'infiltration prélevée à proximité des installations est réalisée au moyen d'échantillons composites. L'évolution des concentrations mensuelles à l'ASDR, à l'ASSCI et à l'IGDRS est illustrée à la figure 8-32. Pour les trois séries de points de cette figure, les échantillons composites sont réalisés à partir des mêmes regroupements de points d'échantillonnage que ceux décrits aux valeurs moyennes d'activité de tritium à la sous-section précédente.

Au cours de l'année 2014, toutes les valeurs sont demeurées inférieures ou égales à une concentration de 0,34 Bq L^{-1}, cette dernière ayant été mesurée à l'ASSCI au cours du mois d'octobre. Toutes les autres mesures sont par ailleurs demeurées faibles et aucune analyse de spectrométrie gamma n'a été nécessaire sur ces échantillons.

Figure 8-32 : 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 2014



8.3.4 Eaux souterraines

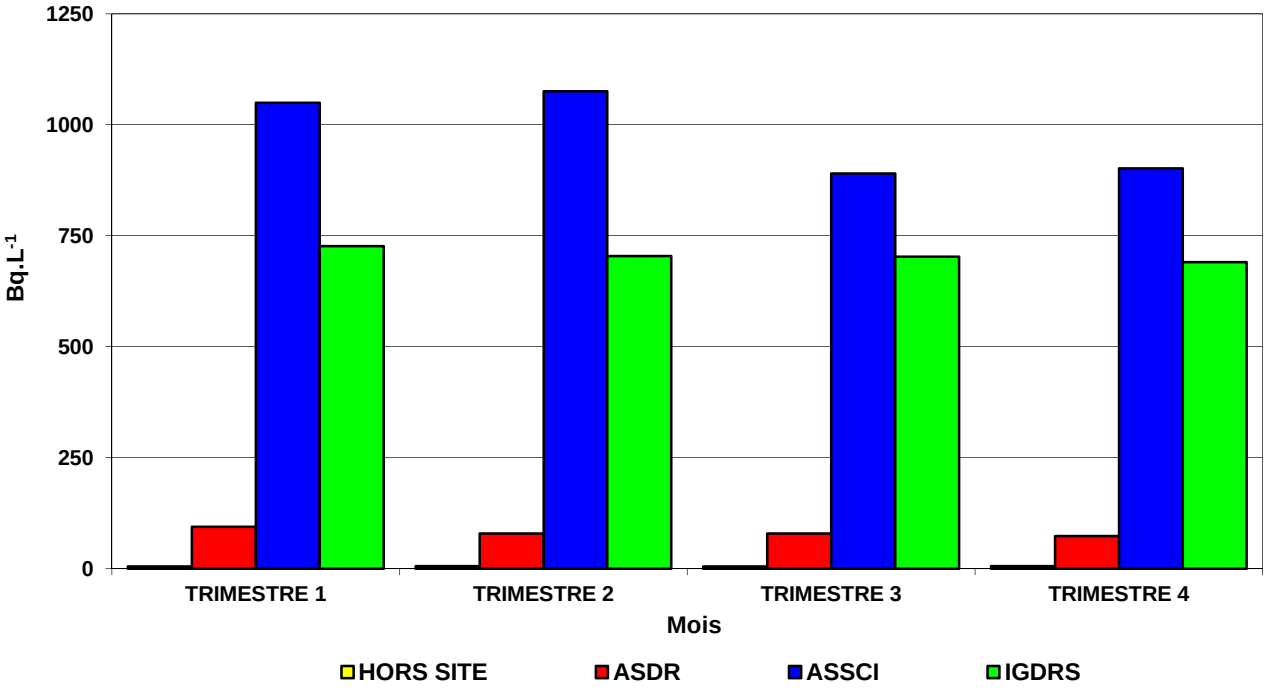
Le volet des eaux souterraines abordé dans cette section porte sur les eaux prélevées dans le roc profond ainsi que celles situées à l'interface du roc et des dépôts meubles. Ces eaux sont, sur le site de Gentilly-2, situées à des profondeurs moyennes variant entre 5 et 8 m et ont une mobilité plus faible que les eaux d'infiltration, expliquant notamment que les valeurs d'activité en tritium y soient moins élevées.

Les regroupements des points d'échantillonnage composant chacune des séries de données des figures 8-33 et 8-34 (hors site, ASDR, ASSCI et IGDRS) sont présentés ci-après. La série identifiée hors site intègre les 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, ce sont les 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. L'emplacement des points A'-5 et E-5 est illustré sur la carte A-4 de l'annexe A et celui des autres points, sur la carte A-1 de cette même annexe.

Les résultats d'analyse trimestrielle de la teneur en tritium dans les eaux souterraines hors site, présentés à la figure 8-33, sont tous inférieurs à la LD fixée à 6 Bq L^{-1}. Ces

valeurs démontrent notamment l'absence d'influence des rejets de la centrale sur les eaux des nappes phréatiques au-delà de la zone d'exclusion.

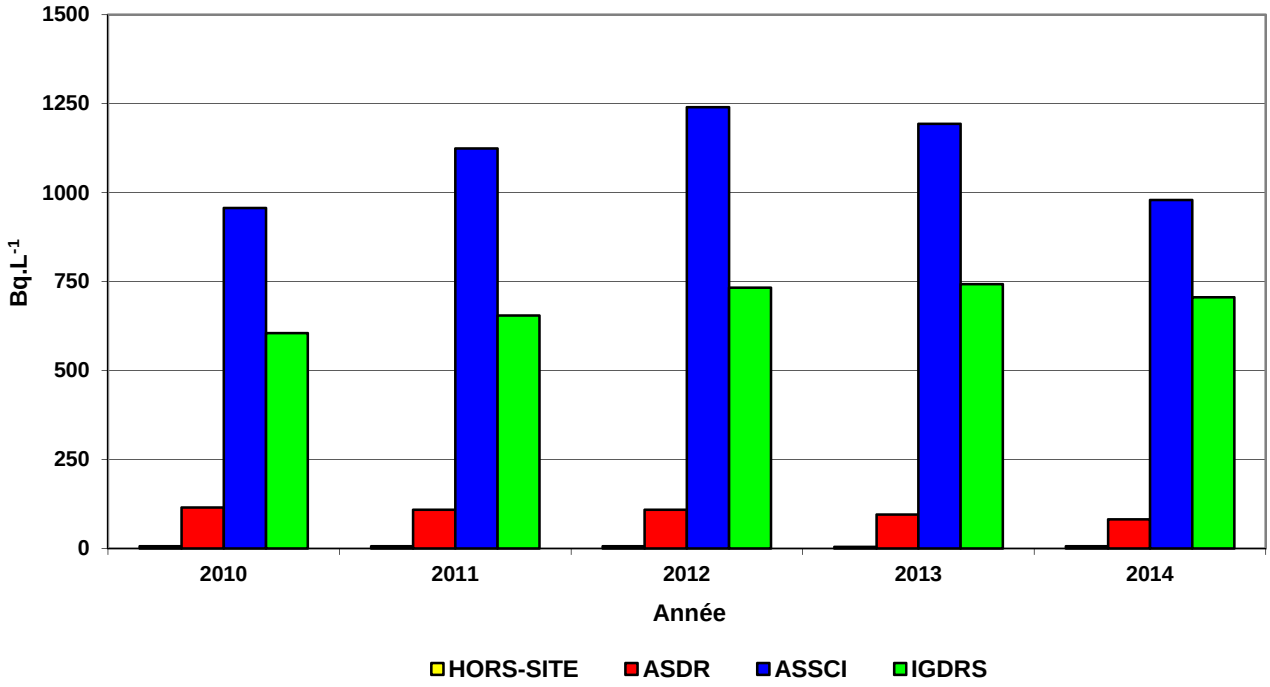
Figure 8-33 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour l'année 2014



Les concentrations de tritium dans les eaux souterraines, pour les trois installations de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, varient très peu sur de courtes périodes de temps que sont les récurrences trimestrielles. Les valeurs les plus élevées de ce volet de la surveillance radiologique sont celles mesurées à l'ASSCI, installation pour laquelle la valeur maximale a été de 1 075 Bq L^{-1} au deuxième trimestre de 2014.

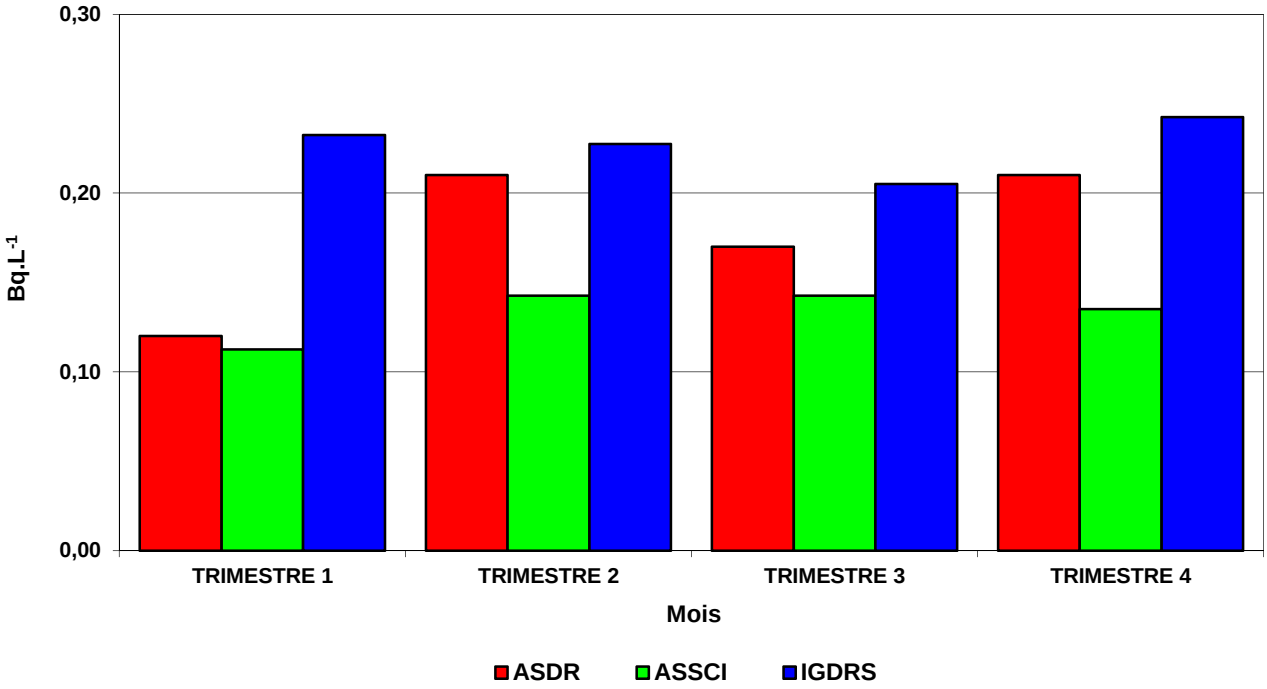
La figure 8-34 présente, pour une période couvrant les cinq dernières années, les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau souterraine à proximité de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors du site. En comparant les valeurs moyennes annuelles de l'année 2014 à celles de l'année précédente, on remarque là également des diminutions pour les trois regroupements que sont ceux des installations de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS. Ces trois variations à la baisse s'étalent de 5 % à l'IGDRS jusqu'à plus de 17 % à l'ASSCI.

Figure 8-34 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors site pour la période 2010-2014



Le suivi radiologique de l'activité bêta-total de l'eau souterraine prélevée autour des installations est également réalisé, toujours sur la base d'échantillons composites. Les moyennes trimestrielles de l'année 2014, pour l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS, sont illustrées à la figure 8-35. Toutes les valeurs recueillies au cours de l'année 2014 sont inférieures à une activité de 0,24 Bq L^{-1} mesurée à l'IGDRS au dernier trimestre. Pour les eaux souterraines, toutes les valeurs d'activité bêta-total sont sans grande variation dans le temps, mais également toutes de faible niveau. À ce titre, aucune valeur de l'année 2014 n'a atteint le critère déclencheur propre aux eaux souterraines, de 0,35 Bq L^{-1}, demandant une analyse additionnelle de spectrométrie gamma.

