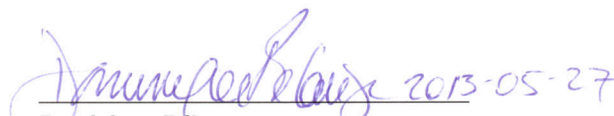


CENTRALE NUCLÉAIRE DE GENTILLY-2

4900, Boul. Bécancour, Bécancour, G9H 3X3

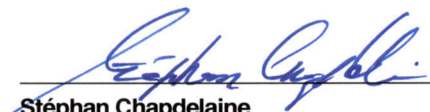
**RÉSULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE
L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE GENTILLY****Rapport annuel 2012****RAPPORT TECHNIQUE
G2-RT-2013-00518-005**

Préparé par :


François Bilodeau
Conseiller Environnement
Dominique Bélanger
Conseillère Envir. Performance & encadrements**DOCUMENT**

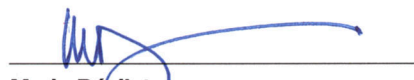
- ☐ CONFIDENTIEL
☐ NON PUBLIC
☒ PUBLIC

Vérifié par :


Stéphan Chapdelaine
Chargé d'équipe Environnement

U.S.I. 00511
00518
00528
16000
67830

Approuvé par :


Mario Désilets
Directeur DPN**Mai 2013**

SOMMAIRE

L'exploitation d'un réacteur nucléaire de puissance 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 en œuvre à Gentilly-2 et englobent les aspects physico-chimiques et radiologiques. Ceux-ci ont été cautionnés par le Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) ainsi que par la CCSN. Bien que le réacteur nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé de produire de l'électricité le 28 décembre 2012, ces programmes demeurent en vigueur et comprennent notamment l'échantillonnage et l'analyse de plusieurs matrices environnementales. Ces analyses sont réalisées par les laboratoires d'Hydro-Québec ou par des laboratoires externes accrédités selon le cas. Les éléments des programmes de surveillance sont basés sur des aspects réglementés et sur les résultats issus d'études environnementales antérieures. La révision de ces programmes permet d'y intégrer de nouveaux éléments pouvant découler de nouvelles exigences réglementaires ou encore, d'éléments pour lesquels Hydro-Québec le juge pertinent.

En 2012, la dose radiologique annuelle reçue par les membres du groupe critique domiciliés à proximité de la centrale de Gentilly-2 a été estimée à 5 μSv . Cette estimation correspond à moins de 1 % de la limite de dose efficace légale pour un membre de la population fixée à 1 mSv (1 000 μSv) par la CCSN. Au niveau radiologique, tous les rejets de la centrale ont été inférieurs à 1 % des limites opérationnelles dérivées (LOD) et les seuls dépassements de normes furent associés au volet physico-chimique et sont détaillés dans ce rapport. Les résultats et constats issus de la surveillance environnementale démontrent que l'impact sur l'environnement est négligeable. L'ensemble des mesures des programmes de surveillance sont présentés dans les sections suivantes. Il faut aussi mentionner qu'à partir de janvier 2013, les activités en centrale sont orientées à la préparation de l'atteinte de l'état de stockage sûr (ESS).

Liste de distribution

Copies électroniques

HYDRO-QUÉBEC PRODUCTION NUCLÉAIRE : CENTRALE DE GENTILLY-2

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

Copies papiers

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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

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

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS

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

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC

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

DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE / MAURICIE ET CENTRE-DU-QUÉBEC

Gilles Grenier	550, rue Bonaventure, Trois-Rivières, G9A 2B5
Marco Desjardins	550, rue Bonaventure, Trois-Rivières, G9A 2B5

SANTÉ CANADA

Deborah Moir 775, Chemin Brookfield, AL 6302D1, Ottawa (Ontario), K1A 0K9
Sonia Johnson 775, Chemin Brookfield, AL 6302D1, Ottawa (Ontario), K1A 0K9

ENVIRONNEMENT CANADA

Julie Leduc 105, 4^e étage, rue McGill, Montréal, H2Y 2E7

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 / CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT

Gaétane Désilets 1295, Nicolas Perrot, Bécancour, G0X 1B0

MUNICIPALITÉ DE CHAMPLAIN

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

MUNICIPALITÉ DE SAINT-PIERRE LES-BECQUETS

Raymond Dion 110, rue Des loisirs, St-Pierre-Les-Becquets, G0X 2Z0

UNIVERSITÉ LAVAL

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

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

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

BRUCE POWER

Maury Burton C.P. 3000, B06, Tiverton (Ontario) N0G 2T0
K. Allin 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

COG OPERATIONS

Bob Morison 480, University Avenue, Suite 200, Toronto (Ontario) M5G 1V2

Table des matières

1.0	INTRODUCTION	13
2.0	RÉSULTATS DU SUIVI DES EFFLUENTS – VOLET RADIOLOGIQUE	15
2.1.	Effluents gazeux	15
2.2.	Effluents liquides	18
2.2.1.	Réservoirs de stockage des eaux radioactives.....	21
2.2.2.	Drainage pluvial	22
3.0	BILAN DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES ET RÉSULTATS DU SUIVI DES EFFLUENTS LIQUIDES – VOLET PHYSICO-CHIMIQUE	23
3.1.	Émissions atmosphériques	23
3.1.1.	Gaz à effet de serre émis par la combustion de moteurs.....	23
3.1.2.	Gaz réfrigérants et SF ₆	24
3.2.	Effluents Liquides.....	24
3.2.1.	Eau de circulation (EDC) et autres effluents.....	25
3.2.1.1	Purge et vidange du système de générateurs de vapeur (GV)	25
3.2.1.2	Fosse de prétraitement et fosse de déminéralisation.....	26
3.2.1.3	Réservoir de stockage des eaux radioactives.....	27
3.2.1.4	Effluent final de l'EDC	27
3.2.2.	Eau brute de refroidissement (EBR).....	28
3.2.3.	Eaux usées sanitaires	29
3.2.4.	Eau de surface - drainage pluvial (MCH-1, 2, 3).....	29
3.2.5.	Suivi de la variation de température des effluents	30
4.0	AUTRES SUIVIS D'ENGAGEMENT	33
4.1.	Séparateur eau-huile	33
4.2.	Suivi du dépôt à neige.....	33
4.2.1	Eaux souterraines	34
4.2.2	Eaux de surface	34
4.3.	Suivi des eaux souterraines autour des aires de stockages des déchets.....	35
4.4.	Matières dangereuses utilisées au travail.....	37
5.0	CONSOMMATION D'EAU	38
6.0	MATIERES DANGEREUSES ET RESIDUELLES.....	39
6.1.	Biomasse à la prise d'eau	39
6.2.	Matières dangereuses résiduelles.....	39
6.3.	Matières résiduelles et déchets biomédicaux.....	40
7.0	DEVERSEMENTS ACCIDENTELS DE CONTAMINANTS DANS L'ENVIRONNEMENT	42
8.0	SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DU MILIEU ENVIRONNANT	43
8.1.	Radionucléides retrouvés dans l'environnement.....	43

8.2.	Surveillance atmosphérique	43
8.2.1	Ambiance gamma	44
8.2.2	Tritium.....	50
8.2.3	Carbone-14	54
8.2.4	Aérosols.....	57
8.3.	Surveillance de la qualité de l'eau	58
8.3.1	Précipitations	58
8.3.2	Eaux de surface	62
8.3.3	Eaux d'infiltration.....	65
8.3.4	Eaux souterraines	68
8.3.5	Eaux de fonte des neiges.....	71
8.3.6	Eau potable.....	72
8.4	Surveillance de la qualité des sols et des sédiments	73
8.4.1	Sols arables	73
8.4.2	Sédiments dynamiques.....	74
8.5	Surveillance de la faune et de la flore	75
8.5.1	Plantes fourragères.....	75
8.5.2	Plantes aquatiques.....	75
8.5.3	Mollusques.....	76
8.5.4	Poissons	77
8.6	Produits comestibles.....	77
8.7	Données météorologiques	79
9.0	ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE.....	83
10.0	PROGRAMME D'INTERCOMPARAISONS	85
10.1.	Laboratoire de radioprotection de Trois-Rivières	85
10.2.	Laboratoire de chimie au site de Gentilly-2	85
11.0	CONCLUSION	87
12.0	RÉFÉRENCES	89

Liste des annexes

ANNEXE A	Aspect statistique des résultats	103
ANNEXE B	Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection	104
ANNEXE C	Programme d'intercomparaisons.....	115

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Principales limites de rejets radiologiques aériens à la centrale Gentilly-2.....	15
Tableau 2.2 Activité radiologique des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents atmosphériques à la centrale de Gentilly-2, 2012.	17
Tableau 2.3 Principales limites de rejets radiologiques liquides à la centrale de Gentilly-2.	19
Tableau 2.4 Activité radiologique des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents liquides à la centrale de Gentilly-2, 2012.....	20
Tableau 2.5 Activité des principaux contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, centrale de Gentilly-2, 2012.	22
Tableau 3.1 Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale de Gentilly-2.....	23
Tableau 3.2 Émissions totales de produits de combustion à la centrale de Gentilly-2.	24
Tableau 3.3 Concentrations de morpholine et d'hydrazine mesurées à la purge des GV, centrale de Gentilly-2, 2012.	25
Tableau 3.4 Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop plein du décanteur, centrale de Gentilly-2, 2012.	26
Tableau 3.5 Résultats des analyses physico-chimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives, centrale de Gentilly-2, 2012.....	27
Tableau 3.6 Résultats des analyses physico-chimiques de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.....	28
Tableau 3.7 Résultats d'analyses de l'eau brute de refroidissement, centrale de Gentilly-2, 2012.	28
Tableau 3.8 Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires, centrale de Gentilly-2, 2012.....	29
Tableau 3.9 Moyenne des résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux (MCH-1, 2, 3), centrale de Gentilly-2, 2012.	30
Tableau 3.10 Mesures de température, EBR et EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.	30
Tableau 4.1 Épaisseur d'huile, de dépôts et d'eau mesurés dans le système de récupération des huiles, centrale de Gentilly-2, 2012.	33
Tableau 4.2 Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques pour les eaux souterraines (horizon C) lors du suivi de la fonte des neiges, centrale de Gentilly-2, 2012.....	34
Tableau 4.3 Résultats d'analyses physico-chimiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, centrale de Gentilly-2, 2012.....	35
Tableau 4.4 Résultats d'analyses physico-chimiques (moyenne) dans les eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets radioactifs (horizons A, B et C), centrale de Gentilly-2, 2012.....	36
Tableau 4.5 Mesure des niveaux piézométriques, centrale de Gentilly-2, 2012.....	37
Tableau 4.6 Consommation de produits chimiques, centrale de Gentilly-2, 2012.	37
Tableau 6.1 Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale de Gentilly-2, 2012.....	40
Tableau 6.2 Quantité de matières résiduelles recyclées ou disposées, centrale de Gentilly-2, 2012.....	41

Tableau 7.1 Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à Gentilly-2, 2012.	42
Tableau 8.1 Sommaire des résultats d'analyses radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges.	72
Tableau 8.2 Moyenne de l'activité des radioéléments mesurée dans les sols arables aux quatre fermes.	73
Tableau 8.3 Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent dans la région immédiate de la centrale de Gentilly-2.	74
Tableau 8.4 Activité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent dans la région de Gentilly-2.	76
Tableau 8.5 Activité mesurée dans la coquille et chair de mollusques, centrale de Gentilly-2, 2012. ..	76
Tableau 8.6 Espèces de poissons pêchés au canal de rejet de la centrale de Gentilly-2	77

Liste des figures

Figure 1.1 Production électrique, centrale de Gentilly-2, 2012.....	14
Figure 2.1 Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2012 exprimés en % LOD.....	16
Figure 2.2 Rejets aériens annuels pour la période 1993-2012 exprimés en % LOD.....	18
Figure 2.3 Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2012 exprimés en % LOD.....	19
Figure 2.4 Rejets liquides annuels pour la période 1993-2012 exprimés en % LOD.....	21
Figure 3.1 Température de l'EBR et de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.....	31
Figure 3.2 Delta T de l'EBR et de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.....	32
Figure 5.1 Consommation d'eau de procédé, centrale de Gentilly-2 de 2008 à 2012.....	38
Figure 5.2 Consommation d'eau potable, centrale de Gentilly-2 de 2008 à 2012.....	38
Figure 6.1 Biomasse captée à la station de pompage, centrale de Gentilly-2, de 2008 à 2012.....	39
Figure 7.1 Cause des déversements accidentels dans l'environnement à Gentilly-2, 2012.....	42
Figure 8.1 Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2012.....	44
Figure 8.2 Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2008-2012.....	45
Figure 8.3 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR pour l'année 2012.....	46
Figure 8.4 Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2008-2012.....	46
Figure 8.5 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2012.....	47
Figure 8.6 Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS pour la période 2009-2012.....	48
Figure 8.7 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2012.....	49
Figure 8.8 Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2008-2012.....	49
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 2012.....	51
Figure 8.10 Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2012.....	52
Figure 8.11 Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour 2008-2012.....	53
Figure 8.12 Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2012.....	54
Figure 8.13 Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2012.....	55
Figure 8.14 Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2008-2012.....	56
Figure 8.15 Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2012.....	56
Figure 8.16 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et de référence pour l'année 2012.....	57
Figure 8.17 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2012.....	58

Figure 8.18 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 2012.	59
Figure 8.19 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 2012.	60
Figure 8.20 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 2012.	61
Figure 8.21 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 2012.	62
Figure 8.22 Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.	63
Figure 8.23 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS pour la période 2008-2012.	64
Figure 8.24 Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.	65
Figure 8.25 Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.	66
Figure 8.26 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS pour la période 2008-2012.	67
Figure 8.27 Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eaux d'infiltration de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.	68
Figure 8.28 Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS et hors site pour l'année 2012.	69
Figure 8.29 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS et hors site pour la période 2008 à 2012.	70
Figure 8.30 Moyenne annuelle de l'activité en bêta-total dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS.	71
Figure 8.31 Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface (1520 V-1) et dans l'horizon C de l'eau souterraine des piézomètres (P-1, P-35, P-37 et P-39) lors de la fonte des neiges.	72
Figure 8.32 Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour l'année 2012	80
Figure 8.33 Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2008-2012	81
Figure 8.34 Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2008-2012.	82
Figure 9.1 Dose annuelle estimée pour les membres du groupe critique pour la période 2008-2012 ..	84
Figure 9.2 Comparaison de différentes doses radiologiques pouvant affecter la population.	84

Liste des cartes

CARTE 1 : Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence.	92
CARTE 3 : Localisation des mesures d'ambiance gamma, rayon de 4 km.	94
CARTE 4 : Localisation des points d'échantillonnage aquatique.	95
CARTE 5 : Localisation des points d'échantillonnage, rayon de 1 km.	96
CARTE 6 : Localisation des points d'échantillonnage, ASDR.	97
CARTE 7 : Localisation des points d'échantillonnage, IGDRS ET ASSCI.....	98
CARTE 8 : Schéma du drainage pluvial et de surface du site de la centrale de Gentilly-2.....	99
CARTE 9 : Localisation des piézomètres pour le suivi de la fonte des neiges.	100
CARTE 10 : Schéma d'un aménagement-type des sections perméables (A-B-C) des piézomètres ..	101

Abréviations

ACNOR	Association C anadienne de NOR malisation
AIEA	A gence I nternationale d' É nergie A tomique (International Atomic Energy Agency)
ALARA	A s L ow A s R easonably A chievable (principe d'optimisation en radioprotection)
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 MDDEFP
CANDU	CAN ada D euterium U ranium
CANSTOR	CAN du S TORage, module de stockage à sec du combustible irradié
CCEA	C ommission de C ontrôle de l' É nergie A tomique (maintenant CCSN)
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
CSA	C anadian S tandards A ssociation
DBO₅	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
GES	G az à E ffet de S erre
HCFC	H ydro C hloro F luoro C arbures
IGDRS	I nstallation de G estion des D échets R adioactifs S olides
INES	I nternational N uclear E vent S cale
LD	L imite de D étection
LOD	L imite O pérationnelle D érivée
MDDEFP	M inistère du D éveloppement D urable, de l' E nvironnement, de la F aune et des P arcs
MES	M atières E n S uspension
NCRP	N ational C ouncil on R adiation P rotection and M easurements
PACO	P otentiel d' A ppauvrissement de la C ouche d' O zone
RCA	R apport C orrectif et d' A mélioration
SACO	S ubstances A ppauvrissant la C ouche d' O zone
SCR	S tation de C ontrôle R adiologique

1.0 INTRODUCTION

Le rapport G2-RT-2013-00518-005 présente les résultats de l'actuel programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly, résultats qui regroupent les mesures radiologiques et physico-chimiques pour toute l'année 2012. Il contient de plus des constats relatifs à d'autres engagements réglementaires pour lesquels la centrale nucléaire de Gentilly-2 doit se conformer.