Figure 8-35 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

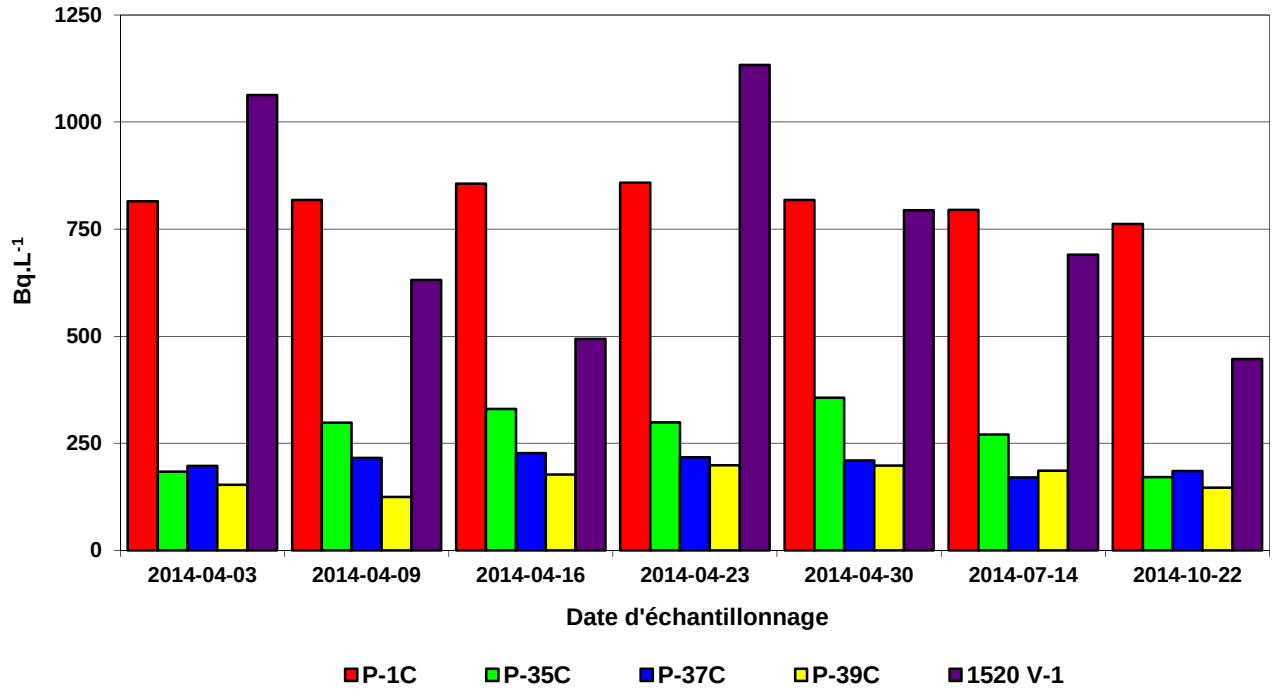


8.3.5 Eaux de fonte des neiges

Le lieu d'élimination de neige de la centrale de Gentilly-2, dûment autorisé par le MDDELCC, est aménagé au sud de l'IGDRS (carte A-3 de l'annexe A). Durant la période de fonte des neiges, l'échantillonnage des eaux de fonte se fait à l'horizon C de plusieurs points ceinturant le lieu d'élimination. D'une part, l'eau de ruissellement est prélevée à la vanne guillotine (1520-V1) de la digue tandis que les eaux d'infiltration le sont aux quatre piézomètres dont la partie perméable est située au niveau des dépôts meubles (P-1, P-35, P-37 et P-39). Ces points d'échantillonnage sont présentés à la carte A-3 de l'annexe A.

L'activité radiologique en tritium à ces différents points est présentée à la figure 8-36. Pour les eaux de surface, les concentrations de tritium ont varié entre 447 Bq L^{-1} et 1 133 Bq L^{-1}, à la vanne guillotine, alors que pour les eaux d'infiltration, elles ont plutôt varié de 170 Bq L^{-1} (P-37C) à 858 Bq L^{-1} (P-1C). Concernant les eaux de l'horizon C, les valeurs sont relativement stables au fil du temps, sous un seuil de concentration de 1 000 Bq L^{-1}, démontrant notamment que les eaux de fonte sont rapidement évacuées du bassin dans lequel elles sont drainées. Les concentrations relevées démontrent que l'influence principale de la fonte des neiges se situe au niveau des eaux de surface.

Figure 8-36 : Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface et dans l'eau souterraine (horizon C) lors de la fonte des neiges à la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014



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, de celui du secteur Gentilly de la ville de Bécancour et de la municipalité de Champlain, ainsi que dans un puits artésien d'une ferme de la rive sud du fleuve (secteur Gentilly). Les échantillons de référence sont quant à eux prélevés dans le système de distribution d'eau potable de la ville de Drummondville. Dans tous les échantillons prélevés en 2014 aux cinq sites, la concentration en tritium était inférieure au seuil de détection de 6 Bq L^{-1}.

L'activité bêta-total d'échantillons composites trimestriels prélevés à chacun des points d'échantillonnage a aussi été mesurée. La valeur maximale relevée a été de 0,15 Bq L^{-1} et a été mesurée dans l'échantillon prélevé au troisième trimestre dans le puits artésien de la ferme. Cette valeur est toutefois nettement inférieure à la valeur maximale acceptable selon la recommandation fédérale pour la qualité de l'eau potable, laquelle a été établie à 1 Bq L^{-1} (Santé Canada, 2010).

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-4 de l'annexe A). Deux fermes sont situées sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et les deux autres, sur la rive nord. En 2014, deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en avril et en octobre. Le tableau 8-1 présente les résultats mesurés dans les sols arables des quatre fermes.

Tableau 8-1 : Radioactivité mesurée dans les sols arables aux quatre fermes collaborant au PSRE pour l'année 2014

Radionucléides	Activité moyenne ($Bq\ kg^{-1}$)	Activité maximale ($Bq\ kg^{-1}$)
Tritium	12,5	10,2
Be-7	9,5	14,5
Cs-137	4,2	7,1
K-40	766,6	849,0

En ce qui concerne le tritium, son activité a été supérieure à la LD qu'à une occasion en 2014, soit en avril à la ferme F. R., où une valeur de 10,2 $Bq\ kg^{-1}$ a été mesurée. Des quatre fermes où des échantillons sont prélevés, la ferme F. R. est celle située le plus près de la centrale de Gentilly-2. Toutes les autres mesures d'activité en tritium ont été sous la LD, laquelle variait entre 0,9 et 1,9 $Bq\ kg^{-1}$.

D'autres radionucléides ont aussi été 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. Le béryllium-7 mesuré est d'origine cosmique alors que le potassium-40 est un des radionucléides les 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 2014 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-7 de l'annexe A. La station A, située à environ 1 km en amont de la prise d'eau de la centrale, est 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 située à environ 2 km en aval de la centrale, dans l'anse à Lemarier. En 2014, trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en juillet, en septembre et en octobre. Les résultats d'analyse des sédiments dynamiques sont présentés au tableau 8-2.

Tableau 8-2 : Radioactivité détectée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Radionucléides	Moyenne de l'activité mesurée (Bq kg^{-1})		
	A (amont)	B (aval)	C (aval)
^{7}Be	107	86,7	93
^{40}K	756,7	765	735,7
^{60}Co	2,1	245,7	0,8
^{54}Mn	< 0,39	< 1,5	< 0,96
^{94}Nb	< 0,35	1,8	< 0,86
^{95}Nb	< 0,51	1,8	< 1,2
^{95}Zr	< 0,75	< 2,5	< 1,8
^{124}Sb	< 0,37	< 1,2	< 0,94
^{125}Sb	< 0,87	3,9	< 2,1
^{137}Cs	6,5	13,6	6,0
^{153}Gd	< 0,70	< 1,6	< 1,2

Comme par les années passées, les concentrations des radionucléides étaient plus élevées dans les sédiments de la station B, située tout juste en aval de la centrale, que dans ceux des deux autres stations.

À la station B, du béryllium-7 (maximum 111 Bq kg^{-1}), du potassium-40 (maximum 816 Bq kg^{-1}), du cobalt-60 (maximum 427 Bq kg^{-1}), du niobium-94 (maximum 2,6 Bq kg^{-1}), du niobium-95 (maximum 2,4 Bq kg^{-1}), de l'antimoine-125 (maximum 6,5 Bq kg^{-1}) et du césium-137 (maximum 17,7 Bq kg^{-1}) ont été mesurés dans les sédiments. À la station A, les seuls radionucléides détectés en 2014 ont été le béryllium-7 (maximum 126 Bq kg^{-1}), le potassium-40 (maximum 803 Bq kg^{-1}), le cobalt-60 (maximum 5,4 Bq kg^{-1}) et le césium-137 (maximum 6,9 Bq kg^{-1}). Des résultats semblables ont été observés à la station C où les seuls radionucléides ayant des concentrations supérieures à la limite de détection ont été le béryllium-7 (maximum 133 Bq kg^{-}1), le potassium-40 (maximum 760 Bq kg^{-1}), le cobalt-60 (maximum 1,1 Bq kg^{-1}) et le césium-137 (maximum 7,4 Bq kg^{-1}).

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 retrouve par exemple 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-125 et le césium-137 sont néanmoins des radionucléides pouvant se retrouver dans les effluents liquides de la centrale de Gentilly-2, expliquant les concentrations plus élevées à la station B qu'aux deux autres stations. Toutefois, le fait que les concentrations dans les sédiments de la station C soient semblables à celles de la station A suggère que les radionucléides rejetés par les systèmes sont rapidement déposés sur le fond fluvial à proximité du canal de rejet, puis dispersés.

8.5 Surveillance de la faune et de la flore

Le PSRE de la centrale de Gentilly-2 prévoit la mesure de 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 au cours du mois de juin 2014 aux mêmes quatre fermes que celles retenues pour le programme de la surveillance du lait et du sol arable, soit les fermes R. L., J. N. L., F. R. et K. D. (carte A-4 de l'annexe A).

Sur l'ensemble des échantillons analysés en 2014, un seul avait une concentration en tritium supérieure à la LD, laquelle variait entre 1,5 et 4,6 Bq kg^{-1} de matières sèches, soit celui provenant de la ferme F. R., avec une concentration en tritium de 15 Bq kg^{-1}. Rappelons que la ferme F. R. est celle qui est située le plus près de la centrale de Gentilly-2.

Le potassium-40, le béryllium-7 et le carbone-14 sont des radionucléides retrouvés de façon systématique dans le fourrage des quatre fermes, leur moyenne en 2014 étant respectivement de 833 Bq kg^{-1}, 113 Bq kg^{-1} et 208 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). Quant au césium-137, une faible concentration, de 3 Bq kg^{-1}, a été mesurée dans l'échantillon prélevé à la ferme J. N. L. Dans les autres échantillons, la concentration du césium-137 était inférieure à la LD (0,81 Bq kg^{-1}).

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. L'emplacement de ces deux zones de récolte est présenté à la carte A-7 de l'annexe A. La première zone d'échantillonnage (PA-1) est située très près de l'entrée de l'ancienne station de pompage de la centrale de Gentilly-1. Cette station ne devrait pas être influencée par

les effluents radioactifs de Gentilly-2 puisqu'elle se trouve en amont du canal de rejet. La seconde zone d'échantillonnage (PA-2) est située à 2 km en aval de la centrale de Gentilly-2 (anse à Lemarier). Les résultats de l'échantillonnage réalisé en octobre 2014 sont présentés au tableau 8-3.