Tel qu'avancé au dernier rapport annuel, de l'année 2011, ce sont dorénavant de nouvelles modalités d'un programme révisé de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly (Hydro-Québec, 2011A) qui ont encadré les activités de surveillance au cours de l'année 2012, et dont les principaux objectifs 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.

Bien que ce programme révisé ait été mis en branle au tout début de l'année 2012, certaines fréquences d'analyse et d'échantillonnage, qui étaient appelées à être réduites, n'ont été modifiées qu'au second trimestre de 2012. Les données de certaines figures de l'actuel rapport en font foi.

Les modalités de surveillance physico-chimique de l'environnement sont quant à elles stipulées dans le document interne Programme de surveillance environnementale (Hydro-Québec, 2009). Les principaux objectifs visés par ce programme de surveillance physico-chimique sont :

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

Bien que des démarches visant la révision de ce second programme aient également été entamées au cours de la dernière année, l'annonce de la cessation définitive de production d'électricité de la centrale nucléaire de Gentilly-2 a fait en sorte que le moment de l'adoption d'un programme révisé de surveillance physico-chimique de l'environnement soit reporté. Au moment de la mise en retrait de plusieurs systèmes de la centrale, la consommation de produit chimique diminuera significativement et permettra éventuellement la réduction du suivi de plusieurs paramètres aux effluents de la centrale.

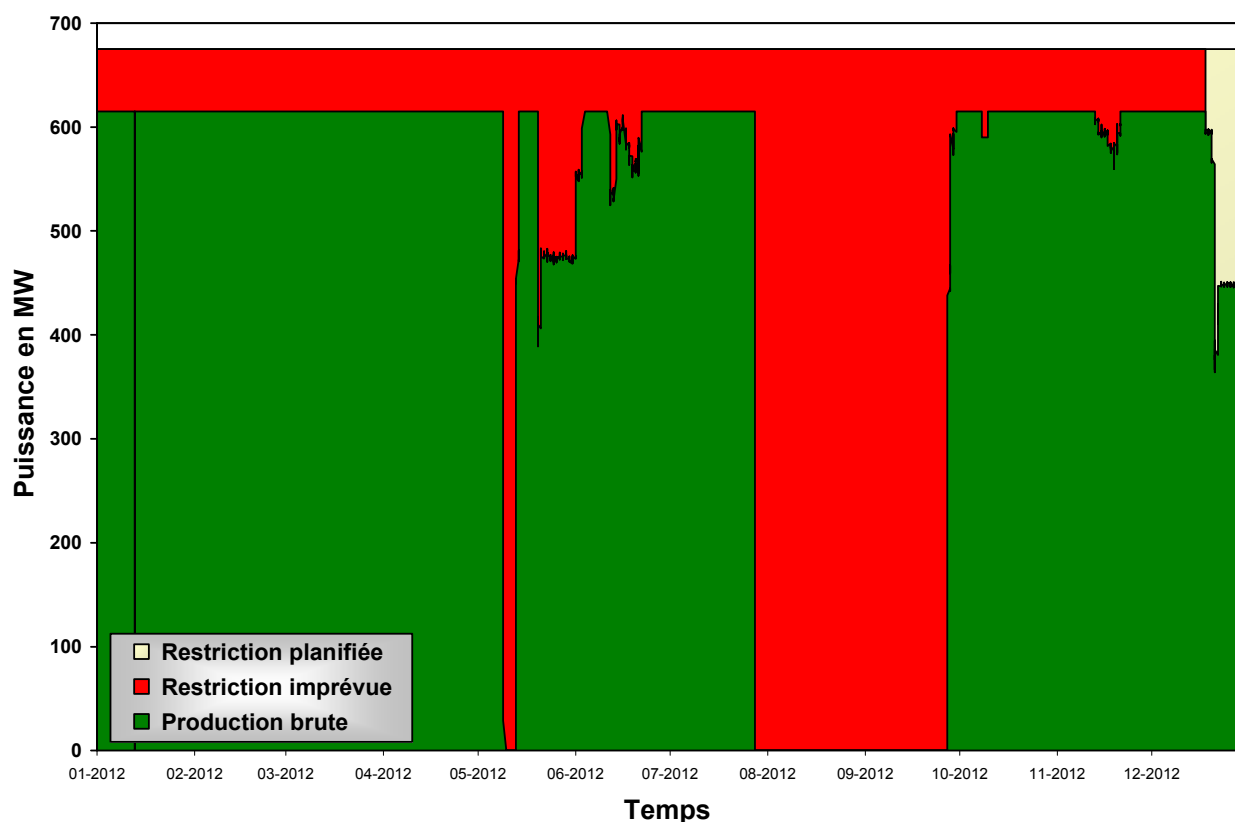


Figure 1.1 Production électrique, centrale de Gentilly-2, 2012.

Tout au long de l'année 2012, la production électrique de la centrale nucléaire de Gentilly-2 a été ponctuée de quatre arrêts de production, celui du mois de décembre étant définitif, et d'autant de baisses de puissance du réacteur. Par ailleurs, une limitation de puissance permanente fut observée en raison du vieillissement de la centrale, notamment à l'égard des changements thermohydrauliques. Le 18 décembre dernier débutaient les manœuvres d'arrêt de centrale, par paliers de puissance, et c'est le 28 décembre 2012 que la production électrique de la centrale fut définitivement cessée suite à la décision de fermeture, annoncée par l'entreprise le 3 octobre 2012. Hydro-Québec s'emploie depuis à une mise en dormance en vue d'un futur démantèlement. Le coefficient de production de la centrale nucléaire de Gentilly-2 fut, pour 2012, de 71,0 %. Les informations suivantes résument quant à elles les événements d'exploitation ayant modulé les arrêts ou baisses de puissance à la figure 1.1 :

- 13 janvier : Déclenchement momentané du turbo-alternateur par automatisme ;
- 9 mai : Arrêt de centrale par déclenchement du système d'arrêt d'urgence causé par un entretien ;
- 21 mai : Baisse de puissance par indisponibilité temporaire de la machine à chargement ;
- 13 juin : Baisse de puissance permettant le nettoyage de boîtes d'eau du condenseur ;
- 27 juillet : Arrêt ordonné de centrale pour réparation d'une garniture de pompe modérateur ;
- 8 octobre : Baisse de puissance par manque de réactivité ;
- 13 novembre : Baisse de puissance par manque de réactivité ;
- 18 décembre : Début des manœuvres d'arrêt définitif de la centrale Gentilly-2 ;
- 28 décembre : Arrêt définitif de la centrale Gentilly-2.

2.0 RÉSULTATS DU SUIVI DES EFFLUENTS – VOLET RADIOLOGIQUE

Cette section présente les résultats de la surveillance radiologique des effluents, gazeux et liquides, issus des activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2012.

2.1. EFFLUENTS GAZEUX

Plusieurs systèmes et composantes assurent la ventilation au bâtiment réacteur, au bâtiment turbine et dans plusieurs autres salles du bâtiment des services. Les effluents aériens peuvent ainsi provenir des activités de maintenance et des manœuvres d'exploitation qui y sont exécutées. Bien que la centrale nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé la production d'électricité en fin 2012, l'activité radiologique des effluents gazeux demeurera à moyen terme, le temps que toute manœuvre liée aux systèmes radioactifs ne soit complétée en phase de préparation à l'état de stockage sûr.

À partir de la limite légale de dose radiologique pouvant être portée aux individus du groupe le plus exposé et d'un modèle de transfert environnemental, il est possible de calculer les limites de rejets radiologiques qui, s'ils étaient maintenus constants toute l'année durant, procureraient aux individus de ce groupe la dose radiologique maximale prescrite pour le public, définie par la Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire. Ces limites de rejets sont les limites opérationnelles dérivées (LOD).

Les hypothèses de travail et les méthodes de calcul ayant servi à la détermination des limites dérivées de rejets spécifiques à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont décrites dans un rapport technique de l'entreprise (Hydro-Québec, 2011B). Elles ont par ailleurs toutes été déterminées en conformité 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*.

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 liste également les limites opérationnelles dérivées correspondantes.

Tableau 2.1 Principales limites de rejets radiologiques aériens à la centrale Gentilly-2.

CLASSIFICATION	LIMITES DE REJETS AÉRIENS (Bq.semaine ⁻¹)
Gaz rares	$1,48 \times 10^{15} \gamma\text{Bq.MeV}$
Aérosols (⁶⁰ Co)	$2,33 \times 10^{10} \text{ Bq}$
¹³¹ I	$6,25 \times 10^9 \text{ Bq}$
³ H	$1,65 \times 10^{15} \text{ Bq}$
¹⁴ C	$3,82 \times 10^{12} \text{ Bq}$

À la figure 2.1 sont étalés les principaux radioéléments issus des rejets atmosphériques de l'année 2012, tous exprimés en pourcentage des limites de rejets aériens (LOD) sur une base mensuelle.

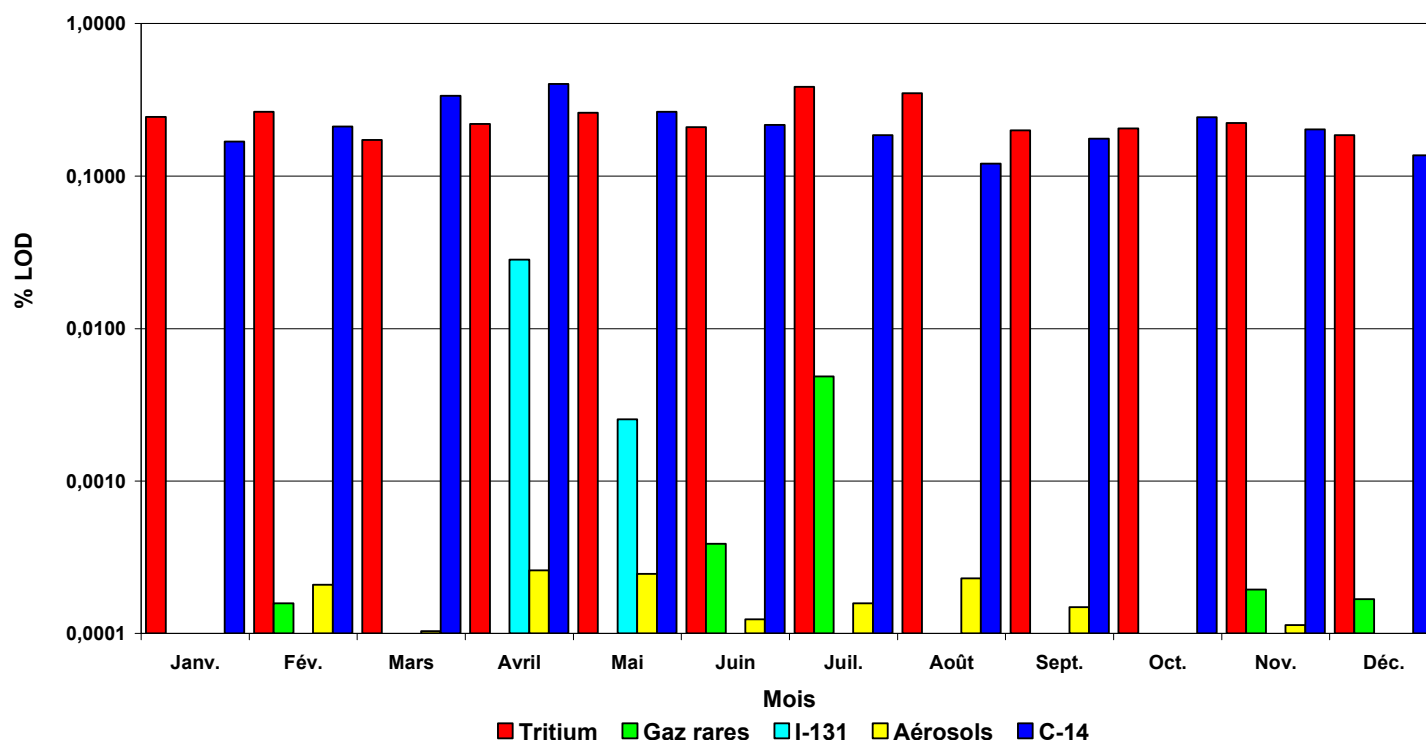


Figure 2.1 Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2012 exprimés en % LOD.

Outre l'activité radiologique en tritium mesurée aux mois de juillet et d'août, les valeurs de rejets aériens de ce radionucléide sont qualifiées de normales ou faibles tout au long de l'année 2012. Lors de ces deux mois, plus particulièrement, des fuites à une garniture de pompe du système modérateur ont amené les valeurs de rejet à la hausse et ont commandé un arrêt de centrale pour remplacement.

Bien que mesurable en quelques occasions au cours de l'année, l'activité radiologique des gaz rares fut tout de même faible, à l'instar de celle issue des aérosols, mesurée plus régulièrement celle-là. Finalement, l'activité radiologique en carbone-14 fut très variable toute l'année durant. Seul autre radioélément mesuré à plus d'un dixième de pourcent de sa limite opérationnelle dérivée respective, le carbone-14 est accentué lors de purges répétées de systèmes contenant des gaz de couverture. Ce fut le cas pour les mois d'avril et de mai 2012. L'autre valeur élevée, en mars 2012, est toutefois expliquée par une saturation plus rapide des résines échangeuses d'ions du système modérateur.

Par ailleurs, de faibles valeurs d'iodes ont été mesurées sporadiquement, pendant quelques mois de l'année 2012. Plus particulièrement aux mois d'avril et mai 2012, une possible rupture de gaine fut suspectée, faisant en sorte que le canal P-04 soit visité plus rapidement qu'anticipé. Suite à cette recharge de canal, survenue au 16 avril 2012, les valeurs d'iode-131 ont été graduellement en baisse jusqu'à une absence au-delà de la limite de détection des appareils, en date du 17 mai 2012.

Le tableau 2.2 présente quant à lui les valeurs mensuelles d'activité radiologique totale pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents atmosphériques en 2012.

Tableau 2.2 Activité radiologique des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents atmosphériques à la centrale de Gentilly-2, 2012.

MOIS 2012	TRITIUM Bq	GAZ RARES Bq	IODE-131 Bq	AÉROSOLS Bq	CARBONE-14 Bq
JANVIER	$1,82 \times 10^{13}$	N/D	N/D	$3,91 \times 10^4$	$2,85 \times 10^{10}$
FÉVRIER	$1,75 \times 10^{13}$	$9,34 \times 10^9$	N/D	$1,95 \times 10^5$	$3,23 \times 10^{10}$
MARS	$1,31 \times 10^{13}$	$1,52 \times 10^9$	N/D	$1,07 \times 10^5$	$5,67 \times 10^{10}$
AVRIL	$1,57 \times 10^{13}$	$3,36 \times 10^8$	$7,58 \times 10^6$	$2,59 \times 10^5$	$6,56 \times 10^{10}$
MAI	$1,97 \times 10^{13}$	$2,53 \times 10^9$	$7,04 \times 10^5$	$2,54 \times 10^5$	$4,46 \times 10^{10}$
JUIN	$1,50 \times 10^{13}$	$2,46 \times 10^{10}$	N/D	$1,24 \times 10^5$	$3,55 \times 10^{10}$
JUILLET	$2,84 \times 10^{13}$	$3,18 \times 10^{11}$	$2,43 \times 10^4$	$1,63 \times 10^5$	$3,13 \times 10^{10}$
AOÛT	$2,55 \times 10^{13}$	N/D	N/D	$2,38 \times 10^5$	$2,04 \times 10^{10}$
SEPTEMBRE	$1,45 \times 10^{13}$	$2,53 \times 10^9$	N/D	$1,49 \times 10^5$	$2,88 \times 10^{10}$
OCTOBRE	$1,53 \times 10^{13}$	$5,22 \times 10^9$	N/D	$9,58 \times 10^4$	$4,10 \times 10^{10}$
NOVEMBRE	$1,62 \times 10^{13}$	$1,23 \times 10^{10}$	N/D	$1,13 \times 10^5$	$3,31 \times 10^{10}$
DÉCEMBRE	$1,39 \times 10^{13}$	$1,10 \times 10^{10}$	N/D	$5,03 \times 10^4$	$2,32 \times 10^{10}$

N/D : non détectable

À la figure 2.2, il est possible de constater l'évolution à long terme de l'activité radiologique annuelle issue des rejets atmosphériques de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Lorsque les valeurs absolues sont considérées, il apparaît que l'activité en tritium est en faible augmentation pour 2012, comparativement à l'année précédente. Cette situation est principalement due aux rejets mesurés lors de l'événement de la fuite de la garniture de pompe du système modérateur, situation abordée précédemment. L'activité radiologique des autres radioéléments est également en hausse, toujours en comparaison de 2011. De ces hausses, la plus évidente est celle liée aux valeurs d'iode-131, radioélément essentiellement détecté aux mois d'avril et de mai, marqués par une rupture de gaine.

Il importe de rappeler que la figure 2.2 doit être analysée en tenant compte du changement des valeurs des limites opérationnelles dérivées, modifiées au cours de l'année 2011 et qui, pour les émissions atmosphériques, sont toutes plus faibles qu'auparavant. C'est entre autre ce qui explique les fortes hausses perçues en 2012, en comparaison des années précédentes, puisque pour une même activité radiologique annuelle, le ratio de la limite opérationnelle dérivée s'en trouve maintenant plus élevé. Malgré ces changements des valeurs des limites opérationnelles dérivées pouvant potentiellement biaiser une lecture rapide des figures 2.2 et 2.4, Hydro-Québec conserve les actuelles représentations graphiques puisque les ratios de limites opérationnelles dérivées permettent de représenter plusieurs radioéléments sur une seule et même base, celle de l'atteinte de la LOD.

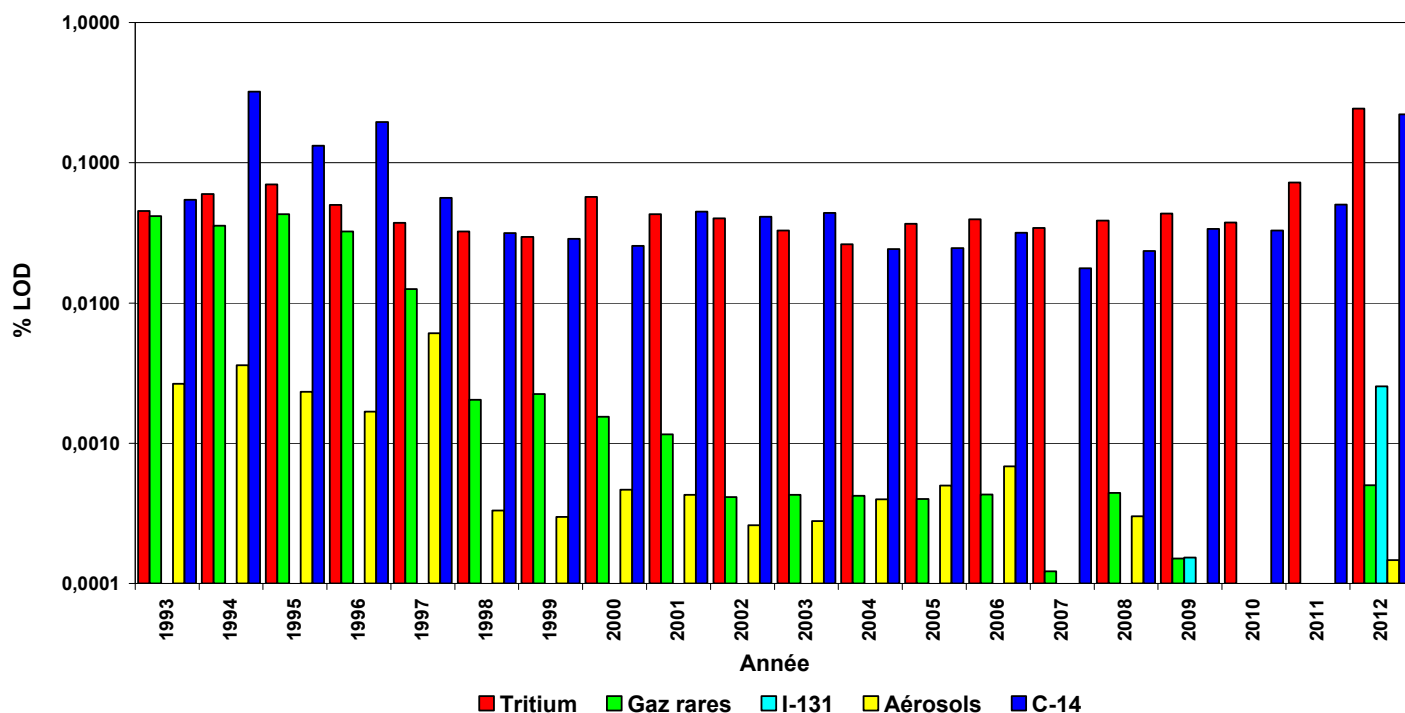


Figure 2.2 Rejets aériens annuels pour la période 1993-2012 exprimés en % LOD.

2.2. EFFLUENTS LIQUIDES

Les principaux effluents liquides du site de Gentilly, incluant les effluents radiologiques de la centrale nucléaire, sont rejetés via la conduite d'évacuation de l'eau de circulation (EDC), celle-ci incluant l'eau brute d'alimentation (EBA), par la conduite d'évacuation de l'eau brute de refroidissement (EBR), par les étangs aérés d'épuration des eaux usées sanitaires (carte 5) ainsi que par le réseau de drainage pluvial (carte 8).

Tout comme celle liée aux rejets atmosphériques, l'activité radiologique issue des rejets liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2 demeurera malgré que la production d'électricité ait définitivement cessé. Pour les figures du présent rapport annuel, la fin de l'exploitation de la centrale n'étant effective que depuis la toute fin du mois de décembre 2012, aucune variation ne peut encore être attribuée à une quelconque manœuvre de préparation à l'état de stockage sûr.

Les radionucléides les plus susceptibles d'être relâchés à même les effluents liquides, en conditions normales d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, sont présentés au tableau 2.3 de même que les valeurs limites opérationnelles dérivées liquides qui leur sont associées. Elles sont calculées de façon similaire aux LOD aériennes et sont également conformes à la norme ACNOR N288.1-08.

Tableau 2.3 Principales limites de rejets radiologiques liquides à la centrale de Gentilly-2.

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

Les valeurs mensuelles de la figure 2.3 sont associées aux principaux radioéléments en présence aux rejets liquides de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2012, exprimées en pourcentage de LOD.

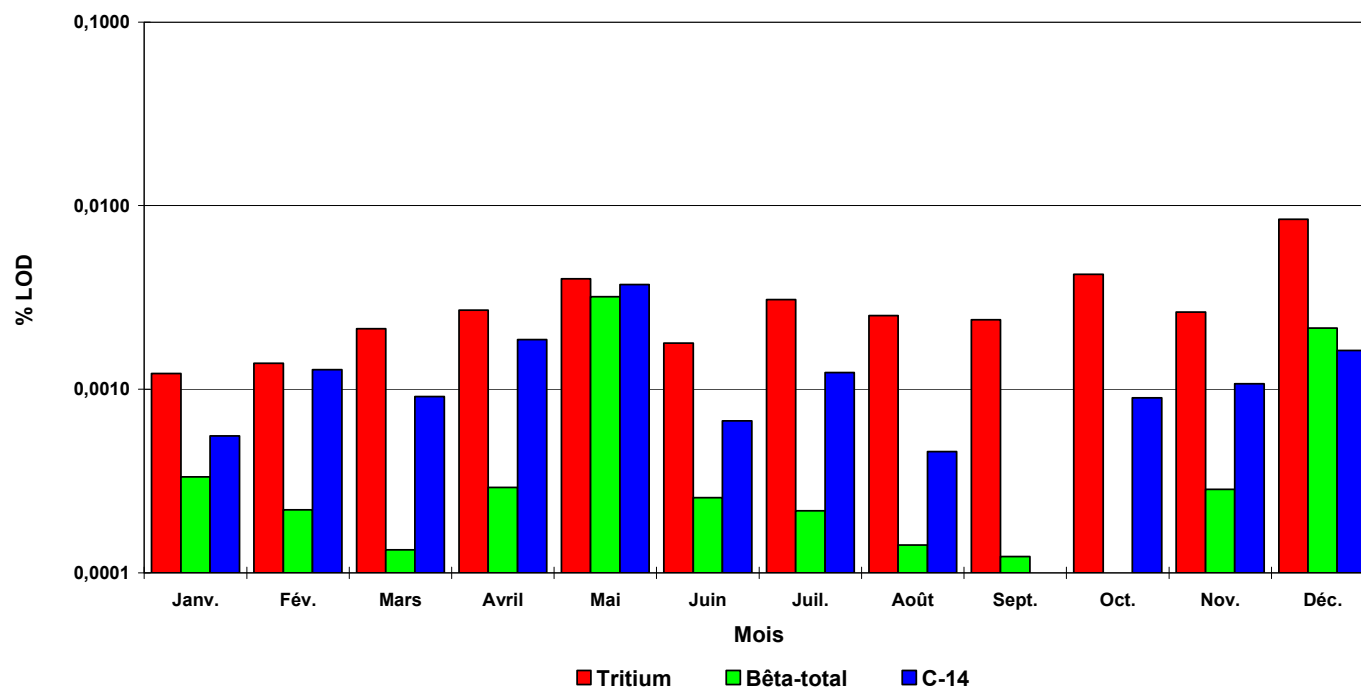


Figure 2.3 Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2012 exprimés en % LOD.

En 2012, toute dernière année de production électrique de la centrale de Gentilly-2, l'activité radiologique de tritium mesurée dans les rejets liquides est demeurée, et ce tout au long de l'année, en deçà d'une valeur correspondant à 0,01 % de la LOD mensuelle. Il en est d'ailleurs de même pour le carbone-14 et pour le paramètre intégrateur qu'est celui de l'activité bêta-total. La valeur mensuelle maximale d'activité de tritium dans les rejets liquides fut mesurée au mois de décembre 2012. Cette constatation prévaut d'ailleurs de façon générale pour tout le dernier trimestre de l'année, où des opérations de dédeutérification des résines échangeuses d'ions ont été plus soutenues et ce, autant pour les systèmes de purification ionique de l'eau lourde du caloporteur que ceux du modérateur.

La baisse importante de l'activité bêta-total mesurée dans les rejets liquides aux mois d'août, de septembre et d'octobre correspond exactement à la période d'arrêt prolongée survenue en raison d'une fuite à la garniture d'une pompe du système modérateur, qui avait nécessité son remplacement. Bien que l'analyse des valeurs mensuelles de l'activité radiologique en carbone-14 semble ponctuée de fluctuations importantes, sa valeur mensuelle maximale, celle du mois de mai 2012, est tout de même demeurée inférieure à 0,004% de la limite opérationnelle dérivée. La valeur de cette même limite étant relativement restrictive, en comparaison des autres radioéléments présents aux rejets liquides, il est attendu que les variations de ratios peuvent paraître d'autant plus importantes.

Le tableau 2.4 présente les valeurs mensuelles d'activité radiologique totale pour chacun des radionucléides ou classes de rejets d'intérêt dans les effluents liquides en 2012.

Tableau 2.4 Activité radiologique des principaux radionucléides ou classes de rejets issue des effluents liquides à la centrale de Gentilly-2, 2012.

MOIS 2012	TRITIUM	BÊTA-TOTAL	CARBONE-14
	Bq	Bq	Bq
JANVIER	$1,17 \times 10^{13}$	$4,87 \times 10^7$	$1,12 \times 10^9$
FÉVRIER	$1,33 \times 10^{13}$	$3,22 \times 10^7$	$2,56 \times 10^9$
MARS	$2,06 \times 10^{13}$	$1,95 \times 10^7$	$1,83 \times 10^9$
AVRIL	$2,60 \times 10^{13}$	$4,27 \times 10^7$	$3,73 \times 10^9$
MAI	$3,85 \times 10^{13}$	$4,66 \times 10^8$	$7,45 \times 10^9$
JUIN	$1,71 \times 10^{13}$	$3,75 \times 10^7$	$1,35 \times 10^9$
JUILLET	$2,97 \times 10^{13}$	$3,18 \times 10^7$	$2,47 \times 10^9$
AOÛT	$2,42 \times 10^{13}$	$2,07 \times 10^7$	$9,15 \times 10^8$
SEPTEMBRE	$2,30 \times 10^{13}$	$1,79 \times 10^7$	$1,26 \times 10^8$
OCTOBRE	$4,07 \times 10^{13}$	$1,35 \times 10^7$	$1,80 \times 10^9$
NOVEMBRE	$2,53 \times 10^{13}$	$4,17 \times 10^7$	$2,14 \times 10^9$
DÉCEMBRE	$8,12 \times 10^{13}$	$3,15 \times 10^8$	$3,26 \times 10^9$

Tout comme la précision avait aussi été apportée dans le cadre de l'analyse de la figure 2.2 relative aux valeurs annuelles de rejets aériens de la période 1993-2012, un rappel pertinent doit être fait pour l'interprétation de la figure 2.4, récapitulant également les rejets des 20 dernières années, mais pour les rejets liquides.