Tableau 8-3 : Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent récoltées près de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Radionucléides	Activité (Bq kg^{-1})	
	PA-1	PA-2
^{60}Co	< 0,55	1,0
^{137}Cs	1,1	1,6
^{40}K	489	673
^{131}I	3,5	3,3
^{95}Nb	< 0,61	< 0,64
^{14}C	250 Bq kg-C^{-1}	320 Bq kg-C^{-1}

Les résultats d'analyse révèlent des valeurs supérieures aux LD pour le cobalt-60 à la station en aval (PA-2), et aux deux stations pour le césium-137, le potassium-40, l'iode-131 et le carbone-14. À la station en aval, les concentrations de potassium-40 (673 Bq kg^{-1}) et de carbone-14 (320 Bq kg-C^{-1}) sont significativement plus élevées qu'à la station en amont, où les concentrations sont respectivement de 489 Bq kg^{-1} et de 250 Bq kg-C^{-1}.

Des traces d'iode-131 sont mesurées dans les plantes aquatiques des deux stations d'échantillonnage. Les concentrations mesurées sont d'un même ordre de grandeur que celles mesurées les trois années précédentes, tant en amont (entre 3,1 et 7,4 Bq kg^{-1}) qu'en aval (entre 1,7 et 6,3 Bq kg^{-1}). Compte tenu de sa courte période radioactive et de la date d'arrêt du réacteur, la présence actuelle de l'iode-131, notamment un produit de fission d'un réacteur CANDU, est plutôt liée à son utilisation à des fins médicales (Béland, 1995; Barbeau, 2009).

Le potassium-40 est naturellement présent 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 en amont et en aval de la centrale à des concentrations de 250 et 320 Bq kg-C^{-1}, respectivement. Ces valeurs sont pratiquement les mêmes que celles relevées en 2013, étant alors de 228 Bq kg-C^{-1} à PA-1 et de 320 Bq kg-C^{-1} à PA-2. Soulignons par ailleurs que le carbone-14 est 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 2 km de la centrale de Gentilly-2, dans l'anse à Lemarier (carte A-7 de l'annexe A). Les résultats d'analyse de l'échantillonnage réalisé en juin 2014 sont présentés au tableau 8-4.

Tableau 8-4 : 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 2014

Radionucléides	Activité (Bq kg^{-1})	
	Coquille	Chair
^{60}Co	< 0,10	0,23
^{137}Cs	< 0,10	< 0,17
^{40}K	2,6	16
^{131}I	< 0,48	< 0,75
^{95}Nb	< 0,15	< 0,23
^{14}C	363 Bq kg-C^{-1}	272 Bq kg-C^{-1}

Une activité en potassium-40 ainsi qu'en carbone-14 a été mesurée dans la coquille et dans la chair des mollusques alors qu'une activité en cobalt-60 a été mesurée que dans leur chair.

Les radionucléides mesurés en 2014 dans les mollusques sont ceux fréquemment rencontrés année après année et ce, à des niveaux d'activité comparables. Le cobalt-60 et le carbone-14 mesurés dans les tissus des mollusques sont directement liés aux rejets liquides de la centrale alors que le potassium-40 serait 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 2014, six pêches mensuelles ont été réalisées. Quatre pêches hivernales n'ont pu être effectuées 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, et deux pêches printanières n'ont pu être réalisée étant donné que le personnel n'était pas encore formé pour rencontrer les nouvelles exigences de sécurité nautique. Le tableau 8-5 présente les espèces pêchées dans le canal de rejet en 2014.

Tableau 8-5 : Espèces de poissons pêchées dans le canal de rejet de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

Mois	Nom commun	Nom scientifique
Janvier	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable car le canal de rejet était gelé.	
Février		
Mars		
Avril	Aucune pêche car le personnel n'était pas formé pour rencontrer les nouvelles exigences de sécurité nautique.	
Mai		
Juin	Bar blanc	*Morone chrysops*
	Doré jaune	*Sander vitreus*
	Meunier noir	*Catostomus commersonii*
Juillet	Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*
Août	Perchaudes	*Perca flavescens*
	Meunier noir	*Catostomus commersonii*
	Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*
Septembre	Doré noir	*Sander canadensis*
	Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*
Octobre	Grand brochet	*Esox lucius*
	Meunier noir	*Catostomus commersonii*
Novembre	Grand brochet	*Esox lucius*
Décembre	Centrale à l'arrêt. Pêche non réalisable car le canal de rejet était gelé.	

Une analyse de radioactivité (potassium-40, césium-137, bismuth-211, bismuth-214, plomb-211, plomb-212, carbone-14 et tritium) a été effectuée sur chaque poisson capturé. L'activité du potassium-40 (moyenne 127,9 Bq kg^{-1}), du carbone-14 (moyenne 616,5 Bq kg-C^{-1}) et du tritium (moyenne 2 106 Bq kg^{-1}) était, dans tous les poissons, supérieure à la LD alors que celle du césium-137 était supérieure à la LD seulement dans les barbues de rivière capturées en juillet et en août ainsi que dans les grand brochets capturés en novembre (moyenne 0,4 Bq kg^{-1}). Ces résultats sont semblables à ceux des années antérieures en ce qui concerne le potassium-40 (moyennes 2012 et 2013 : 123,1 et 124,8 Bk kg^{-1}) et le césium-137 (moyennes 2012 et 2013 : 0,76 et 0,79 Bq kg^{-1}). Par contre, alors que la moyenne du carbone-14 est plus élevée en 2014 (616,5 Bq kg-C^{-1}) qu'en 2012 et 2013 (respectivement, 337,1 et 432,5 Bq kg^{-1}), celle du tritium atteint en 2014 (2 106 Bq kg^{-1}) une valeur d'un autre ordre de grandeur que ce qui a été mesuré les années précédentes, les moyennes étant en 2012 de 124,5 Bq kg^{-1} et en 2013, de 176,2 Bq kg^{-1}. L'augmentation de cette valeur moyenne est constatée indépendamment de l'espèce de poisson, ou du moment de l'année. Hydro-Québec confirme par ailleurs qu'aucun changement n'a été apporté en 2014 en ce qui a trait à la méthode de séchage de l'échantillon ou d'analyse de laboratoire.

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. et K. D.) (carte A-4 de l'annexe A), des légumes (secteur Bécancour de la ville de Bécancour), des fruits (secteur Sainte-Gertrude de la ville de Bécancour; sud-ouest de la centrale), de l'eau d'érable et du sirop d'érable (secteur Bécancour de la ville de Bécancour).

L'analyse radiologique du lait de vache est un volet important du PSRE de la centrale de Gentilly-2. Comme en 2012 et 2013, le tritium et le carbone-14 ont été analysés mensuellement aux quatre fermes suivies, dans des échantillons composites formés d'échantillons prélevés à toutes les semaines, sauf pour les mois de janvier à octobre, à la ferme R. L., où un ou deux échantillons par mois n'étaient pas disponibles, ainsi qu'au mois d'août à la ferme J. N. L., l'échantillon du 12 août n'étant pas disponible. Il est par ailleurs convenu que si une concentration en tritium supérieure à 100 Bq L^{-1} venait à être mesurée dans un échantillon composite, des analyses radiologiques seraient réalisées sur les échantillons unitaires pendant une période minimale d'un mois.

En ce qui concerne les analyses des émetteurs gamma, elles ont été faites à toutes les semaines sur des échantillons composites formés d'échantillons provenant de trois ou quatre des fermes suivies.

En 2014, la concentration en tritium et en carbone-14 des échantillons composites de lait n'a jamais été supérieure à 21 Bq L^{-1} et 10 Bq L^{-1}, respectivement. Ces valeurs, très faibles, sont comparables à celles mesurées en 2013, celles-ci n'excédant jamais 27 Bq L^{-1} pour le tritium et 18 Bq L^{-1} pour le carbone-14.

En ce qui concerne les émetteurs gamma, en 2014, les concentrations en iode-131 et en césium-137 n'ont jamais été supérieures aux seuils de détection (< 0,14 Bq L^{-1} et 0,11 Bq L^{-1}, respectivement). Quant au potassium-40, il a été mesuré dans tous les échantillons composites, à des concentrations se situant entre 1 730 et 2 050 mg L^{-1}. Ces résultats sont aussi comparables à ceux obtenus en 2013, alors que les concentrations en iode-131 et en césium-137 étaient, à une exception près, toujours inférieures aux seuils de détection, et que la concentration maximale en potassium-40 était de 1 970 mg L^{-1}.

En 2014, l'analyse radiologique des choux a été réalisée le 20 août, celle des carottes et des tomates, le 4 septembre et celle des pommes, le 23 septembre. Dans tous ces fruits et légumes, la concentration en tritium, en césium 137 et en cobalt-60 était

toujours inférieure aux seuils de détection (< 5 Bq kg^{-1}, 0,42 Bq kg^{-1} et 0,58 Bq kg^{-1}, respectivement). Certains radionucléides, non associés aux rejets de la centrale, ont toutefois été détectés, soit du béryllium-7, à des concentrations variant entre 2,2 Bq kg^{-1} (carottes) et 10,4 Bq kg^{-1} (pommes); du potassium-40, à des concentrations se situant entre 262 Bq kg^{-1} (pommes) et 1 940 Bq kg^{-1} (tomates); et du carbone-14, à des concentrations se situant entre 208 Bq kg^{-1} (pommes) et 243 Bq kg^{-1} (tomates). Les résultats des analyses radiologiques faites en 2014 sur ces fruits et légumes sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus en 2012 et 2013.

Finalement, des analyses de tritium dans de l'eau d'érable récoltée le 4 avril 2014 et d'émetteurs gamma dans du sirop d'érable fait pendant la même période ont été réalisées. La concentration en tritium dans l'eau d'érable était inférieure au seuil de détection (< 6 Bq L^{-1}). Toutefois, du potassium-40 ainsi que du césium-137 ont été mesurés dans le sirop d'érable, à des concentrations respectives de 101 et 4,2 Bq kg^{-1}. Ces résultats sont, une fois de plus, semblables à ceux obtenus les années précédentes.

8.7 Données météorologiques

La figure 8-37 résume l'ensemble des relevés d'origine et de vitesse des vents du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014, à la tour météorologique instrumentée, située à la limite sud de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A). La figure 8-38 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 8-37 et 8-38 se trouvent à une hauteur de 37 mètres, hauteur équivalente à celle de la cheminée principale de la centrale de Gentilly-2, le principal point d'émissions atmosphériques.

La rose de l'origine des vents de l'année 2014 (figure 8-37) et celle récapitulant la période 2010-2014 (figure 8-38) présentent des patrons de vent quasi identiques. Les vents calmes de vitesse inférieure à 2 km h^{-1}, et ce sans égard aux cadrans d'origine, ont par contre été légèrement moins soutenus au cours de l'année 2014, en comparaison de l'occurrence moyenne des cinq années précédentes.

Les occurrences liées aux quelques cadrans des origines de vents pouvant disperser les effluents atmosphériques de la centrale de Gentilly-2 en direction du lieu de résidence des membres identifiés comme étant représentatifs de la population ont été, en 2014, légèrement plus élevés que l'année précédente, en hausse de quelque 11 %. Outre cette constatation importante, la différence la plus marquée en comparaison des deux dernières années implique les vents d'origine est-nord-est, en baisse de près de 25 %.