Ainsi, la baisse présumée de l'activité radiologique des rejets liquides de l'année 2012, en comparaison de l'année précédente, est plutôt attribuable au fait qu'il s'agisse de la toute première année où les nouvelles limites opérationnelles dérivées aient été appliquées sur une année complète. C'est du moins le cas pour le tritium et le carbone-14, radioéléments pour lesquels une hausse d'activité radiologique fut d'ailleurs constatée en 2012 et ce, sans égard aux ratios de LOD. Dans un autre ordre, l'activité radiologique bêta-total présente quant à elle une baisse très marquée. Ces constats ne traduisent pas un changement drastique au niveau des activités radiologiques issues des rejets liquides mais confirment plutôt les modifications des valeurs limites de rejets permises.

À la figure 2.4, il est possible de percevoir les tendances à long terme de l'activité radiologique annuelle issue des rejets liquides de la centrale nucléaire de Gentilly-2. La période charnière marquant le passage aux nouvelles valeurs de limites opérationnelles dérivées est en juin 2011.

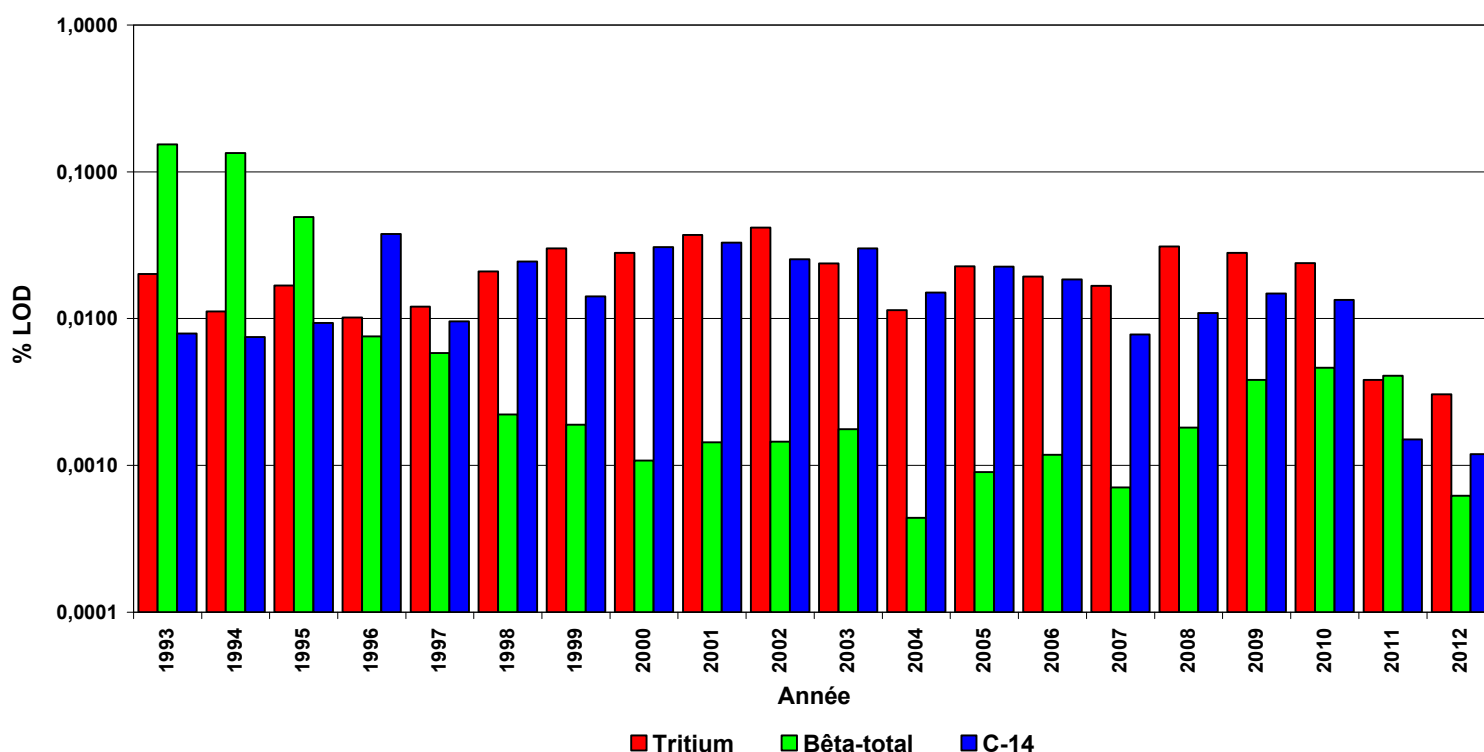


Figure 2.4 Rejets liquides annuels pour la période 1993-2012 exprimés en % LOD.

2.2.1. Réservoirs de stockage des eaux radioactives

Une série de réservoirs (5) de récupération des eaux radioactives drainent l'ensemble des eaux potentiellement radioactives provenant de différents systèmes de la centrale. L'eau de ces réservoirs est analysée avant chacun des rejets (analyses radiologiques et physico-chimiques), neutralisée si nécessaire, puis acheminée à la conduite d'évacuation de l'EDC. L'activité radiologique ainsi mesurée dans ces réservoirs est comptabilisée aux émissions radiologiques liquides de la centrale et ce, en fonction des limites opérationnelles dérivées en vigueur. Le débit moyen associé à cet effluent est quant à lui estimé à $64 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$. Ainsi en 2012, ce sont près de 600 réservoirs de récupération des eaux radioactives qui ont été vidangés à la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Outre les apports d'eau découlant d'activités réalisées à l'intérieur des bâtiments de la centrale nucléaire de Gentilly-2, certains puisards du site de la centrale, de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) lorsque certaines concentrations sont supérieures aux critères établis, ainsi que des eaux usées industrielles sont acheminées à l'unité de traitement des eaux industrielles par le biais d'un réservoir mobile. Ces volumes d'eau récupérés au moyen de l'unité mobile sont tous gérés en fonction de critères de rejets prédéterminés, analysés et contrôlés au besoin, pour ensuite être vidangés dans un des cinq réservoirs de récupération des eaux radioactives.

Les activités radiologiques discutées précédemment aux figure 2.3 et tableau 2.4, sont donc celles issues de cette série de réservoirs (5) de récupération des eaux radioactives drainant l'ensemble des eaux potentiellement radioactives provenant de différents systèmes de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

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 2012. 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 8).

Tableau 2.5 Activité des principaux contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, centrale de Gentilly-2, 2012.

PUISARD	DATE	TRITIUM (Bq.L ⁻¹)	β-TOTAL (Bq.L ⁻¹)	¹⁴ C (Bq.L ⁻¹)
MCH-1	2012-04-03	842 ± 9	0,07 ± 0,02	< 0,2
	2012-07-31	514 ± 8	0,07 ± 0,02	< 0,2
	2012-10-16	3 115 ± 32	0,04 ± 0,02	< 0,2
MCH-2	2012-04-03	106 ± 4	0,04 ± 0,02	< 0,2
	2012-07-31	395 ± 7	0,06 ± 0,02	< 0,2
	2012-10-16	41 ± 4	0,04 ± 0,02	< 0,2
MCH-3	2012-04-03	768 ± 8	0,07 ± 0,02	< 0,2
	2012-07-31	< 6	0,03 ± 0,02	< 0,2
	2012-10-16	1 877 ± 19	0,06 ± 0,02	< 0,2

Aux trois périodes d'échantillonnage du printemps, de l'été et de l'automne 2012, pour chacun des trois puisards pluviaux du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2, l'activité en tritium n'a montré aucune valeur préoccupante bien que des variations aient été constatées. Ainsi, la valeur maximale rencontrée de 3 115 Bq.L⁻¹ fut mesurée au puisard MCH-1, celui dans lequel aboutissent les regards ceinturant la cour intérieure à l'est et au sud du bâtiment réacteur de la centrale de Gentilly-2, et de sa cheminée principale. Les eaux de surface qui s'y infiltrent sont donc sujettes au dépôt du tritium émis.

En aucun temps, des concentrations de carbone-14 n'ont été détectées à des valeurs supérieures aux limites attribuables aux appareils de laboratoire. En ce qui concerne l'activité en bêta-total, les valeurs mesurées sont toutes très faibles et stables tout au long des différentes périodes d'échantillonnage.

3.0 BILAN DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES ET RÉSULTATS DU SUIVI DES EFFLUENTS LIQUIDES – VOLET PHYSICO-CHIMIQUE

Les prochaines sections dressent un bilan des principaux contaminants atmosphériques émis par les activités de la centrale de Gentilly-2 et rapportent les résultats du suivi des effluents liquides pour le volet physico-chimique.

3.1. ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

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

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

Le tableau 3.1 présente les consommations de produits pétroliers de 2010 à 2012. Ces produits pétroliers sont utilisés dans le cadre des activités d'exploitation, d'entretien et de surveillance de la centrale de Gentilly-2. Les données concernant la consommation de produits pétroliers sont obtenues par le magasin de la centrale qui gère les entrées et sorties de matériel.

Tableau 3.1 Quantité de produits pétroliers consommés à la centrale de Gentilly-2.

Types de produits pétroliers	Quantités consommées par année (litres)		
	2010	2011	2012
Gaz de pétrole liquéfié (propane) <i>Utilisé par les chariots élévateurs d'HQ</i>	3 665	2 552	2 320
Essence <i>Utilisé par les véhicules légers d'HQ</i>	3 561	21 892	24 452
Diésel clair <i>Utilisé par les véhicules lourds d'HQ</i>	9 661	17 038	24 843
Diésel coloré <i>Utilisé par les moteurs stationnaires d'HQ</i>	261 145	215 287	292 526
Mazout <i>Chaudière temporaire utilisée lors des arrêts</i>	134 912	184 829	129 757

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

En 2012, la consommation de combustible diésel a été légèrement plus élevée que les années antérieures parce que des essais supplémentaires ont été faits sur des génératrices d'urgence dans le cadre d'une évaluation technique d'exploitabilité.

De plus, en 2012, de nouveaux équipements qui consomment du diesel se sont ajoutés : un groupe électrogène de secours, un réservoir de réserve pour le groupe électrogène de secours, deux motopompes ainsi qu'un réservoir mobile de diesel. Ces équipements ont été ajoutés suite aux recommandations tirées de l'événement de Fukushima Daiichi.

Le tableau 3.2 présente les émissions de produits de combustion calculées en fonction du type de moteur et de combustible. En 2012, la méthode de calcul des émissions de GES pour les véhicules lourds a été revue. Afin de comparer les émissions de GES, l'ensemble des émissions pour les années 2010 à 2011 ont été recalculées en considérant cette nouvelle méthode. De cette façon, les données publiées dans ce présent rapport sont toutes basées sur la même méthode de calcul. Pour cette raison, une légère augmentation de GES est observable pour les années 2010 et 2011, comparativement aux quantités publiées dans les rapports annuels des années antérieures.

Tableau 3.2 Émissions totales de produits de combustion à la centrale de Gentilly-2.

Contaminants	Émissions atmosphériques (tonne)		
	2010	2011	2012
NO _x	28,12	32,85	36,52
CO	7,23	10,47	11,81
SO _x	0,07	0,10	0,13
Particules totales	1,26	1,54	1,50
CO ₂	1 117,10	1 188,72	1 276,34
COV	1,39	1,88	1,85
CH ₄	0,02	0,02	0,02
N ₂ O	0,02	0,03	0,03
eq CO ₂	1 122,28	1 197,78	1 286,39

3.1.2. Gaz réfrigérants et SF₆

À Gentilly-2, les chlorofluorocarbures (CFC) et les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) sont utilisés pour la réfrigération. Pour chaque intervention sur les systèmes, un registre est tenu afin de comptabiliser les pertes et recharges de gaz dans les systèmes. La comptabilisation des émissions des chlorofluorocarbures dans l'environnement se fait en considérant les quantités de gaz réfrigérants ajoutées dans ces équipements. En 2012, aucun CFC n'a été perdu à l'atmosphère alors que 71,5 kg de HCFC ont été perdus. Les deux pertes de gaz réfrigérants supérieures à 10 kg ont été rapportées à Environnement Canada tel que le prévoit le *règlement fédéral sur les halocarbures* (2003) (DORS/2003-289) et au MDDEFP, pour la seule fuite supérieure à 25 kg, tel que le prévoit le *règlement sur les halocarbures* (chapitre Q-2, r. 29).

3.2. EFFLUENTS LIQUIDES

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

- La conduite d'évacuation de l'eau de circulation (EDC);
- La conduite d'évacuation de l'eau brute d'eau de refroidissement (EBR);
- Les étangs aérés pour l'épuration des eaux usées sanitaires;
- Le réseau de drainage pluvial.

Ces quatre réseaux terminent leur course au canal de rejet de la centrale de Gentilly-2. Cette section présente le bilan des résultats de la surveillance physico-chimique des effluents liquides pour lesquels des normes ou des cibles d'exploitation sont établies. Les différents paramètres et critères de surveillance physico-chimique sont documentés dans le *Programme de surveillance environnementale de la centrale de Gentilly-2* (Hydro-Québec, 2009) qui a été élaboré initialement par le MDDEFP et Hydro-Québec lors de l'émission du décret 536-2007 du 27 juin 2007 concernant la délivrance d'un certificat d'autorisation pour le projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs de la centrale Gentilly-2. Ce programme a par la suite été révisé en 2009.

3.2.1. Eau de circulation (EDC) et autres effluents

Le système d'eau de circulation sert principalement à condenser la vapeur ayant actionné la turbine. L'eau provenant des deux pompes d'eau de circulation est envoyée aux quatre boîtes d'eau du condenseur, qui augmente sa température d'environ 12 °C, pour ensuite être rejetée au fleuve via le canal de rejet. Suite à une demande du MDDEFP, l'eau de circulation n'est plus chlorée. Ce système a une unique débit environ 2 125 000 m³.jour⁻¹, ce qui en fait le plus grand consommateur d'eau de la centrale.

D'autres effluents en provenance de différents systèmes se déversent dans la conduite d'évacuation de l'EDC, avant l'arrivée au canal de rejet. Ces effluents proviennent de l'eau brute d'alimentation (EBA), la purge des générateurs de vapeur, les fosses de déminéralisation et de pré-traitement, le 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 physico-chimiques que l'on retrouve dans le *Programme de surveillance environnementale de la centrale de Gentilly-2* (Hydro-Québec, 2009).

3.2.1.1 Purge et vidange du système de générateurs de vapeur (GV)

La purge des GV est utilisée afin de réduire les impuretés ioniques et les matières solides dans le but de protéger l'intégrité des tubes. La purge commune des quatre générateurs de vapeur s'effectue en continu à un débit nominal de 475 m³.jour⁻¹. Les paramètres ayant des normes à respecter dans la purge des GV sont les concentrations d'hydrazine et de morpholine. Lors des arrêts, la purge des GV est mise hors service jusqu'au moment où le réacteur excède 30% de puissance. Le tableau 3.3 présente les résultats d'analyses de la purge des GV.