Figure 8-37 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2014

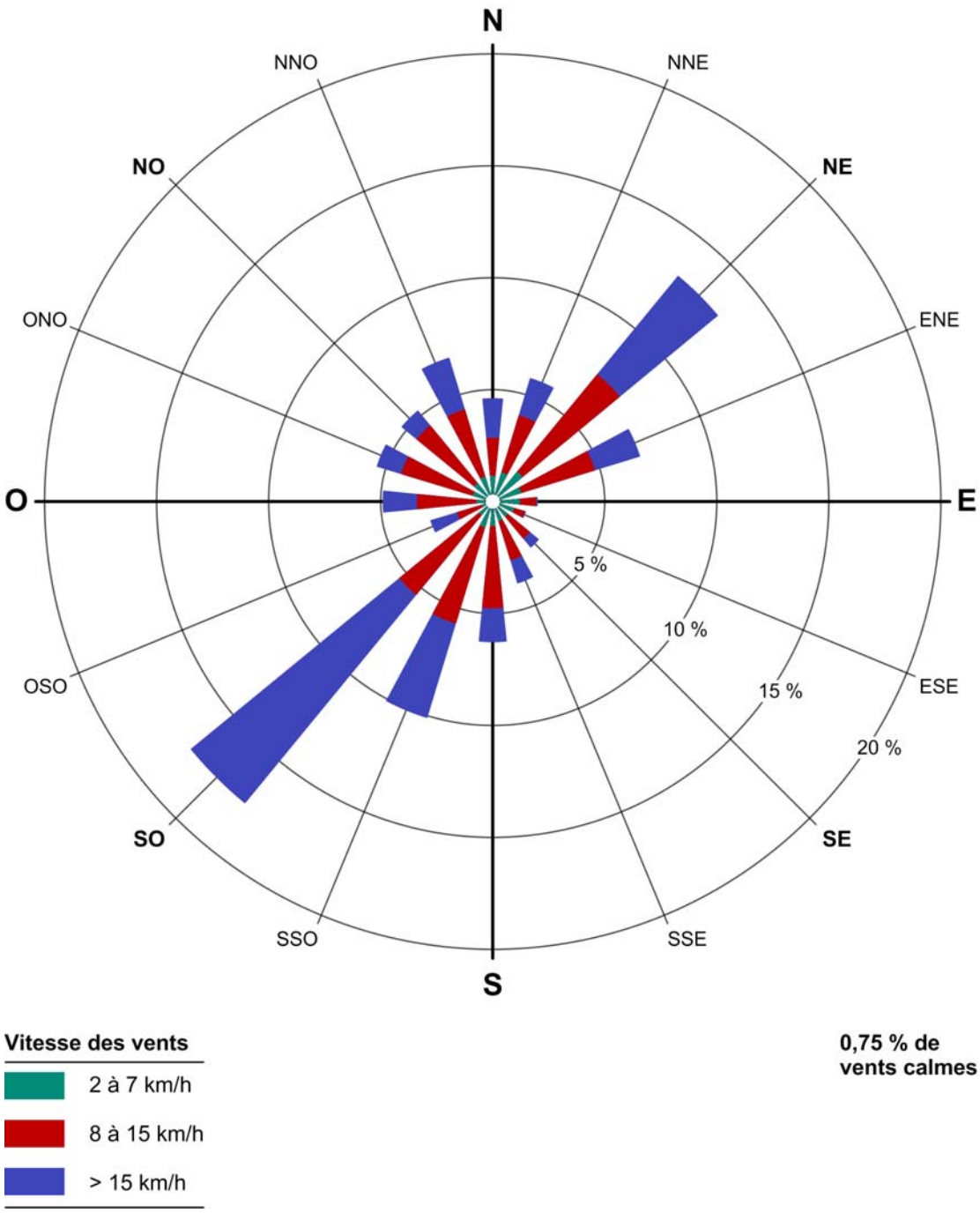
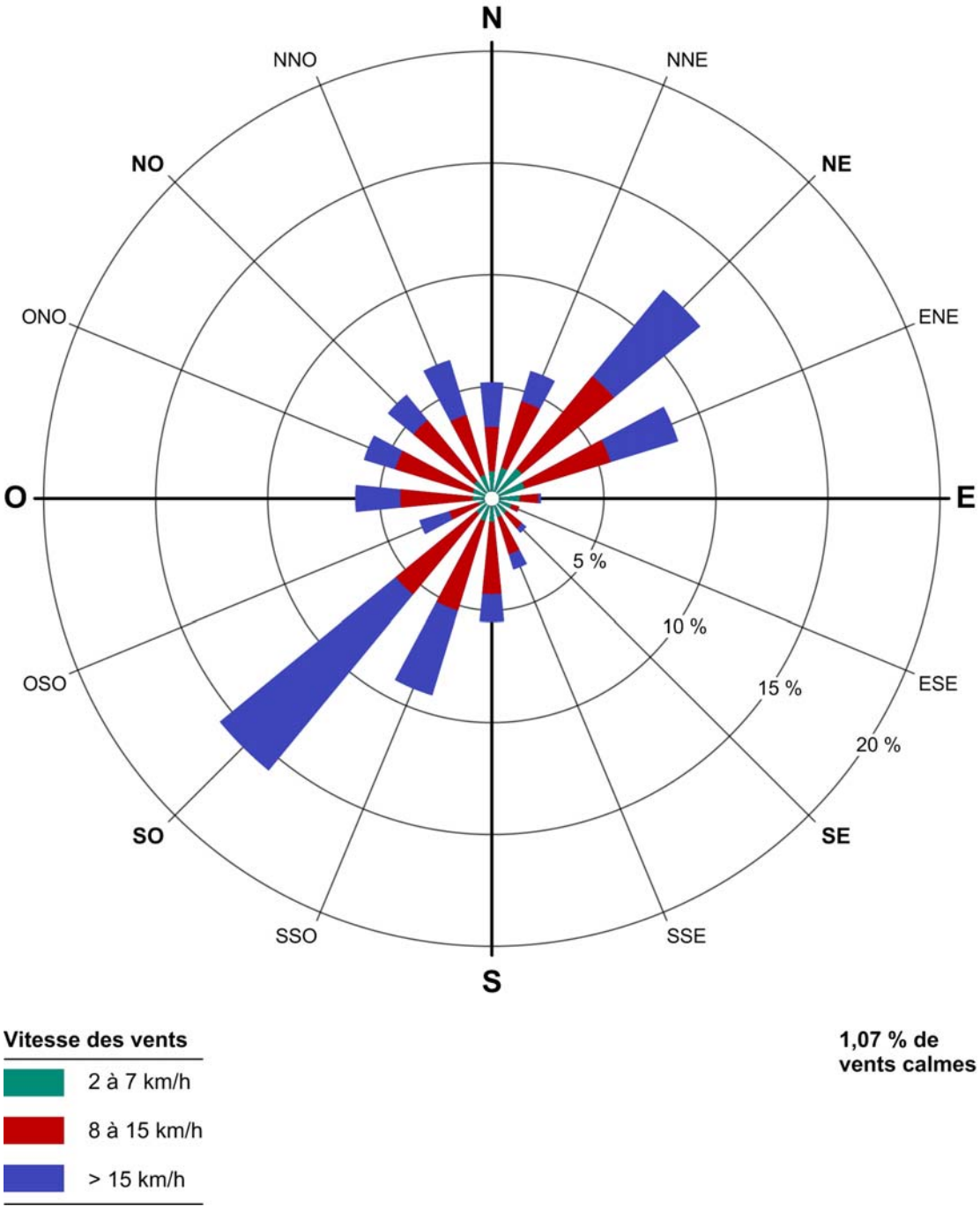


Figure 8-38 : Rose de l'origine des vents au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



En ce qui a trait à la justesse et la disponibilité des données représentées à la rose d'origine des vents de l'année 2014, février semble être le seul mois où la girouette ait été gênée par une accumulation de verglas, sur de courtes périodes. Les autres interruptions de collecte des données à souligner pour l'instrumentation de la hauteur de 37 mètres sont celles survenues en juillet et en octobre pour des entretiens, des calibrations et le remplacement du module d'acquisition de données. Finalement, la défectuosité d'un module électronique interne a fait en sorte que des données aient été définitivement perdues à partir du 26 décembre, tôt en journée. Par ailleurs, les données de l'année 2015 n'ont vraisemblablement pas été affectées par cette panne.

L'analyse des deux roses d'origine des vents, annuelle 2014 et récapitulative de la période 2010-2014, confirme à nouveau le statut de vents dominants à ceux soufflant dans l'axe sud-ouest–nord-est. Les vents de ces deux origines suivent de près le couloir de vents calqué sur l'axe d'écoulement du fleuve Saint-Laurent.

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 stations de contrôle, représentant autant de points cardinaux et de localisations. La concentration (C) d'un radionucléide ainsi diffusé dans l'air ambiant, à une certaine distance d'un point d'émissions, tel que la cheminée principale, est calculée par une relation sous la forme :

$$C = K_a \bullet Q$$

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

La figure 8-39 présente, pour les années 2010 à 2014, les différents coefficients de dispersion estimés pour chacune des sept stations de contrôle localisées dans un rayon variant de 2 à 15 km de la centrale nucléaire de Gentilly-2, rayon mesuré à partir de la cheminée principale (carte A-4 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. Tel que discuté à la section 8.2.2, les données utilisées pour l'estimation des coefficients de dispersion de l'année 2014 ont été corrigées afin d'exclure toute donnée associée à la contamination croisée des cartouches de charbon activé, installées en amont des tamis moléculaires sur chacun des montages utilisés à l'échantillonnage du tritium atmosphérique. Pour l'année 2014, outre les quatre valeurs mensuelles associées à la station de référence de Drummondville, ce sont 23 autres valeurs mensuelles de concentration de tritium atmosphérique qui ont ainsi été retirées des intrants servant à l'estimation des coefficients de dispersion.

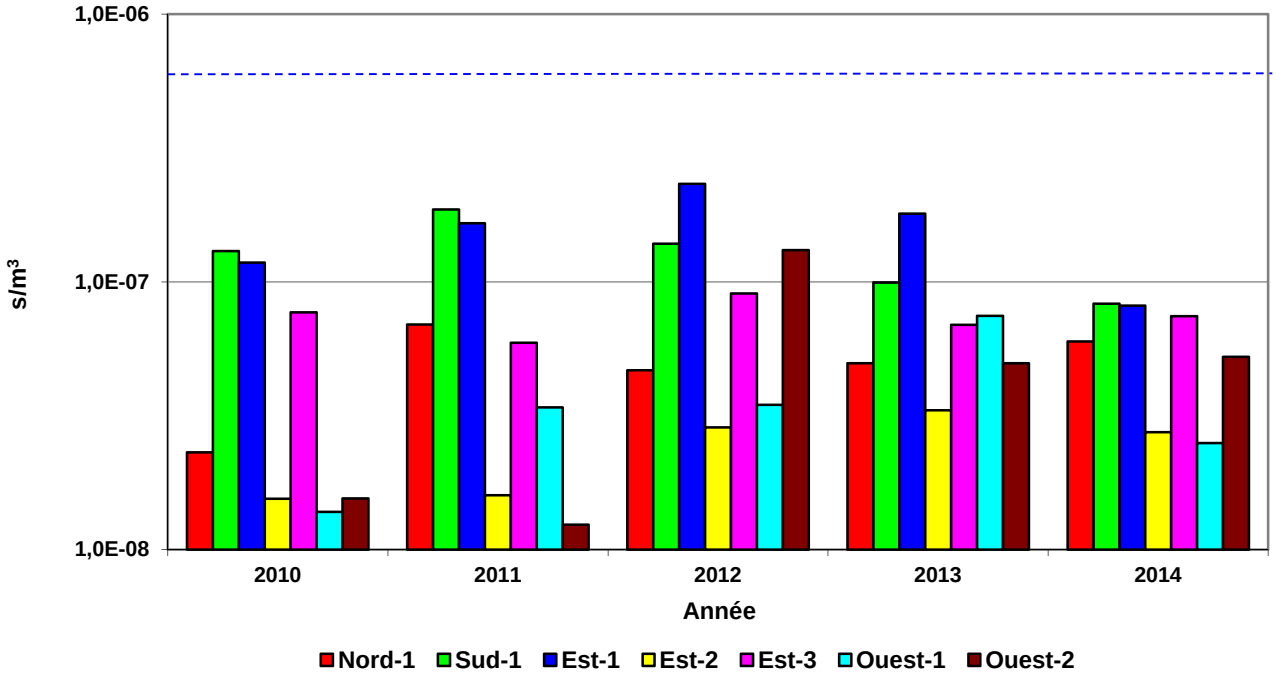
En 2014, la valeur la plus élevée du coefficient de dispersion est celle du point Sud-1. Rappelons qu'il s'agit de la même station de contrôle radiologique dont sont issues plusieurs données qui sont ensuite intégrées aux différentes voies d'exposition des membres représentatifs de la population, anciennement appelés le groupe critique.

À ce sujet, ce groupement de population servant de référence pour l'estimation de la dose annuelle à la population, conséquente de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, est jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux différents rejets de la centrale. Les individus de ce groupement résident réellement à la ferme F. R. située au point Sud-1 (carte A-4 de l'annexe A).

Pour l'année 2014, le facteur de dispersion obtenu à ce point était de $8{,}28 \times 10^{-8}$ s m^{-3}. À titre de comparaison, c'est plutôt une valeur de $3{,}72 \times 10^{-7}$ s m^{-3} qui fut considérée à la modélisation soutenant les calculs des LOD de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2011b).

Afin de bien distinguer ces deux dernières valeurs, un tireté bleu a été ajouté à la figure 8-39. Elle indique concrètement ce coefficient de dispersion intégré aux calculs des LOD. Le fait d'avoir retenu cette valeur théorique plutôt qu'un facteur de dispersion estimé à partir des mesures faites au point Sud-1 implique une marge de sécurité supplémentaire puisque pour établir les limites maximales de rejets de chacun des radionucléides susceptibles d'être émis à la centrale de Gentilly-2, la dispersion environnementale est théoriquement minimisée, augmentant du coup les concentrations qui pourraient être mesurées à la ferme F.R.

Figure 8-39 : Coefficients moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour la période 2010-2014



9 Estimation de la dose aux membres représentatifs de la population

Tel que mentionné à la section 8.2.2, la dose de rayonnement aux membres représentatifs 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 de l'ensemble des émissions radioactives intègre toutes les informations liées aux différents modes d'exposition humaine, aux habitudes de consommation, aux vecteurs de dispersion, aux données météorologiques réellement mesurées au site de la centrale durant l'année, aux 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 des autres centrales nucléaires canadiennes.

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 demeure toujours celle de la ferme exploitée au point Sud-1 (carte A-4 de l'annexe A) et ses habitudes de consommation sont toujours celles d'une agriculture de subsistance.

Puisqu'en 2014, une revue complète des processus de laboratoire menant à la production de données environnementales a clairement identifié la source d'une contamination croisée impliquant des valeurs anormalement élevée de tritium atmosphérique, une estimation de la dose annuelle a été réalisée en utilisant des valeurs mensuelles moyennes en remplacement des valeurs erronées. Cette situation est applicable pour le point Sud-1, pour les mois de février, mars, avril et août 2014.

9.2 Doses par voies d'exposition

Une des différences notables liées à l'utilisation de la méthode d'estimation de la dose de rayonnement à la population, par l'entremise d'une modélisation par le progiciel IMPACT 5.4.0, est que ce modèle intègre toutes les fractions de dose,

mêmes minimes, liées à l'exposition humaine à tous les radionucléides émis dans l'environnement lors de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

En comparaison, l'ancienne méthode dite « rétrospective », ne considérait que les deux radionucléides les plus prépondérants, soit le tritium et le carbone-14.

En 2014, la dose annuelle maximale associée aux membres les plus représentatifs de la population, découlant de l'exploitation des installations de la centrale nucléaire de Gentilly-2, est estimée à 4 µSv. Cette valeur a été rendue par le modèle IMPACT 5.4.0, paramétré pour le groupe récepteur de la ferme Sud-1. Elle est par ailleurs liée à l'exposition d'un enfant d'un an d'âge.

La contribution de chaque radionucléide, par voie d'exposition, apparaît au tableau 9-1.

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

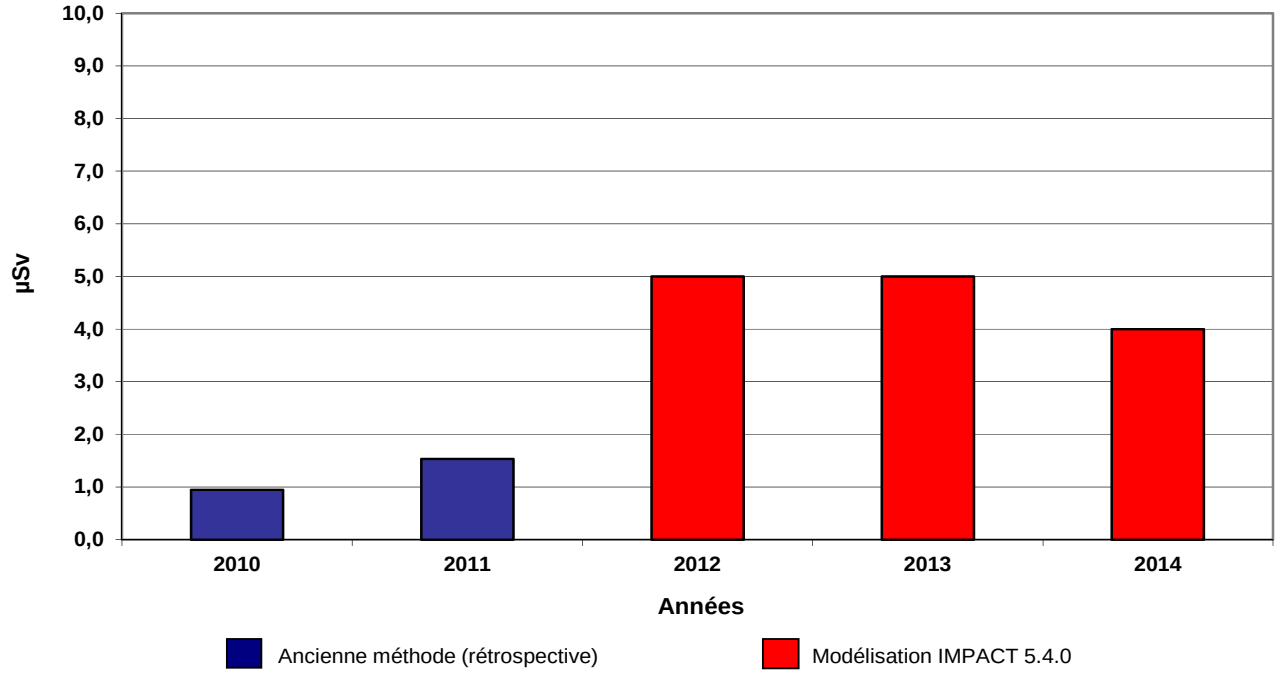
Individu	Voie d'exposition	Dose modélisée (Sv a^{-1})					Dose totale[a] (µSv a^{-1})
		HTO	^{14}C	Gaz rares	^{131}I	^{60}Co	
Adulte	Immersion – air	0	1.96E-13	1.46E-11	0	3.27E-15	3
	Inhalation	1.49E-07	2.41E-10	0	0	1.22E-13	
	Dépôt – sol	0	0	0	0	4.78E-11	
	Ingestion - animaux terrestres	9.59E-08	1.66E-06	0	0	1.05E-12	
	Ingestion - plantes terrestres	2.36E-07	7.22E-08	0	0	9.42E-13	
	Ingestion - animaux aquatiques	2.97E-12	6.79E-11	0	0	2.04E-14	
	Total	4.81E-07	1.73E-06	1.46E-11	0	5.00E-11	
Enfant 10 ans	Immersion – air	0	1.96E-13	1.46E-11	0	3.27E-15	3
	Inhalation	1.74E-07	3.38E-10	0	0	1.71E-13	
	Dépôt – sol	0	0	0	0	4.78E-11	
	Ingestion - animaux terrestres	1.18E-07	2.44E-06	0	0	3.41E-12	
	Ingestion - plantes terrestres	1.60E-07	5.52E-08	0	0	1.50E-12	
	Ingestion - animaux aquatiques	1.60E-12	3.92E-11	0	0	2.76E-14	
	Total	4.52E-07	2.49E-06	1.46E-11	0	5.30E-11	
Enfant 1 an	Immersion – air	0	1.96E-13	1.89E-11	0	4.25E-15	4
	Inhalation	1.29E-07	2.49E-10	0	0	1.35E-13	
	Dépôt – sol	0	0	0	0	6.22E-11	
	Ingestion - animaux terrestres	1.47E-07	2.92E-06	0	0	4.96E-12	
	Ingestion - plantes terrestres	1.44E-07	4.54E-08	0	0	1.45E-12	
	Ingestion - animaux aquatiques	9.88E-13	2.31E-11	0	0	1.99E-14	
	Total	4.20E-07	2.96E-06	1.89E-11	0	6.88E-11	

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

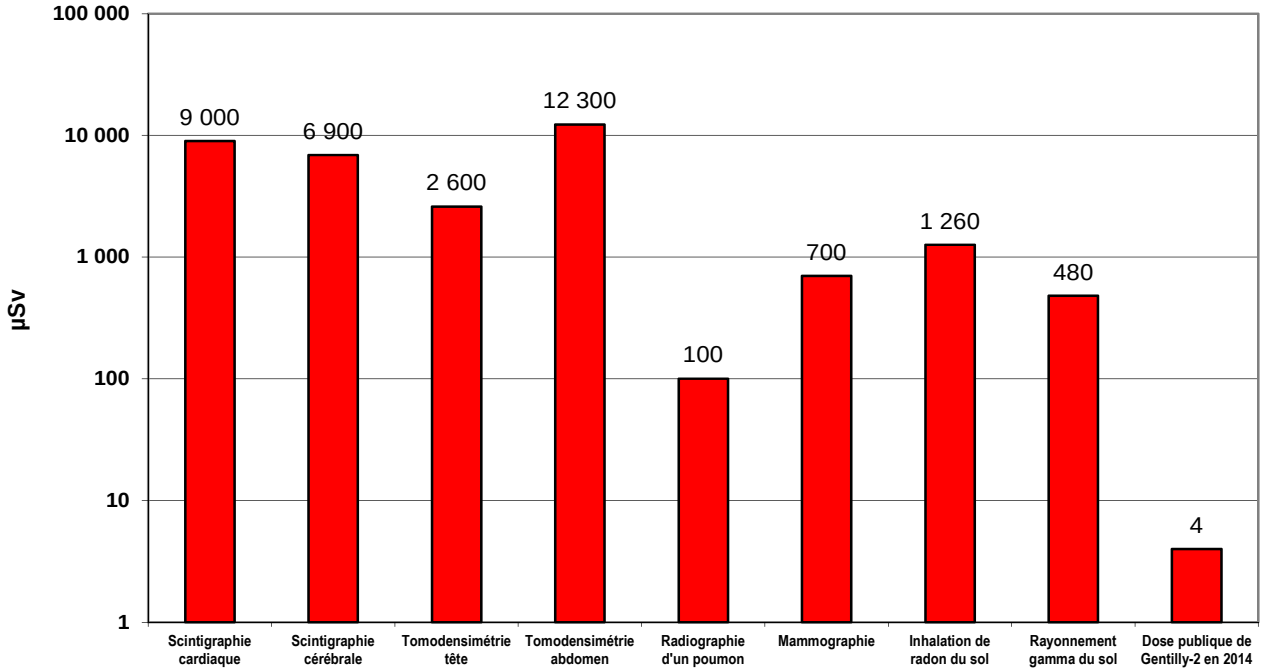
La dose annuelle de rayonnement délivrée aux membres du groupe représentatif de la population identifié pour la centrale de Gentilly-2 en 2014, obtenue selon la méthode d'estimation que permet le modèle IMPACT 5.4.0, a été estimée à 4 µSv. Les doses estimées découlant de la paramétrisation du progiciel sont généralement supérieures à celles estimées par la méthode « rétrospective » puisqu'elles considèrent l'apport dosimétrique de tous les radionucléides émis à l'environnement. La figure 9-1 présente l'historique des doses pour la période 2010 à 2014.