Tableau 3.3 Concentrations de morpholine et d'hydrazine mesurées à la purge des GV, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	NORMES	RÉSULTATS	
		moyenne	valeur maximale
Hydrazine	0,040 mg.L ⁻¹	0,013 mg.L ⁻¹	0,070 mg.L ⁻¹
Morpholine	48 mg.L ⁻¹	20,4 mg.L ⁻¹	53,3 mg.L ⁻¹

La concentration moyenne annuelle d'hydrazine mesurée dans la purge des GV est de 0,013 mg.L⁻¹.

Pour l'hydrazine, un seul dépassement de norme ($0,070 \text{ mg.L}^{-1}$) a été mesuré lors d'un arrêt non-planifié du 9 au 12 mai 2012. La course de la pompe d'addition d'hydrazine a été réajustée pour corriger la situation. La valeur moyenne calculée pour la morpholine est de $20,4 \text{ mg.L}^{-1}$ et la concentration maximale mesurée a dépassé la norme de 48 mg.L^{-1} atteignant la valeur de $53,3 \text{ mg.L}^{-1}$ durant un redémarrage au mois de septembre 2012. L'écart a duré environ six heures, le temps de réajuster la course de la pompe d'addition de morpholine.

3.2.1.2 Fosse de prétraitement et fosse de déminéralisation

La production d'eau déminéralisée, utilisée principalement pour le fonctionnement de la turbine, est effectuée en trois étapes. L'eau du fleuve est clarifiée dans un pulsateur, filtrée sur un lit de sable et déminéralisée à l'aide de résines échangeuses d'ions. Le pulsateur qui utilise un flocculant et un aide-coagulant enlève environ 90% des matières en suspension. Les boues produites par le pulsateur représentent environ 75 kg de matières sèches par jour. Les filtres à sable sont utilisés comme unité de polissage et leur fonction est d'amener la turbidité de l'eau à $<1 \text{ NTU}$. Les rejets provenant du lavage à contre-courant des filtres à sable sont collectés dans la fosse de prétraitement et le pH est mesuré et ajusté si requis, avant chaque vidange. Une fois filtrée sur le sable, l'eau est pompée dans une chaîne de déminéralisation qui contient trois colonnes échangeuses d'ions et dont le but est d'extraire les impuretés ioniques. Les résines anioniques et cationiques sont régénérées respectivement avec des solutions d'hydroxyde de sodium et d'acide sulfurique. Ces solutions et les eaux de rinçage post-régénération sont acheminées dans la fosse de déminéralisation. Le pH est mesuré et ajusté si requis selon les normes du MDDEFP, avant rejet dans la conduite de l'EDC à un débit d'environ $215 \text{ m}^3.\text{jour}^{-1}$.

Les boues des fosses de prétraitement et de déminéralisation sont pompées à tous les cinq ans selon le programme d'entretien préventif. Le dernier nettoyage des fosses a eu lieu en 2011. Le tableau 3.4 présente les résultats de la surveillance des fosses de prétraitement, de déminéralisation et de la sortie du décanteur pour l'année 2012.

Tableau 3.4 Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop plein du décanteur, centrale de Gentilly-2, 2012.

ORIGINE DE L'EFFLUENT	PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	RÉSULTATS		
				moyenne	valeur maximale	valeur minimale
Fosse de déminéralisation	Aluminium extractible	----	$3,8 \text{ mg.L}^{-1}$	14	94	1,3
	pH	5,5 à 9,5	-----	7,8	9,1	7,3
Fosse de prétraitement	Aluminium extractible	----	$3,8 \text{ mg.L}^{-1}$	44	150	1,4
	pH	5,5 à 9,5	-----	7,8	9,0	6,0
Sortie du décanteur	MES	30 mg.L^{-1}	-----	<4	20	<3

Au cours de l'année 2012, aucun dépassement de norme relatif au pH n'a été mesuré dans les fosses de prétraitement et de déminéralisation. Chaque fosse est analysée avant la vidange et le pH est ajusté si requis par l'addition d'hydroxyde de sodium ou d'acide sulfurique.

Le tableau 3.4 nous indique que la concentration moyenne d'aluminium mesurée dans la fosse prétraitement et dans la fosse de déminéralisation dépasse régulièrement la cible établie à 3,8 mg.L⁻¹. Cette problématique sera solutionnée par la mise en service de la nouvelle usine d'eau déminéralisée prévue en 2013.

3.2.1.3 Réservoir de stockage des eaux radioactives

Le système de gestion des déchets liquides radioactifs reçoit toutes les eaux contaminées radiologiquement des systèmes potentiellement radioactifs de la centrale. Ces eaux sont entreposées dans cinq réservoirs d'une capacité de 60 000 litres. Lorsqu'un réservoir est plein, des analyses chimiques et radiologiques sont effectuées afin de déterminer l'acceptabilité du rejet. Si toutes les normes chimiques et radiologiques sont respectées, le contenu du réservoir est pompé dans la conduite d'évacuation de l'eau de circulation (EDC). Advenant le dépassement d'un critère, à l'exemple des hydrocarbures pétroliers, de la morpholine, du pH ou de l'hydrazine, Hydro-Québec s'assure que les eaux destinées au rejet soient neutralisées conformément au manuel d'exploitation. Des analyses supplémentaires sont par la suite effectuées et la procédure se répète jusqu'à ce que les effluents respectent pleinement les critères avant qu'un rejet ne soit autorisé. Le tableau 3.5 présente les résultats des analyses physico-chimiques réalisées aux réservoirs de stockage des eaux radioactives avant neutralisation. La section suivante 3.2.1.4 présente quant à elle, les résultats des analyses effectuées à l'effluent final de l'EDC.

Tableau 3.5 Résultats des analyses physico-chimiques des réservoirs de stockage des eaux radioactives, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	NORMES	RÉSULTATS		
		moyenne	valeur maximale	valeur minimale
C ₁₀ -C ₅₀	5 mg.L ⁻¹	<0,1	0,2	<0,1
Morpholine	48 mg.L ⁻¹	<15	<15	<15
Hydrazine	0,04 mg.L ⁻¹	0,002	0,013	0,001
pH	5,5 à 9,5	8,0	9,6	7,1

3.2.1.4 Effluent final de l'EDC

Dans le *Programme de surveillance environnementale* (2009), les principaux paramètres physico-chimiques suivis à l'effluent de l'EDC sont le pH, l'hydrazine, la morpholine, les toxicités aigüe et chronique ainsi que la différence de température entre l'affluent et l'effluent (section 3.2.5). L'échantillon de l'EDC est un composite de 24 heures qui est prélevé mensuellement à l'aide d'un échantillonneur automatique qui est situé dans une station d'échantillonnage localisée à la jonction de la canalisation de l'EDC et du canal de rejet. Le tableau 3.6 présente les résultats des paramètres physico-chimiques effectués au cours de l'année 2012.

Tableau 3.6 Résultats des analyses physico-chimiques de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES SUIVIS À L'EDC	NORMES	RÉSULTATS		
		moyenne	valeur maximale	valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	8,0	8,3	7,7
Hydrazine (mg.L ⁻¹)	----	<0,01	0,038	<0,005
Morpholine (mg.L ⁻¹)	----	<15	<15	<15
Toxicité aigüe	< 1 UTa	<1	---	---
Toxicité chronique	< 2,3 UTc	<2.3	---	---

Les valeurs obtenues par un laboratoire externe accrédité pour le pH varient entre 7,7 et 8,3 ce qui correspond aux variations de pH mesurées dans le fleuve Saint-Laurent pour l'année courante. En ce qui concerne les analyses d'hydrazine, elles sont effectuées par le CEAEQ depuis février 2012 et les résultats ne démontrent aucune anomalie. Les valeurs obtenues pour la morpholine sont sous le seuil de détection. Les essais de toxicité sont réalisés par un laboratoire externe accrédité et démontrent hors de tout doute que les critères du MDDEFP sont respectés.

3.2.2. Eau brute de refroidissement (EBR)

L'eau brute de refroidissement (EBR) est un système de refroidissement à passe unique qui pompe l'eau brute du fleuve à un débit d'environ 656 000 m³.jour⁻¹ en été et 328 000 m³.jour⁻¹ en hiver. L'eau brute peut circuler dans quatre échangeurs de chaleur pour permettre le contrôle de la température d'une boucle fermée d'eau déminéralisée qui se nomme système d'eau de service recirculée (ESR). Les équipements desservis par l'ESR sont situés dans le bâtiment réacteur, le bâtiment turbine et le bâtiment des services. Les résultats des principaux paramètres physico-chimiques sont présentés au tableau 3.7.

Tableau 3.7 Résultats d'analyses de l'eau brute de refroidissement, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES SUIVIS À L'EBR	NORMES	RÉSULTATS		
		moyenne	valeur maximale	valeur minimale
pH	5,5 à 9,5	8,0	8,2	7,7
Toxicité aigüe	< 1 UTa	< 1 UTa	---	---
Toxicité chronique	< 2,3 UTc	< 2,3 UTc	---	---

Les mesures de pH qui ont été obtenues pour l'EBR sont similaires aux mesures de pH de l'EDC et suivent les variations de pH enregistrées dans le fleuve Saint-Laurent. Les résultats des essais de toxicité aigüe et chronique sont conformes aux normes applicables.

3.2.3. Eaux usées sanitaires

Les eaux usées sanitaires de la centrale de Gentilly-2, dont le débit moyen a été de $113 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$ en 2012, sont collectées dans une station de pompage et traitées dans un étang aéré. L'eau transite dans deux cellules qui sont aérées par des pompes submersibles et dans une troisième cellule non aérée pour permettre la sédimentation des matières en suspension. 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 le canal de rejet. Les résultats du suivi environnemental sont illustrés au tableau 3.8.

Tableau 3.8 Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	RÉSULTATS		
			moyenne	valeur maximale	valeur minimale
DBO ₅	<30 mg.L ⁻¹	---	5,3	11,0	<3,0
Coliformes fécaux	< 20 000 c.f.100 mL ⁻¹	---	16 000	81 000	430
Huile et graisse (C ₁₀ -C ₅₀)	Absence de film visible à la surface	mg.L ⁻¹	<0,1	<0,1	<0,1
Oxygène dissous (O ₂)	---	> 2 mg.L ⁻¹	7,2	14,6	1,1

Les résultats d'analyses obtenus pour la DBO₅ et les huiles et graisses respectent les normes qui sont respectivement de 30 mg.L⁻¹ et de l'absence de film visible à la surface lors des inspections mensuelles. Toutefois, lors de l'échantillonnage de l'effluent du mois d'octobre, le dénombrement des coliformes fécaux a donné un résultat de 81 000 c.f.100 mL⁻¹, ce qui excède la norme de 20 000 c.f.100 mL⁻¹. Pour corriger cette anomalie, les câbles retenant les membranes semi-perméables ont été libérés du poids de la végétation qui les entraînait sous le niveau de l'eau et brisant l'étanchéité entre les trois cellules. Par la même occasion, les câbles supportant les deux membranes ont été tendus jusqu'à ce que la partie supérieure des deux membranes sorte de l'eau, améliorant ainsi l'étanchéité des trois cellules. Après l'exécution des travaux, un deuxième échantillon a été prélevé et le résultat obtenu pour le dénombrement des coliformes fécaux était de 430 c.f.100 mL⁻¹. Dans le but d'optimiser le rendement de l'étang aéré, la végétation qui pousse sur les berges de l'étang aéré a été coupée et les lentilles aquatiques qui flottent à la surface de l'eau ont été enlevées au mois d'octobre, afin d'éviter que les phosphates soient relargués durant la période hivernale.

Enfin, lors du mois de juillet 2012, la concentration d'oxygène dissous dans l'eau de la cellule 3 de l'étang aéré a été inférieure au critère de 2 mg.L⁻¹ (1,1 mg.L⁻¹). De façon préventive, un troisième aérateur sera remis en service pour la période estivale 2013, favorisant ainsi l'oxygène dissous.

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

Le système de drainage des eaux pluviales est composé de trois branches qui collectent les eaux de surface et des toits à l'intérieur de la digue, dans trois postes de pompage. Chacun des postes possède deux pompes qui démarrent sur haut niveau et qui évacuent l'eau au fleuve. Des analyses sont effectuées deux fois par année. Les moyennes sont présentées au tableau 3.9.

Tableau 3.9 Moyenne des résultats d'analyses des réseaux d'égouts pluviaux (MCH-1, 2, 3), centrale de Gentilly-2, 2012.

Réseau	Chlorure Norme NA mg.L ⁻¹	Chrome Norme NA mg.L ⁻¹	Plomb Norme NA mg.L ⁻¹	Fer Norme NA mg.L ⁻¹	C ₁₀ -C ₅₀ Norme 2 mg.L ⁻¹ mg.L ⁻¹	MES Norme NA mg.L ⁻¹
MCH-1	65	0,11	0,07	140	0,8	4 424
MCH-2	43	<0,01	<0,01	1,0	<0,1	<5,3
MCH-3	228	<0,01	<0,01	1,0	<0,3	48

NA : Non applicable

La valeur moyenne élevée pour les matières en suspension du MCH-1 (4 424 mg.L⁻¹) est une conséquence de travaux d'excavation qui ont été réalisés au second trimestre de 2012. La valeur obtenue pour les huiles et graisses (0,8 mg.L⁻¹) s'explique par le fait que le MCH-1 collecte les eaux du stationnement. Compte tenu que le MCH-3 recueille les eaux de surface des voies de circulation les plus utilisées où l'on répand beaucoup de sels fondants, il est normal que les chlorures soient plus élevés dans ce puisard de recueil (228 mg.L⁻¹).

3.2.5. Suivi de la variation de température des effluents

La différence de température, exprimée en delta T (ΔT) entre l'entrée et la sortie de l'EBR et l'EDC, est évaluée en continu (voir figure 3.2). La température de l'eau d'entrée (affluent) est mesurée de façon continue à l'entrée du pulsateur, tandis que les températures de sortie (effluent) de l'EDC et de l'EBR sont mesurées dans chacune des deux conduites d'évacuation qui se jettent dans le canal de rejet. Les résultats sont présentés au tableau 3.10.

Tableau 3.10 Mesures de température, EBR et EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.

EFFLUENTS	PARAMÈTRES	CIBLES	RÉSULTATS (°C)	
			moyenne	valeur maximale
EBR	T°C	--	18,2	33,8
	ΔT °C	8,0 °C en exploitation	6,9	12,5
EDC	T°C	--	21,4	38,5
	ΔT °C	14,1 °C en exploitation	12,0	22,8

La valeur moyenne pour le delta température de l'EBR rencontre la cible d'exploitation de 8°C. Cependant, il y a eu des dépassements de cette cible durant l'année en raison des manœuvres d'exploitation effectuées pour contrôler la température de la boucle en circuit fermé de l'eau de service recirculée (ESR) qui sert à refroidir les équipements dans les trois bâtiments de la centrale. Il en est de même pour la valeur moyenne du delta température de l'EDC, qui dépasse occasionnellement la cible de 14,1°C lorsque la centrale est en exploitation.