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 2010-2014



La dose annuelle à la population, pour l'année 2014, 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 2014 par rapport aux autres 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 du Laboratoire de Radioprotection de Trois-Rivières

Un exercice d'intercomparaison comprenant diverses matrices environnementales a été complété au cours de l'année 2014 par le laboratoire de Radioprotection d'Hydro-Québec, localisé à Trois-Rivières.

Cet exercice a été coordonné par le groupe *Environmental Resource Associates* (ERA) et est identifié MRAD-21 (ERA, 2014). Cette intercomparaison portait spécifiquement sur des filtres d'air et des échantillons de sol, de végétaux et aqueux. Les tableaux D-1 à D-4 de l'annexe D 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.

11 Conclusion

Les deux programmes de surveillance de l'environnement encadrant les quelques activités d'exploitation dorénavant maintenues à la centrale nucléaire de Gentilly-2, et à ses installations de stockage de déchets radioactifs et de combustible irradié, couvrent à la fois les volets radiologique et physicochimique. Au cours de l'année 2014, les modalités de surveillance de l'environnement sont demeurées et ce, malgré la cessation définitive de production d'électricité et la réalisation de multiples activités de déclassement. Au cours de cette même année, seuls les pans de surveillance spécifiquement liés à des systèmes définitivement mis en retrait ont été interrompus.

La revue de l'ensemble des résultats d'analyses physicochimiques réalisées en 2014 montre quelques dépassements de normes ou de cibles, essentiellement liées à la gestion des effluents liquides ou au lieu d'élimination de neige. À l'ancienne usine de production d'eau déminéralisée, dont l'exploitation a été abandonnée en août 2014, la cible d'aluminium extractible n'a pas été respectée, à plusieurs reprises, aux fosses de prétraitement et de déminéralisation. Une toute nouvelle usine desservant les quelques besoins qui demeurent en centrale a cependant pris le relais depuis. En ce qui a trait aux écarts documentés au lieu d'élimination de neige, les dépassements en MES sont possiblement causés par la remise en suspension accidentelle de particules lors de l'échantillonnage de l'eau dans une structure plutôt difficile d'accès. De récentes modifications apportées aux techniques de prélèvement devraient certes améliorer cette situation.

Contrairement à l'année précédente, aucun écart n'est associé au traitement des eaux usées sanitaires. De plus, d'importants travaux d'amélioration ont été réalisés en 2014, notamment au niveau des pompes et des membranes semi-perméables isolant chacune des cellules. Ces améliorations permettront un traitement optimisé des eaux usées sanitaires des installations et une exploitation prolongée de l'étang aéré.

Finalement, quelques dépassements de critères issus de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* ont encore été constatés en ce qui a trait aux eaux souterraines au site de Gentilly-2. Cette situation est récurrente et a été abordée à plusieurs reprises antérieurement. La composition du socle rocheux et des dépôts meubles entraînent notamment la lixiviation de minéraux pouvant être mesurés à des concentrations plus élevées que celles des critères applicables.

Au cours de l'année 2014, d'autres systèmes contenant des quantités importantes d'eau déminéralisée chimiquement conditionnée ont eux aussi été définitivement drainés, en complète conformité des autorisations délivrées par les organismes réglementaires en environnement. C'est notamment le cas des systèmes de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur, section haute pression, et du réservoir d'arrosage du bâtiment du réacteur.

Pour le volet radiologique, tous les effluents liquides radioactifs enregistrés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont demeurés en deçà d'une valeur équivalente à 0,1 % LOD, sur une base mensuelle. Nonobstant cette constatation, les concentrations de tritium et de carbone-14 ont été en hausse au cours de cette dernière année de préparation à l'ÉSS de la centrale. Les nombreuses activités de mise en retrait de systèmes et plusieurs manœuvres liées à la gestion finale des résines de purification ionique usées auront amené ces émissions à la hausse.

Concernant les effluents gazeux radioactifs de l'année 2014, ils sont pour leur part tous demeurés en deçà de l'objectif d'exploitation, lui-même fixé à 1 % des LOD, sur une base mensuelle. Tandis que les concentrations de tritium demeuraient stables, celles de carbone-14 étaient en forte baisse comparativement à l'année précédente.

Moyennant quelques corrections, convenablement documentées aux précédents chapitres, des valeurs erronées clairement liées à des épisodes de contamination croisée de certains instruments d'échantillonnage du tritium atmosphérique, tous les vecteurs d'exposition humaine ont pu être adéquatement intégrés aux modélisations soutenant l'estimation de dose annuelle de rayonnement à la population. Ainsi, en 2014, la dose annuelle de rayonnement reçue par les membres représentatifs de la population a donc été estimée à 4 µSv. Cette valeur 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 en comparaison de la dose annuelle moyenne liée à l'exposition à des sources naturelles au Canada, évaluée à 1 800 µSv (CCSN, 2014b) ou à d'autres sources expositions, notamment celles liées aux examens ou traitements médicaux.

L'analyse globale de toutes les valeurs issues des nombreux prélèvements réalisés dans le cadre de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2, conduite en 2014, démontre que l'impact des activités d'exploitation des installations du site de Gentilly-2 sur l'environnement et sur la population avoisinante est négligeable, voire imperceptible hors de la zone d'exclusion. Compte tenu de l'atteinte de l'ÉSS de la centrale nucléaire de Gentilly-2, et de l'abandon de plusieurs activités d'exploitation, certaines modalités de surveillance de l'environnement ont été revues afin d'être principalement calquées sur les impacts potentiels liés à l'exploitation des installations de stockage de déchets radioactifs et du combustible nucléaire irradié. Ces nouvelles modalités ont été mises en vigueur au début de 2015.

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.cnsc-ccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm. Consulté le 25 avril 2014.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. (CCSN). 2014b. *Doses de rayonnement*. Tiré de GRATSKY ET COLLABORATEURS. 2004, UNSCEAR 2008 et Commission géologique du Canada. En ligne : http://www.cnsc-ccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm. Consulté le 25 avril 2014.

EISENBUD ET GESELL. 1997. *Environnemental Radioactivity From Natural, Industrial, and Military Sources.* 4^{e} edition, 656 p.

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA). 2014. *MRAD-21 Final Complete Report.* Report Issued Date 2014-11-25.

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.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC) 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 entre janvier 2014 et mars 2015.

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., 1 annexe.

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.

SANTÉ CANADA. 2010. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – Paramètres radiologiques*. En ligne : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/radiological_para-radiologiques/index-fra.php#a3.2. Consulté le 8 avril 2015.

A Cartes de localisation et schémas

- Points d’échantillonnage situés dans un rayon de 1 km de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- Schéma du drainage pluvial et de surface du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- Stations d’échantillonnage du suivi des eaux souterraines, des aires de stockage et du lieu d’élimination de neige
- Stations d’échantillonnage régionales et stations de référence
- Points d’échantillonnage autour de l’ASDR
- Points d’échantillonnage autour de l’IGDRS et de l’ASSCI
- Points d’échantillonnage aquatique
- Schéma type d’un aménagement piézométrique

Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Points d'échantillonnage situés dans un rayon de 1 km de la centrale nucléaire de Gentilly-2

Sources :

Orthophoto, résolution 20 cm, 2010, © Ville de Bécancour
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, août 2014
Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_1_get_060_150427.mxd

0 60 120 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Carte A-1

Avril 2015

Hydro Québec Production

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

Infrastructures du réseau d'égout pluvial

- Réseau 1
- Réseau 2
- Réseau 3
- Tuyau avec bas filtré
- Réseau 4
- Réseau 5
- Réseau 6
- Réseau 7
- Réseau 8
- Tuyau avec bas filtré
- Écoulement de surface
- Écoulement de surface en période de crue
- Drain de toit
- Regard de captage
- Regard de captage avec accès
- Regard avec vanne papillon
- Regard avec vanne guillotine
- Réservoir de rétention
- MCH-2 Poste de pompage pluvial no. 1
- MCH-1 Poste de pompage pluvial no. 2
- MCH-3 Poste de pompage pluvial no. 3

Infrastructures

- Digue de protection contre les inondations
- Ligne de transport
- Voie ferrée

Limite

- Propriété d'Hydro-Québec

72°21'45" 72°21'30" 72°21'15" 72°21' 72°20'45"

46°23'45" 46°23'30" 46°23'15"

MCH-2
Fleuve Saint-Laurent
Centrale nucléaire de Gentilly-2
Séparateur eau / huile
MCH-1
MCH-3
Étang aéré de traitement des eaux sanitaires
Aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI)
Bassin de rétention (lieu d'élimination de neige)
Séparateur eau / huile
Centrale de Bécancour
Aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR)
Ruisseau Pointes aux Roches
Décharge du Portage
Séparateur eau / huile
Quai de dépotage
Réservoirs de mazout

Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2 Rapport annuel 2014

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

Sources :

Orthophoto, résolution 20 cm, 2010, © Ville de Bécancour
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, août 2014
Environnement, Production Gentilly-2, 2004

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_2_get_061_150511

0 50 100 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Carte A-2

Avril 2015

Hydro Québec Production

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

Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Stations d'échantillonnage du suivi des eaux souterraines, des aires de stockage et du lieu d'élimination de neige

Sources :

Orthophoto, résolution 20 cm, 2010, © Ville de Bécancour
BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, août 2014
Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_3_get_062_150511.mxd

0 35 70 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Carte A-3

Avril 2015

Hydro Québec Production

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

Résultats de la surveillance de
l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Stations d'échantillonnage régionales et station de référence

Sources :

BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, août 2014
Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_4_get_063_150511

0 750 1 500 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Carte A-4

Avril 2015

Hydro Québec Production

Points de mesure

- Eaux souterraines
- Station de contrôle radiologique (atmosphérique)
- Ferme (lait, sol, fourrage)

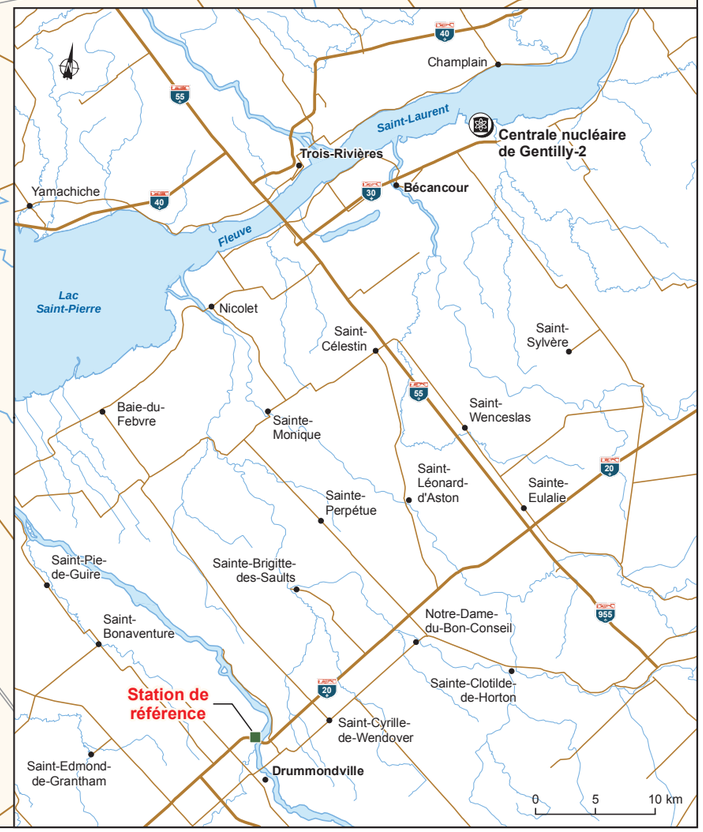
Infrastructures

- Autoroute
- Route nationale ou régionale
- Voie ferrée
- Poste et ligne de transport

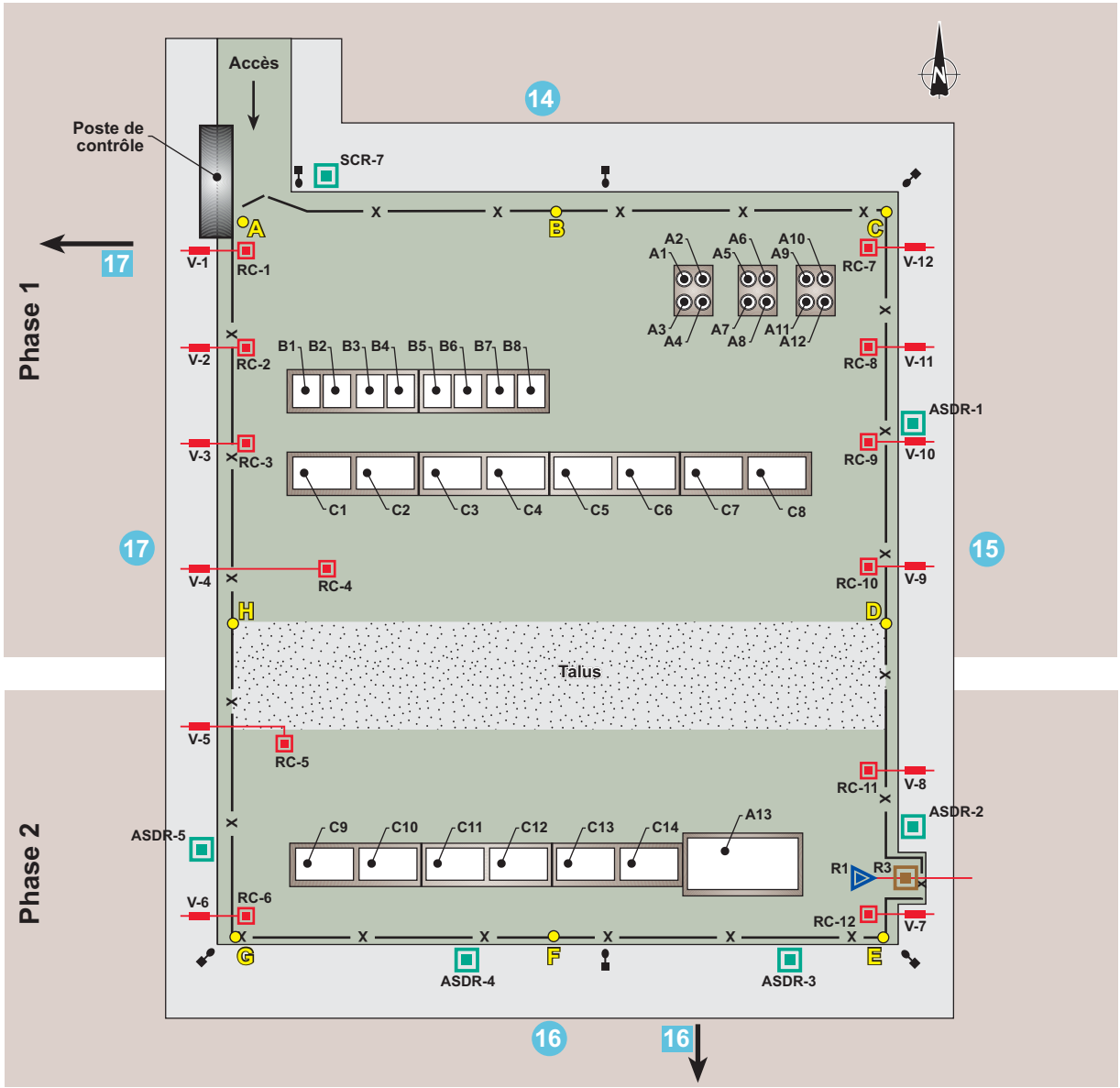
72°32' 72°28' 72°24' 72°20'

46°20' 46°16'

Champlain
NORD-1 FERME R.L.
FERME J.N.L.
Fleuve Saint-Laurent
Rivière Saint - Maurice
Voir carte A-1
Centrale nucléaire de Gentilly-2
SCR-5
SCR-4
SCR-2
EST-1
EST-2 FERME K.D.
EST-3
SUD-1 FERME F.R.
Rivière Gentilly
E-5
A'-5
Poste Cournoyer
Poste de Bécancour
Poste des Chenaux
Trois-Rivières
OUEST-2
OUEST-1
Bécancour
Lac Saint-Paul
Rivière Bécancour



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



Regard de captation des eaux de pluie (RC-9)

Regard de captation des eaux d'infiltration autour des fosses (R1)

Regard collecteur des eaux d'infiltration autour des fosses (R3)

Station de contrôle radiologique (ASDR-3)

Dosimètre thermoluminescent (DTL)

Quadricellule

Fosse

Vanne (V-9)

Éclairage

Eau d'infiltration (16)

Eau de surface (16)

Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Points d'échantillonnage autour de l'ASDR

Sources :

Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP

Fichier : 6198_cA_5_get_065_150427.fh10

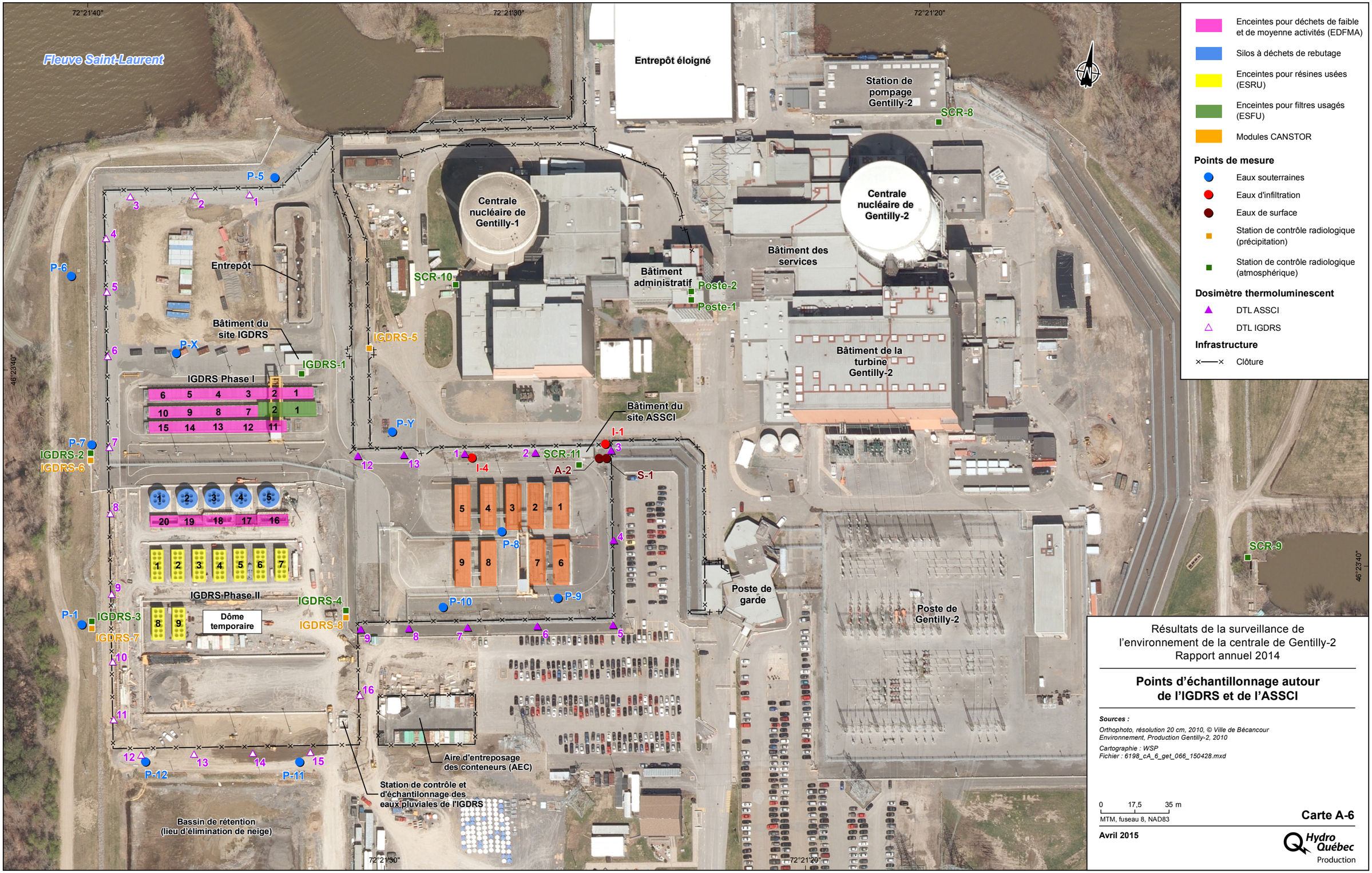
0 5 10 m

Carte A-5

Avril 2015

Hydro Québec Production

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



Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Points d'échantillonnage autour de l'IGDRS et de l'ASSCI

Sources :

Orthophoto, résolution 20 cm, 2010, © Ville de Bécancour
Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_6_get_066_150428.mxd

0 17,5 35 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Carte A-6

Avril 2015

Hydro Québec Production

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

Échantillonnage aquatique

- Zone de récolte des mollusques
- Zone de récolte des plantes aquatiques
- Zone de pêche

Bac à sédiments dynamiques et prélèvement d'eau du fleuve Saint-Laurent

- A — Amont 1
- B — Aval 1
- C — Aval 2
- Estacade

Infrastructures

- Voie ferrée
- Poste de transport
- Ligne de transport

72°23' 72°22' 72°21' 72°20' 72°19'

46°25'

2 km
(zone rapprochée)

1 km
(zone d'exclusion)

Fleuve Saint-Laurent

PA-1

PA-2

Centrale nucléaire de Gentilly-2

Poste de Gentilly-2

Centrale de Bécancour

Anse à Lemarier

Rivière Gentilly

Décharge du Portage

Décharge Lavigne

Décharge

Boulevard Alphonse-Deshaies

Boulevard Bécancour

Route des Flamants

Cours d'eau Rheault

Poste de P.C.I. Chimie Canada Inc.

Poste d'Hydrogenal Inc.