Outre les variations de puissance du réacteur, deux manœuvres d'exploitation particulières peuvent aussi expliquer cet écart : l'isolation d'une des quatre boîtes d'eau dans le condenseur principal fait augmenter la température (et le delta) de 3°C et l'arrêt d'une des deux pompes d'eau de circulation qui augmente la température (et le delta) de 6°C.

La figure 3.1 présente les températures mesurées à l'affluent et aux effluents de la centrale Gentilly-2 pour l'année 2012.

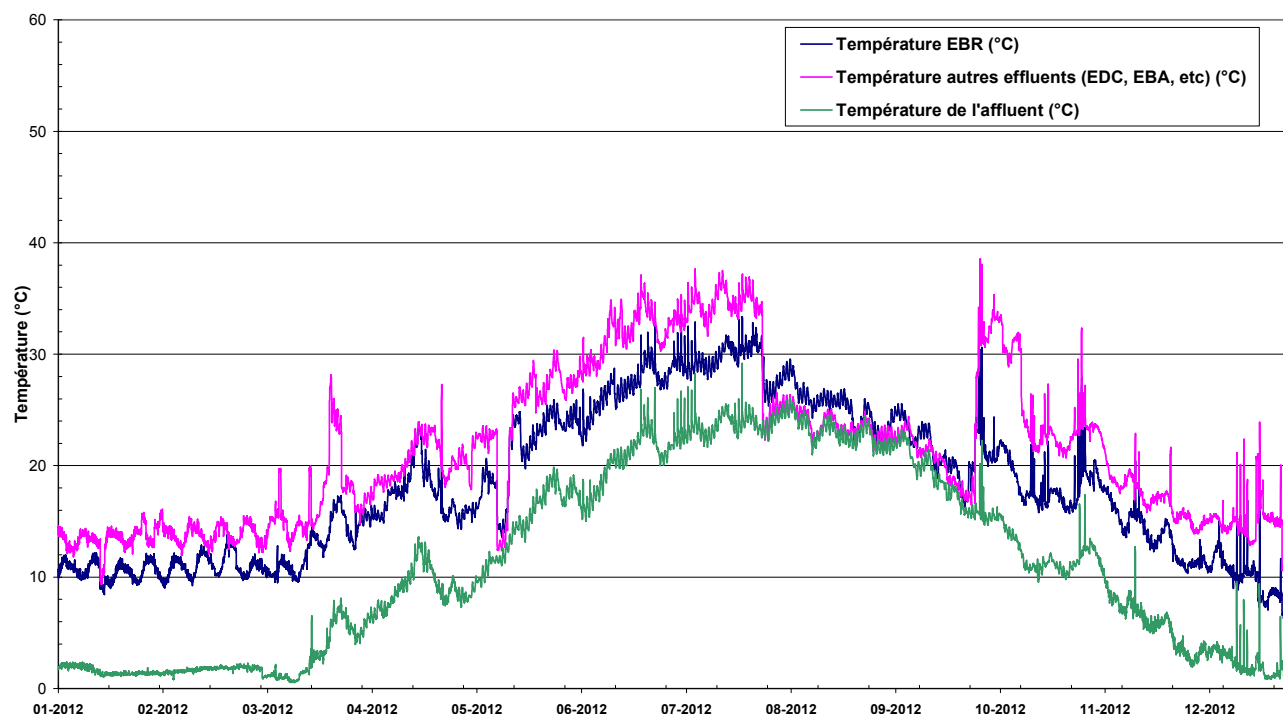


Figure 3.1 Température de l'EBR et de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.

Au premier trimestre, il y a eu plusieurs manœuvres d'exploitation qui expliquent les variations illustrées par la température de sortie de l'EDC. Il y a eu sept isolations de boîtes d'eau du condenseur principal, deux arrêts de pompe d'eau de circulation et une baisse de puissance à 60%. Au deuxième trimestre, le graphique nous indique un arrêt du réacteur du 9 au 12 mai 2012 et l'isolation de trois boîtes d'eau les 12, 15 et 19 juin 2012. Au troisième trimestre, la courbe de température de l'EDC a été affectée par un arrêt du réacteur d'une durée de deux mois, soit du 27 juillet au 28 septembre 2012. Finalement, au quatrième trimestre, il y a eu deux arrêts de pompe EDC les 4 et 9 octobre 2012, et un troisième plus long du 20 au 28 décembre 2012 suivi de l'isolation d'une boîte d'eau et d'une baisse de puissance à 60%. Un arrêt complet du réacteur en fin d'année amène par ailleurs les courbes en un point commun au 31 décembre 2012.

En ce qui concerne la température de sortie de l'EBR, le graphique 3.1 nous montre une tendance qui suit de près l'évolution du fleuve selon les saisons avec un écart positif moyen de 6,9°C.

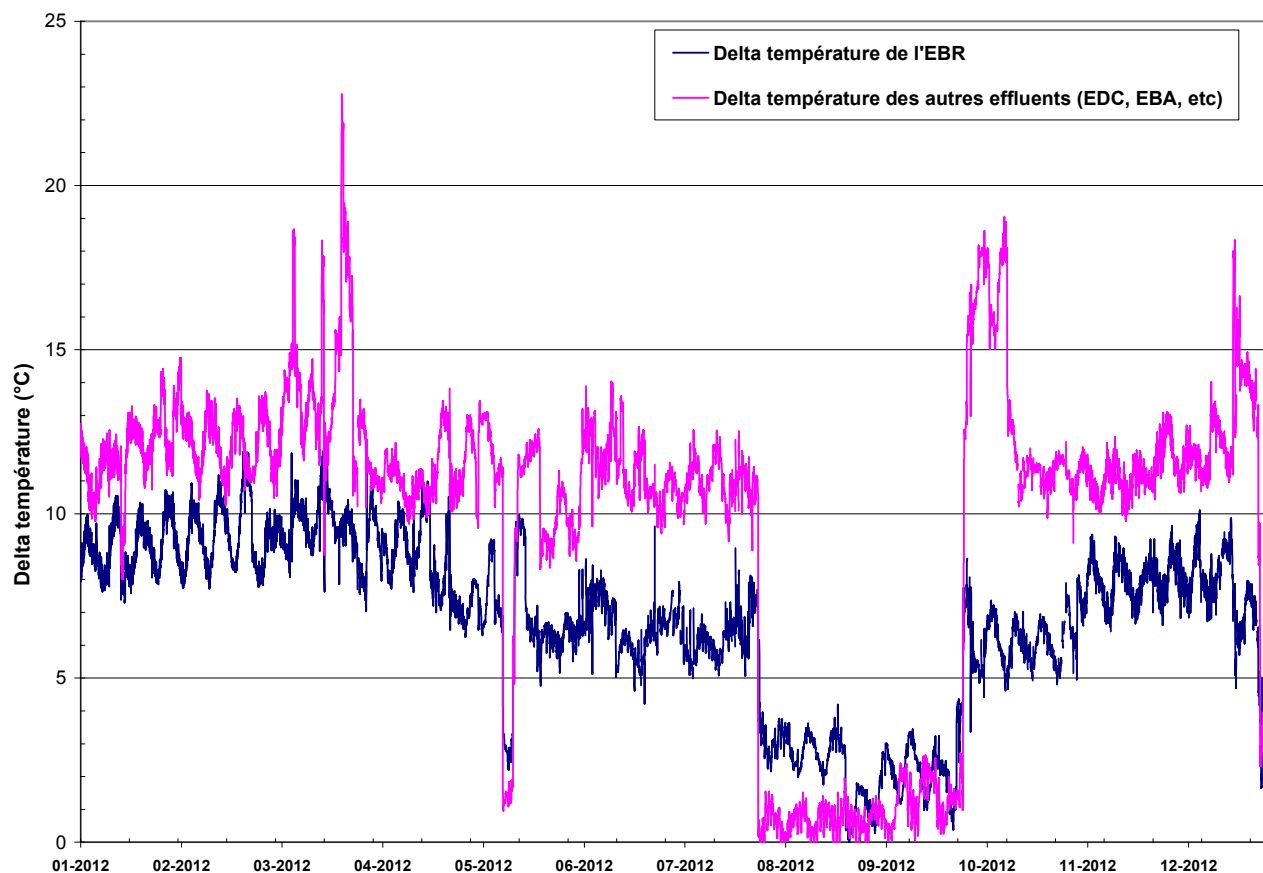


Figure 3.2 Delta T de l'EBR et de l'EDC, centrale de Gentilly-2, 2012.

La figure 3.2 montre la variation du delta température qui est mesurée en continu pour l'EDC et l'EBR. Les deux baisses subites de valeurs sont causées par des arrêts de centrale du 9 au 12 mai et du 27 juillet au 28 septembre 2012. Les hausses sont dues à des manœuvres d'exploitation telles que l'isolation d'une boîte d'eau ou l'arrêt d'une pompe d'eau de circulation, abordées à la rubrique précédente.

4.0 AUTRES SUIVIS D'ENGAGEMENT

Dans le cadre du *Programme de surveillance de l'environnement* (Hydro-Québec, 2009), d'autres engagements sont à suivre. Cette section présente les résultats de ces suivis.

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 sont utilisées dans les trois transformateurs. Une fois que l'eau a passé 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 8).

Le système de récupération d'huile est conçu de façon à pouvoir pomper l'eau huileuse dans des barils et de 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 programme de surveillance environnementale prévoit une inspection annuelle du réservoir de récupération et du séparateur d'huile pour vérifier l'épaisseur de la couche d'huile et l'épaisseur des dépôts solides. Les mesures effectuées en 2012 sont présentées au tableau suivant.

Tableau 4.1 Épaisseur d'huile, de dépôts et d'eau mesurés dans le système de récupération des huiles, centrale de Gentilly-2, 2012.

SYSTÈME	NIVEAUX MESURÉS (cm)		
	HUILE	DÉPÔTS	EAU
Bassin de récupération	0,0	2,5	90,0
Séparateur d'huile	0,0	2,5	195,0

4.2. SUIVI DU DÉPÔT À NEIGE

Hydro-Québec a reçu en 2008 un certificat d'autorisation pour exploiter un site de dépôt de neiges usées. Les neiges usées sont transportées dans le bassin de rétention de la digue de protection contre les inondations (carte 9) qui est situé au sud de l'IGDRS. Au printemps, l'eau s'écoule via le drainage de surface et passe par le puisard de la vanne guillotine 1520-V1, avant d'être rejetée au fleuve. Pour respecter les exigences du certificat d'autorisation, un suivi des eaux de surface et souterraines est effectué au printemps lors de la fonte des neiges, et en juillet et octobre de chaque année.

En 2012, la campagne d'échantillonnage pour la fonte des neiges a débuté le 19 mars 2012 et s'est terminée le 16 avril 2012. Les paramètres physico-chimiques analysés requis par le certificat d'autorisation proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2013B). Les résultats du suivi des paramètres radiologiques mesurés dans les eaux souterraines et de surface sont présentés dans la section 8 du rapport.

4.2.1 Eaux souterraines

Pour le suivi en période de fonte des neiges, les eaux souterraines sont échantillonnées dans les piézomètres suivants (carte 9) :

- P-1 (situé au nord du dépôt à neige);
- P-35, P37 et P-39 (situés au sud du dépôt à neige).

Pour chaque piézomètre, des analyses sont faites pour les échantillons prélevés à l'horizon C. Le tableau 4.2 présente un sommaire des résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques à l'horizon C pour les eaux souterraines en 2012.

Tableau 4.2 Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques pour les eaux souterraines (horizon C) lors du suivi de la fonte des neiges, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	NORMES	HORIZON C	
		MOY	MAX
Chlorure (mg.L ⁻¹)	860	2,6	7,3
Cyanure (mg.L ⁻¹)	NA	<0,006	<0,006
Cadmium (mg.L ⁻¹)	0,0021	<0,0009	<0,0009
Chrome (mg.L ⁻¹)	NA	<0,002	<0,002
Cuivre (mg.L ⁻¹)	0,0073	0,003	0,017
Fer (mg.L ⁻¹)	NA	1,8	27,0
Plomb (mg.L ⁻¹)	0,034	<0,002	0,003
Zinc (mg.L ⁻¹)	0,067	0,01	0,038
NA : Non Applicable			

Les résultats obtenus démontrent que tous les paramètres physico-chimiques sont à l'intérieur des normes du MDDEFP, sauf pour l'échantillon qui a été prélevé le 16 avril 2012 dans le P-1 où le cuivre a dépassé la norme de 0,0073 mg.L⁻¹.

4.2.2 Eaux de surface

Les eaux de surface sont échantillonnées à la chambre de contrôle de la vanne guillotine située à l'ouest du dépôt à neige (carte 9). Le tableau 4.3 présente les résultats d'analyse pour l'année 2012.

Tableau 4.3 Résultats d'analyses physico-chimiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	NORMES	MOYENNE ANNUELLE	MAXIMUM
C ₁₀ -C ₅₀ (mg.L ⁻¹)	3,5	0,9	2,7
MES (mg.L ⁻¹)	30	37,7	98
Chlorures (mg.L ⁻¹)	860	147	390

Tous les résultats respectent les critères du MDDEFP, tels qu'énoncés dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2013B), sauf pour les MES mesurées à 98 mg.L⁻¹ excédant la norme de 30 mg.L⁻¹. Après investigation, et considérant qu'à chaque année nous observons un dépassement au niveau des MES, il semble que la contamination se produit lors de la prise d'échantillon. En effet, on observe un dépôt de sédiment au fond du puisard et une faible épaisseur d'eau ce qui fait en sorte qu'il y a remise en suspension de sédiments au moment de l'échantillonnage, causée par le déplacement d'eau lors de la plongée de la bouteille. Pour contrer cette problématique et compte tenu que la hauteur d'eau du puisard est faible surtout en juillet, l'échantillon sera désormais prélevé en amont du puisard, soit à l'entrée de la canalisation qui conduit l'eau au puisard de la vanne guillotine.

4.3. SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES AUTOUR DES AIRES DE STOCKAGES DES DÉCHETS

La qualité physico-chimique des eaux de la nappe phréatique est aussi surveillée près des aires de stockage des déchets radioactifs. Toutefois, les résultats de la surveillance radiologique dans les eaux souterraines sont présentés à la section 8 du rapport.

Au total, sept piézomètres sont échantillonnés : P5, P7, P22, P31, P36, PX et PY (carte 9). 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) (P5) ;
- Fossé à l'ouest des aires de stockage des déchets (P7) ;
- Périphérie de l'ASDR (P22, P31 et P36) ;
- Périphérie de l'IGDRS (PX et PY).

Les échantillonnages se font 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* (MDDEFP, 2013A). Les critères proviennent de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2013B).

Tableau 4.4 Résultats d'analyses physico-chimiques (moyenne) dans les eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets radioactifs (horizons A, B et C), centrale de Gentilly-2, 2012.

PARAMÈTRES	CRITÈRES	UNITÉS	HORIZONS		
			A	B	C
pH	5,5 à 9,5		8,5	8,3	7,8
Alcalinité	---	mg.L ⁻¹	567	495	249
Chlorures	860	mg.L ⁻¹	2 202	40,9	17,3
Conductivité	---	µS/cm	5166	1241	706
Nitrates	200	mg N.L ⁻¹	0,3	0,4	1,7
Nitrites	0,06	mg N.L ⁻¹	0,1	0,1	0,03
Phosphores	3,0	mg P.L ⁻¹	1,6	2,1	0,9
Sulfates	---	mg.L ⁻¹	283	194	178
COT	---	mg.L ⁻¹	31,5	27,5	4,9
Aluminium	0,75	mg.L ⁻¹	0,14	0,07	0,04
Baryum	5,3	mg.L ⁻¹	7,1	0,4	0,1
Bore	---	mg.L ⁻¹	1,0	0,9	0,1
Calcium	---	mg.L ⁻¹	23,9	47,9	89,4
Cadmium	0,0021	mg.L ⁻¹	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cobalt	0,5	mg.L ⁻¹	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome	---	mg.L ⁻¹	0,0015	0,0020	<0,001
Cuivre	0,0073	mg.L ⁻¹	0,005	0,004	0,001
Potassium	---	mg.L ⁻¹	9,2	10,8	6,8
Magnésium	---	mg.L ⁻¹	29,1	15,7	17,8
Manganèse	---	mg.L ⁻¹	0,15	0,32	0,70
Sodium	---	mg.L ⁻¹	1 565	220	36,7
Nickel	0,260	mg.L ⁻¹	0,003	0,002	0,001
Plomb	0,034	mg.L ⁻¹	0,002	<0,001	<0,001
Titane	---	mg.L ⁻¹	0,015	0,003	<0,001
Zinc	0,067	mg.L ⁻¹	0,02	0,02	0,01
C ₁₀ -C ₅₀	3,5	mg.L ⁻¹	0,4	0,6	0,4

Les échantillons d'eaux des piézomètres (P-5, P-7, P-22, P-31, P-36, P-X et P-Y) aux horizons A, B et C qui ont été prélevés le 16 mai et le 17 octobre 2012, nous permettent de surveiller les eaux souterraines de l'IGDRS et de l'ASDR. Les résultats de l'horizon A indiquent que les chlorures dans les piézomètres P-22 et P-31, le baryum dans le piézomètre P-22 et l'aluminium dans le piézomètre P-36 dépassent les critères énoncés dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEFP, 2013B). Les résultats des chlorures et du baryum sont stables année après année et sont d'origine naturelle. En ce qui concerne les horizons B et C, il n'y a aucun dépassement de critères pour l'année 2012.

Le *Programme de surveillance environnementale* (Hydro-Québec, 2009) prévoit également la prise de mesures des niveaux piézométriques deux fois par année aux niveaux A, B et C (tableau 4.5).

Tableau 4.5 Mesure des niveaux piézométriques, centrale de Gentilly-2, 2012.

Date de la prise de mesure	Horizon A	Horizon B	Horizon C
MOYENNE (m)			
2012-05-16	4,23	3,21	3,10
2012-10-17	4,41	3,44	3,30

Les résultats de 2012 sont légèrement supérieurs aux valeurs mesurées en 2011. Il n'y a pas de différence significative entre les niveaux d'eau piézométrique des horizons B et C.

4.4. MATIÈRES DANGEREUSES UTILISÉES AU TRAVAIL

Le tableau 4.6 présente un sommaire des consommations de produits chimiques dans le cadre de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2012.

Tableau 4.6 Consommation de produits chimiques, centrale de Gentilly-2, 2012.

SUBSTANCE	ÉTAT	CONCENTRATION	CONSOMMATION	UNITÉ
Acides et bases				
Acide sulfurique	Liquide	96%	358 137	kg
Alun	Liquide	50%	72 040	kg
Morpholine	Liquide	80%	5 330	L
Hydroxyde de sodium	Liquide	50%	253 643	kg
Bicarbonate de sodium	Solide	N/A	2 270	kg
Matières oxydantes				
Peroxyde	Liquide	35%	230	kg
Chlore	Liquide	100%	0	kg
Matières réductrices				
Hydrazine	Liquide	35%	615	L
Gaz				
Azote	Gazeux	100%	926	m ³
Hélium	Gazeux	100%	4 917	m ³
Hydrogène	Gazeux	100%	5 647	m ³
Dioxyde de carbone	Gazeux	100%	3 433	kg
Produits pétroliers				
Huiles	Liquide	N/A	16 414	L
Autres				
Résines ioniques	Solide	N/A	38	m ³

5.0 CONSOMMATION D'EAU

La consommation d'eau de procédé en 2012 (figures 5.1) a été légèrement supérieure aux années antérieures considérant que le coefficient de production pour l'année 2012, fut de 71,0 % comparativement à 59,6 % en 2011 et 60,1 % en 2010.

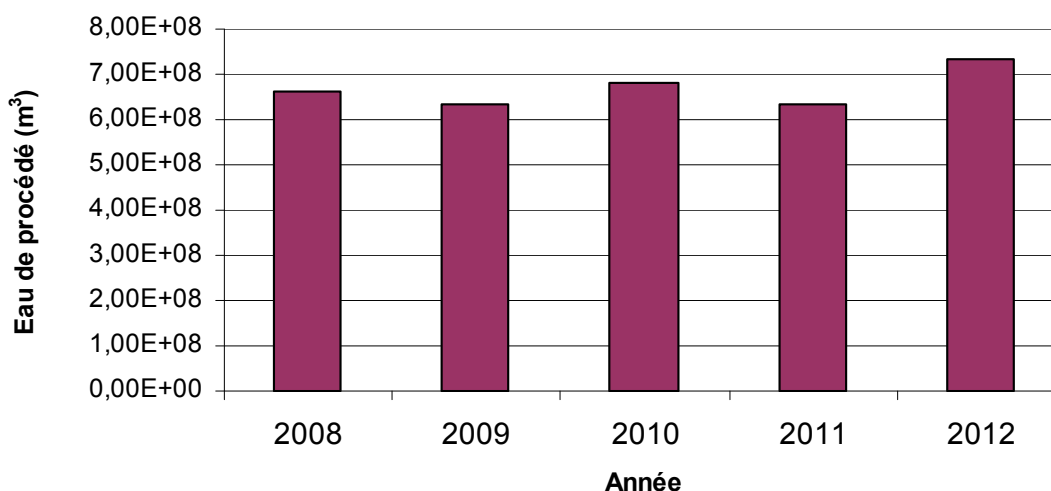


Figure 5.1 Consommation d'eau de procédé, centrale de Gentilly-2 de 2008 à 2012.

La consommation d'eau potable en 2012 est très légèrement supérieure à l'année 2011 (figure 5.2). Il va sans dire que le nombre d'employés a très peu varié durant ces deux dernières années et que depuis que des changements ont été apportés à l'alimentation en eau des garnitures de pompes en 2011, il n'y a pas eu d'autres modifications réalisées afin de réduire la consommation d'eau potable.

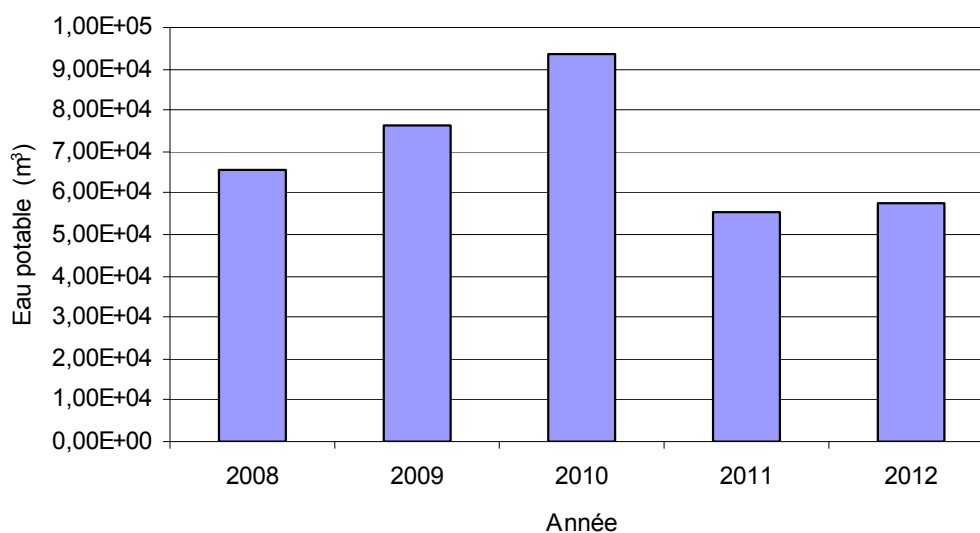


Figure 5.2 Consommation d'eau potable, centrale de Gentilly-2 de 2008 à 2012.

6.0 MATIERES DANGEREUSES ET RESIDUELLES

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 durant l'année. Le râteau mécanique qui nettoie les grilles de la station de pompage récupère environ 2 m³ par jour de débris solides en période de crue alors qu'en période normale, cette quantité est mensuelle. Considérant que l'année 2012 a été marquée d'un coefficient de production plus élevé qu'en 2011 et 2010, on s'attend effectivement de voir une plus grande quantité de biomasse prélevée à la station de pompage. De cette masse, on estime à 2 % la quantité de poissons captés ce qui équivaut à environ 1,2 tonne de poissons. Cette biomasse ainsi récupérée est acheminée vers un site autorisé.

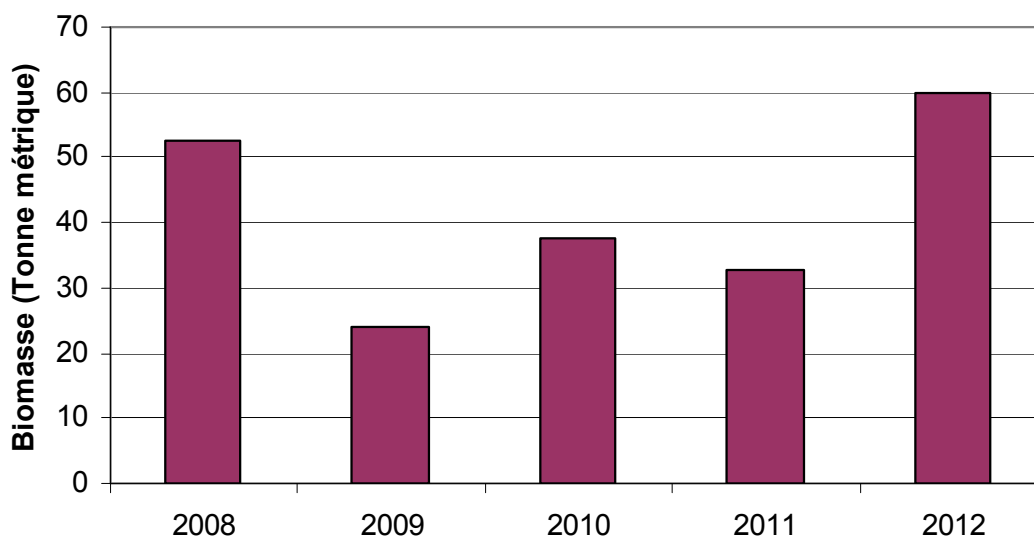


Figure 6.1 Biomasse captée à la station de pompage, centrale de Gentilly-2, de 2008 à 2012.

6.2. MATIÈRES DANGEREUSES RÉSIDUELLES

En 2012, près de 9 500 kg et 11 800 litres de matières dangereuses résiduelles (MDR) non contaminées radiologiquement ont été produites dans le cadre des activités d'exploitation et de maintenance de la centrale de Gentilly-2. Ces MDR ont été transférées au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

Tableau 6.1 Quantité de matières dangereuses résiduelles générées à la centrale de Gentilly-2, 2012.

Quantité de MDR expédiées au Centre de récupération de matières dangereuses (CRMD) de Saint-Hyacinthe	2012
Acides (L)	75
Accumulateurs (Kg)	1 468
Ballast et petits appareils électroniques (Kg)	75
Boues (Kg)	133
Contenants vides (aérosols) (Kg)	83
Contenants vides (non-aérosols) (Kg)	445
Eau contaminée (L)	52
Filtres usés (Kg)	223
Glycol (antigel) (L)	432
Huiles et graisses usées (L)	11 229
Lampes à vapeur de mercure (Kg)	113
Liquides corrosifs (Kg)	45
Liquides inflammables (Kg)	731
Lubrifiant d'usinage (Kg)	689
Matériaux absorbants ou poreux (Kg)	871
Piles sèches (Kg)	784
Silice contaminée (Kg)	140
Solides toxiques (résines périmées et autres) (Kg)	1 672
Solides dangereux contaminés par un liquide toxique (Kg)	49
Solides dangereux contaminés par un liquide inflammable (Kg)	123
Solides dangereux comburant (Kg)	10
Sols contaminés (Kg)	385
Tubes fluorescents, lampes et ballasts (Kg)	1 408

6.3. MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DÉCHETS BIOMÉDICAUX

En 2012, un peu plus de 1 400 tonnes de matières résiduelles (MR) ont été produites. De cette quantité, 89 tonnes ont été récupérées ou recyclées alors que 1 300 tonnes ont été éliminées, soit principalement des matériaux de construction (tableau 6.3). Enfin, 1,1 kg de déchets biomédicaux ont été générés dans le cadre des activités du service de santé et d'infirmierie de la centrale de Gentilly-2. Ces déchets sont conservés dans des réfrigérateurs en attente de leur expédition à un site autorisé.

Tableau 6.2 Quantité de matières résiduelles recyclées ou disposées, centrale de Gentilly-2, 2012.

Matières	Recyclage (tonne)	Disposition (tonne)
Papier, carton, plastique, verre, métal	31,7	
Métaux	55,9	
Cartouche encre	1,3	
Déchets domestiques		36
Biomasse station de pompage		59,9
Matériaux de construction		1 214
Bois		2,2

7.0 DEVERSEMENTS ACCIDENTELS DE CONTAMINANTS DANS L'ENVIRONNEMENT

En 2012, 21 déversements accidentels atteignant l'environnement sont survenus sur le site de la centrale de Gentilly-2, comparativement à 29 en 2011. La figure 7.1 présente les causes des déversements alors que le tableau 7.1 présente les quantités perdues.

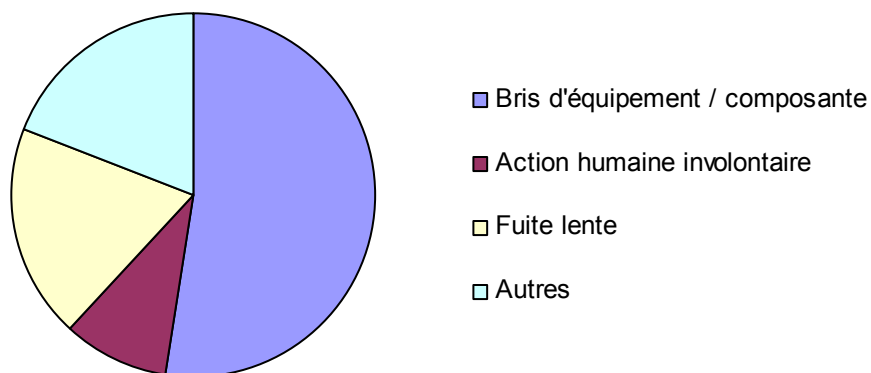


Figure 7.1 Cause des déversements accidentels dans l'environnement à Gentilly-2, 2012.