Poste de l'Aluminerie-de-Bécancour

Poste Cournoyer

120 kV 1892

230 kV 2382, 2390

230 kV 2385, 2389

132

30

46°24'

46°23'

72°23' 72°22' 72°21' 72°20'

Résultats de la surveillance de l'environnement de la centrale de Gentilly-2
Rapport annuel 2014

Points d'échantillonnage aquatique

Sources :

Orthophoto, résolution 20 cm, 2010, © Ville de Bécancour
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, août 2014
Environnement, Production Gentilly-2, 2010

Cartographie : WSP
Fichier : 6198_cA_7_get_067_150427

0 170 340 m
MTM, fuseau 8, NAD83

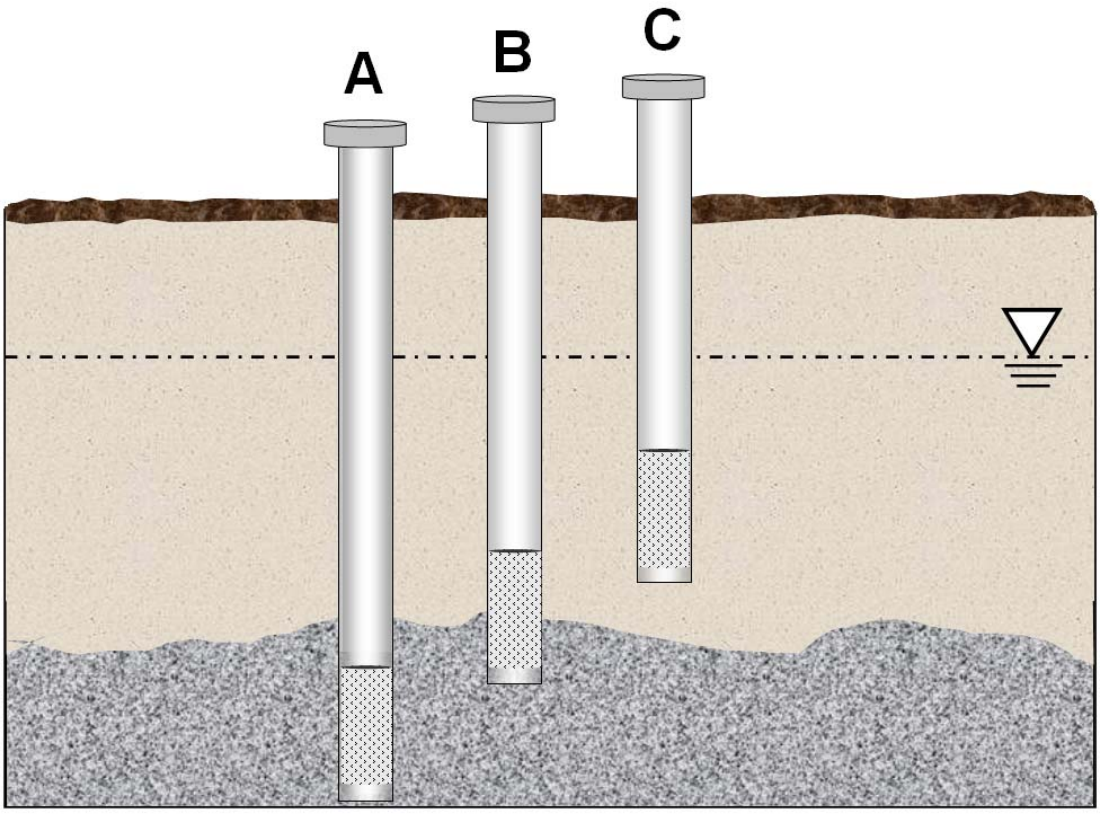
Carte A-7

Avril 2015

Hydro Québec Production

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

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
			Neige	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	Lieu d'élimination de 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
Ambiance gamma	
Dosimètres thermoluminescents (DTL)	Cristaux de fluorure de calcium dopés au dysporium (CaF_2[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.
Tritium atmosphérique	
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.
Carbone-14 atmosphérique	
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 extraite 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.
Aérosols	
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.
Radioiodes	
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
Précipitations	
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).
Eau potable	
Tritium	L'eau potable est prélevée directement des robinets des résidences privées. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.
Eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique	
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
Sol arable	
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 placé dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.
Sédiments dynamiques	
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
Poissons et mollusques	
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 CO_2 formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.
Plantes fourragères	
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.
Plantes aquatiques	
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 CO_2 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
Légumes	
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 CO_2 formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.
Produits de l'érable	
Les produits sont achetés à un producteur local.	Une spectrométrie gamma sur GeHP et une analyse par scintillation liquide sont réalisées.
Lait	
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)
Tritium	
Tamis moléculaire – scintillation liquide	0,100 Bq m^{-3}
Scintillation liquide	6 Bq L^{-1}
Carbone-14	
Échantillonnage passif – scintillation liquide	< 0,9 Bq g-C^{-1}
Bombe à oxygène – scintillation liquide	< 0,9 Bq g-C^{-1}
Bêta-total	
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}
Gamma [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 (sauf pour les cartouches de charbon activé).	

D Programme d’intercomparaison

- Résultats de l’intercomparaison MRAD-21 (filtres d’air, échantillons de sol, de végétaux et aqueux)

Tableau D-1 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2014 : intercomparaison ERA, filtres d'air (MRAD-21)

Analyses	Activité par filtre (pCi filtre^{-1} si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
α total	38	36,9	12,4 – 57,3	1,03
β total	23	21,1	13.3 – 30.8	1,09
^{241}Am	42	38,6	23,8 – 52,2	1,15
^{60}Co	600	523	405 – 653	1,15
^{134}Cs	595	765	487 – 949	0,78
^{137}Cs	724	647	486 – 850	1,12
^{54}Mn	< 4,3	< 50,0	0,00 – 50,0	s. o.
^{238}U	< 26	27,6	17,8 – 38,2	s. o.
^{65}Zn	741	547	390 – 755	1,35
s. o. : Sans objet.				

Tableau D-2 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2014 : intercomparaison ERA, échantillons de sol (MRAD-21)

Analyses	Activité (pCi kg^{-1} si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
^{228}Ac	1 262	1 240	795 – 1 720	1,02
^{241}Am	759	736	431 – 956	1,03
^{212}Bi	1 546	1 240	330 – 1 820	1,25
^{214}Bi	2 119	2 810	1 640 – 4 040	0,75
^{134}Cs	2 035	2 140	1 400 – 2 570	0,95
^{137}Cs	7 459	6 550	5 020 – 8 430	1,14
^{40}K	12 351	10 700	7 810 – 14 400	1,15
^{212}Pb	1 346	1 240	812 – 1 730	1,09
^{214}Pb	2 227	2 750	1 610 – 4 100	0,81
^{60}Co	4 838	4 260	2 880 – 5 860	1,14
^{54}Mn	< 25	< 1 000	0,00 – 1 000	s. o.
^{238}U	2 578	2 350	1 450 – 2 980	1,10
^{65}Zn	4 189	3 270	2 270 – 4 350	1,28
s. o. : Sans objet.				

Tableau D-3 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2014 : intercomparaison ERA, échantillons de végétaux (MRAD-21)

Analyses	Activité (pCi kg^{-1} si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
^{241}Am	2 703	2 290	1 400 – 3 050	1,18
^{60}Co	846	784	541 – 1 100	1,08
^{134}Cs	838	849	545 – 1 100	0,99
^{137}Cs	730	644	467 – 896	1,13
^{54}Mn	< 38	< 300	0,00 - 300	s. o.
^{238}U	1 841	1 760	1 170 – 2 240	1,05
^{40}K	31 081	30 900	22 300 – 43 400	1,01
^{65}Zn	1 870	1 570	1 130 – 2 200	1,19
s. o. : Sans objet.				

Tableau D-4 : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2014 : intercomparaison ERA, échantillons aqueux (MRAD-21)

Analyses	Activité (pCi L^{-1} si non spécifié)			
	G-2	ERA	Limites acceptées	G-2/ERA
α total	55	98,1	34,8 – 152	0,56
β total	54	77,5	44,4 - 115	0,69
^{241}Am	77	68,6	46,2 - 92,0	1,12
^{60}Co	1 141	1 070	930 – 1250	1,07
^{134}Cs	792	850	624 – 977	0,93
^{137}Cs	1 341	1 240	1 050 – 1 490	1,08
^{54}Mn	< 11	< 100	0,00 - 100	s. o.
^{238}U	< 76	43,5	33,2 – 53,4	s. o.
^{65}Zn	1 095	921	768 – 1 160	1,19
^{3}H	5 545	5 500	3 680 – 7 840	1,01
s. o. : Sans objet.				

E *Technical Memorandum*
Mémoire technique
K-415154-TM-0001-R2

- Version anglaise : Review of Hydro-Québec Tritium-in-Air Monitoring Program
- Version française : Revue du programme de surveillance du tritium atmosphérique d'Hydro-Québec

Technical Memorandum

Armando.Antoniazzi@kinectrics.com

Date:	February 27, 2015
Attention:	Stéphan Chapdelaine Chargé d'équipe Environnement DPN Installation nucléaire Gentilly-2 4900, Boul. Bécancour Bécancour (Québec) G9H 3X3 Tél (819) 298-2943 #5260 Fax (819) 298-7205
Company:	Hydro-Québec
From:	Armando Antoniazzi
Cc:	
Subject:	**Review of Hydro-Québec Tritium-in-Air Monitoring Program**
Project Reference:	K-415154
Client Purchase Order:	4510296409

Summary Abstract

Hydro-Québec monitors tritium in the air in areas surrounding the Gentilly-2 (G2) nuclear station. Some monitors are located on public property and some on G2 property. On several occasions over the last three years anomalous tritium results (high values) have appeared at some of the environmental sampling stations. At some sites Health Canada is also monitoring tritium-in-air concentrations in parallel to Hydro-Québec; their results do not match G2 results. The anomalous results cannot be correlated with station tritium emissions.

Kinectrics, during the period of September 30 to October 3, 2014, visited Gentilly and reviewed the program for determining the tritium-in-air concentration in the environment. The underlying focus of the review was to identify which steps in the process could lead to the observed anomalous results.

Kinectrics found that the field and laboratory procedures and practices to be of good quality showing good control of sample custody and quality of measurement. Laboratory staff had an in-depth knowledge of the entire process and performed the sample analysis properly. Although the documented procedures were out of date the overall analysis and quality control system was satisfactory. There was no indication that the laboratory analysis of the tritium-in-air samplers was the source of the anomalous results.

The field tritium-in-air monitoring stations located in public lands, easily accessible by members of the public, are kept in good order. Tritium-in-air environmental samplers utilize activated carbon filter

cartridges to capture iodine from the air prior to sampling for tritium. The procedure is not clear that the cartridges are to be replaced with brand new ones and not-recycled. It was identified and confirmed that re-used iodine filter cartridges can be a source of tritium which most likely led to the anomalous results observed.

Mémoire technique

Sujet : **Revue du programme de surveillance du tritium atmosphérique d'Hydro-Québec**

Résumé technique (traduction libre)

Hydro-Québec assure la surveillance radiologique environnementale du tritium atmosphérique dans les régions proches de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Quelques stations de contrôle radiologique sont localisées sur des propriétés d'autrui alors que d'autres le sont sur les terrains mêmes de l'entreprise. En plusieurs occasions au cours des trois dernières années, des résultats anormaux (hautes valeurs) de tritium atmosphérique sont survenus à quelques stations d'échantillonnage environnemental. En quelques endroits, Santé Canada conduit également une surveillance des concentrations de tritium atmosphérique en parallèle d'Hydro-Québec; leurs résultats ne corroborent pas ceux de Gentilly-2. Les résultats anormaux ne peuvent être liés avec les émissions de tritium atmosphérique mesurées à la centrale.

Kinectrics, durant la période du 30 septembre au 3 octobre 2014, a visité le site de Gentilly et procédé à une revue du programme suivi pour déterminer les concentrations de tritium atmosphérique dans l'environnement. Les objectifs sous-jacents de la revue étaient d'identifier quelles étapes du processus pouvaient conduire aux résultats anormaux observés.

Kinectrics a estimé que les procédures d'échantillonnage et de laboratoire ainsi que les pratiques étaient adéquates, démontrant un bon contrôle de la conservation des échantillons et de la qualité des mesures. Le personnel de laboratoire avait une connaissance approfondie de tout le processus et effectuait correctement l'analyse des échantillons. Bien que les procédures documentées ne fussent pas à jour, l'ensemble des analyses et du système de contrôle de la qualité était satisfaisant. Il n'y avait pas d'indication que les analyses de laboratoire des échantillons de tritium atmosphérique étaient la source des résultats anormaux.

Les stations de contrôle radiologique du tritium atmosphérique localisées sur des terrains d'autrui, facilement accessibles par la population, sont conservées en bon état. La méthode d'échantillonnage du tritium atmosphérique utilise des cartouches de charbon activé pour fixer les iodes de l'air avant l'échantillonnage du tritium. La procédure n'est pas claire sur le fait que les cartouches doivent être remplacées par des cartouches neuves, sans être réutilisées. Il a été mis en évidence et confirmé que la réutilisation des cartouches filtrantes d'iodes peut être une source de tritium laquelle a fort probablement conduit aux résultats anormaux observés.