Tableau 7.1 Quantité de produits liquides et gazeux déversés accidentellement dans l'environnement à Gentilly-2, 2012.

PRODUITS LIQUIDES	QUANTITÉS	UNITÉS
Eau chimiquement contaminée	1 540	litres
Solvant (volatilisé)	620	litres
Diésel	10,5	litres
Huile hydraulique	11,5	litres
PRODUITS GAZEUX		
Vapeur d'eau faiblement tritiée	122	kg
Réfrigérant (R22)	129,5	kg

8.0 SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DU MILIEU ENVIRONNANT

La surveillance radiologique du milieu environnant de la centrale nucléaire de Gentilly-2 est assurée par l'application du programme de surveillance radiologique de l'environnement, programme dont les nouvelles modalités sont appliquées depuis le tout début de l'année 2012. Cautionné par la CCSN, il encadre notamment les analyses réalisées sur plusieurs matrices environnementales dont l'air, l'eau, les sols, les sédiments, les plantes, les poissons de même que certains produits comestibles. La section 8 présente les résultats radiologiques obtenus sur ces différentes matrices.

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

8.1. RADIONUCLÉIDES RETROUVÉS DANS L'ENVIRONNEMENT

À des activités plutôt variables, mais aussi sous différentes formes, la radioactivité est omniprésente dans l'environnement. Chaque citoyen est ainsi naturellement exposé à la radioactivité. Les sources principales de rayonnement naturel sont d'origine cosmique, émanant du soleil et de l'espace, ainsi que celle provenant des radioéléments présents dans la croûte terrestre. En haute atmosphère, des radioéléments sont produits suite aux interactions entre les rayons cosmiques et les molécules présentes dans l'atmosphère. C'est notamment le cas du tritium et du béryllium-7. Sur terre, les radioisotopes les plus fréquents dans les roches sont l'uranium-238, le thorium-232, le potassium-40 et le carbone-14, probablement le plus connu de tous. Outre ces radioisotopes naturels, il en existe une pléiade d'autres en des proportions cependant moins importantes (site WEB de la CCSN, 2010).

Par ailleurs, des essais atomiques réalisés dans l'atmosphère jusqu'à la fin des années 1980, expliquent la présence de plusieurs radioéléments. C'est la radioactivité d'origine anthropique. Bien entendu, l'accident nucléaire de Tchernobyl, en 1986, est également à l'origine de la dispersion de plusieurs radioéléments sur le sol canadien, tel du césium-137 que l'on retrouve encore dans notre milieu (site WEB de la CCSN, 2010). Plus récemment, l'événement survenu à Fukushima Daiichi, au Japon en 2011, a également été la source d'une dispersion de radioactivité dans l'environnement.

8.2. SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE

Cette prochaine section présente les résultats des mesures des surveillances atmosphériques locale et régionale ayant trait à l'ambiance gamma et la présence de tritium, de carbone-14 et d'aérosols.

8.2.1 Ambiance gamma

L'ambiance gamma est mesurée par l'entremise de dosimètres thermoluminescents (DTL) qui sont installés à chacun des points de mesure. Ils sont intégrés dans les stations de contrôle radiologique (SCR) ou encore fixés en des endroits stratégiques, aux clôtures des différentes installations.

La figure 8.1 détaille toutes les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma des 11 stations de contrôle radiologique, localisées en zone rapprochée pour l'année 2012 (cartes 2 et 5). Les valeurs annuelles de dose gamma enregistrées aux mêmes installations, aux cinq dernières années, sont quant à elles présentées à la figure 8.2. Les valeurs de la station de référence sont présentes aux deux figures. À la figure 8.1, les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurée en 2012, aux 11 stations de contrôle radiologique, varient entre $0,042 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ et $0,119 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. C'est à la station SCR-11 que la valeur maximale, un débit de dose de $0,119 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, fut prélevée et ce au premier trimestre de 2012. La station SCR-11 est d'ailleurs l'endroit où le rayonnement est le plus élevé pour chacun des quatre trimestres de l'année 2012 et par conséquent pour la dose annuelle gamma (figure 8.2). Des résultats similaires sont historiquement observés et s'expliquent par la grande proximité de ce point de mesure par rapport à l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) de la centrale de Gentilly-2.

L'analyse des données met aussi en évidence une tendance à la baisse des valeurs trimestrielles à la station SCR-8, passant de $0,106 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ à $0,058 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. Ce résultat peut s'expliquer, par le fait que la station SCR-8 est située tout près du bâtiment réacteur de Gentilly-2 et qu'elle est influencée par la puissance du réacteur. Cette même influence se traduit également, aux cours des trois premiers trimestres, par le nombre total de jours, aussi en décroissance, où le réacteur fut en production.

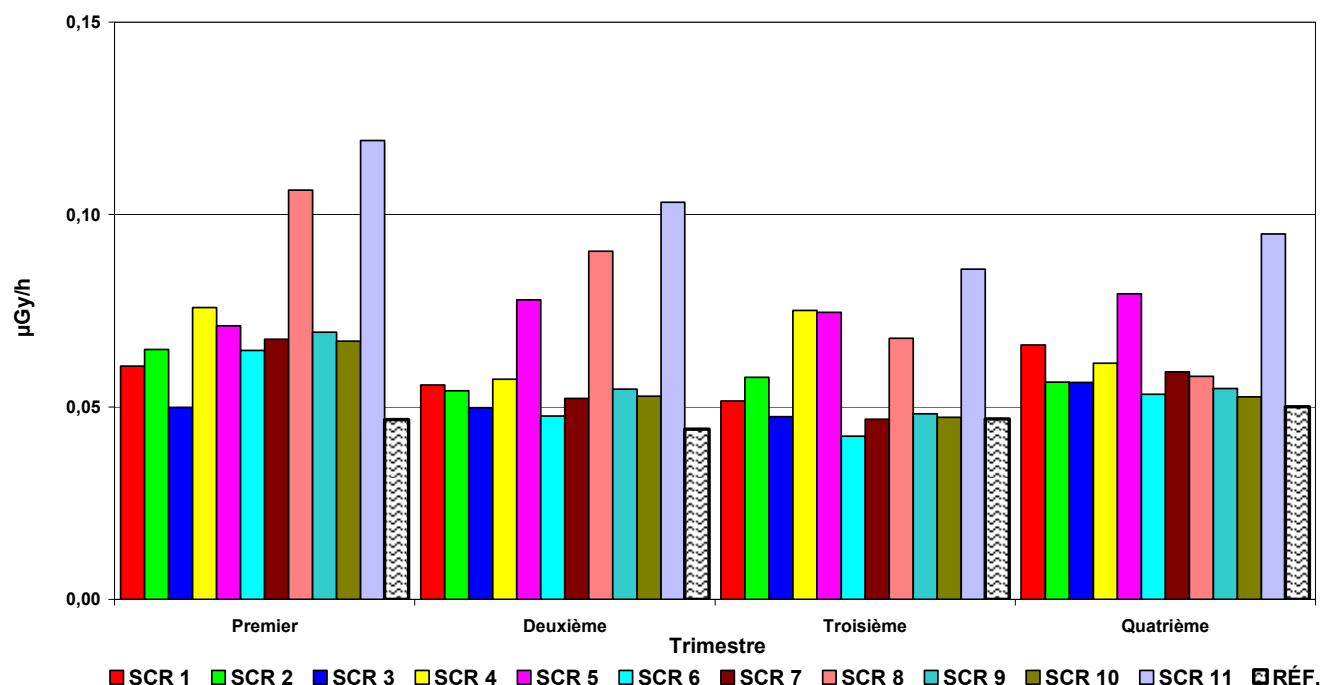


Figure 8.1 Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2012.

À la figure 8.2, la comparaison entre la valeur annuelle de dose gamma de l'année 2012 et celles des années précédentes illustre une diminution marquée pour toutes les stations, diminution moyenne de l'ordre de 25 %. L'explication peut ne pas être unique, d'autant plus que le réacteur ait été en arrêt plus longtemps en 2011 qu'il ne l'avait été en 2012. Cependant, l'actuel programme de surveillance radiologique de l'environnement stipule une fréquence trimestrielle de prélèvement des DTL, qui était auparavant mensuelle. La possibilité d'une annihilation partielle au niveau de la structure cristalline des DTL, sur une plus longue période d'exposition, pourrait entrer en ligne de compte. De surcroît, la dernière période de prélèvement s'est réellement terminée le 6 novembre 2012, plutôt qu'en toute fin décembre 2012. Les données d'exposition manquantes en 2012 figureront au rapport de 2013.

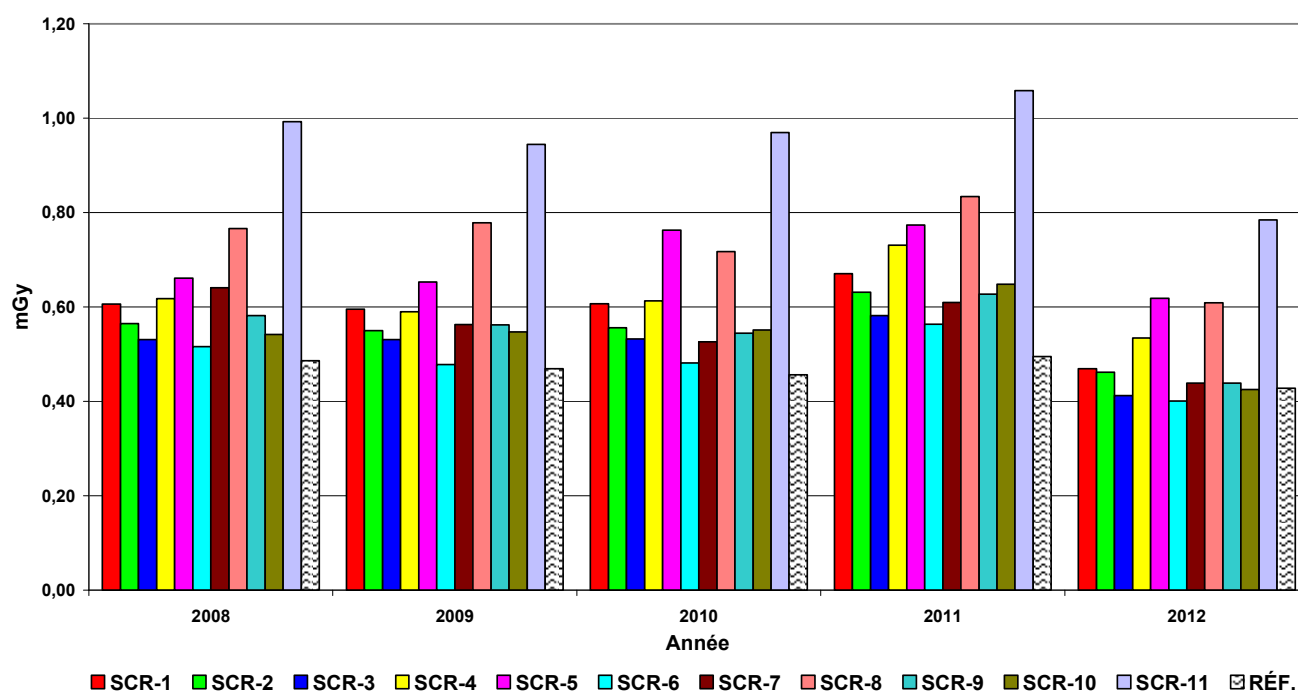


Figure 8.2 Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2008-2012.

Les figures 8.3 à 8.8 présentent les valeurs d'ambiance gamma mesurée exclusivement aux clôtures des installations de stockage de déchets radioactifs solides (ASDR et IGDRS) et de combustible irradié (ASSCI), toutes localisées sur le site de Gentilly-2. Une bande pointillée bleue a été ajoutée à chacune de ces figures pour indiquer la valeur de référence de la station située à Drummondville.

La figure 8.3 détaille les huit valeurs d'ambiance gamma mesurées à l'ASDR (carte 6). Elles sont légèrement à la hausse aux troisième et quatrième trimestres quoiqu'elles ne soient que très faiblement supérieures à la valeur de la station de référence de Drummondville. L'augmentation de l'ambiance gamma du troisième trimestre peut être expliquée par des manœuvres reliées au transfert d'un filtre de la piscine de stockage, le 9 juillet 2012, et d'un filtre du système caloporteur le jour suivant. Les doses annuelles gamma de la figure 8.4 montrent une augmentation moyenne de 11.4% par rapport à celles de 2011, mais demeurent dans un même ordre de valeurs depuis 2008.

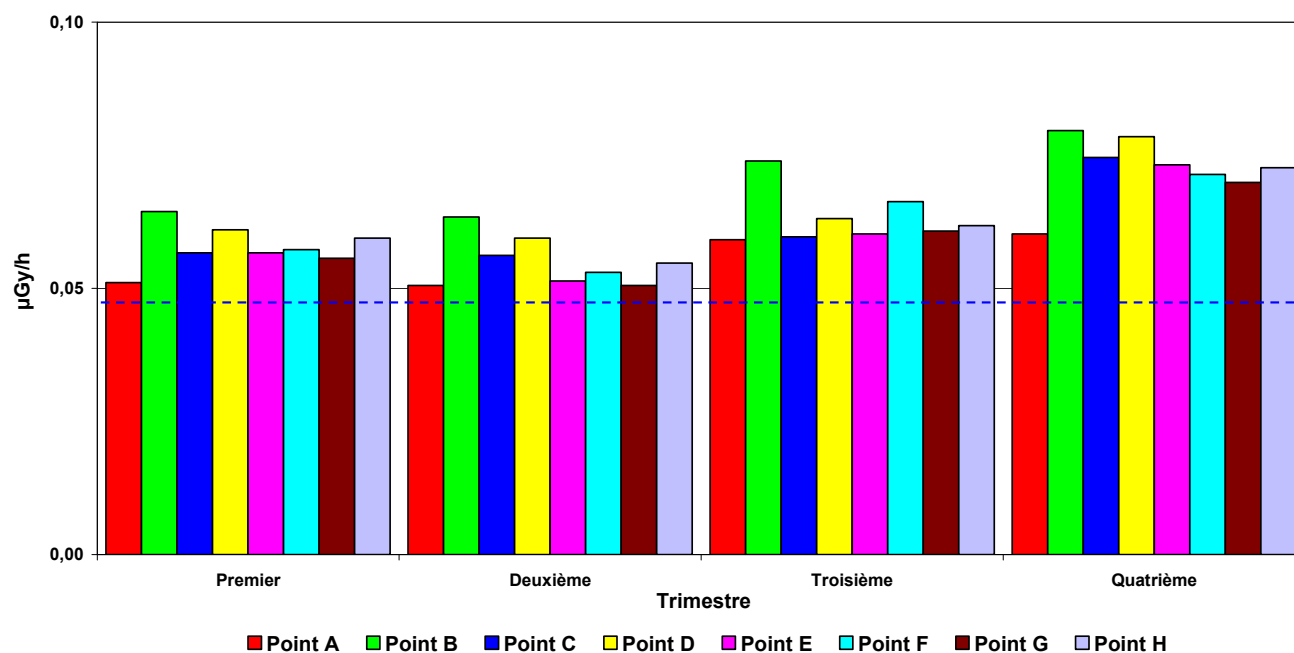


Figure 8.3 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR pour l'année 2012.

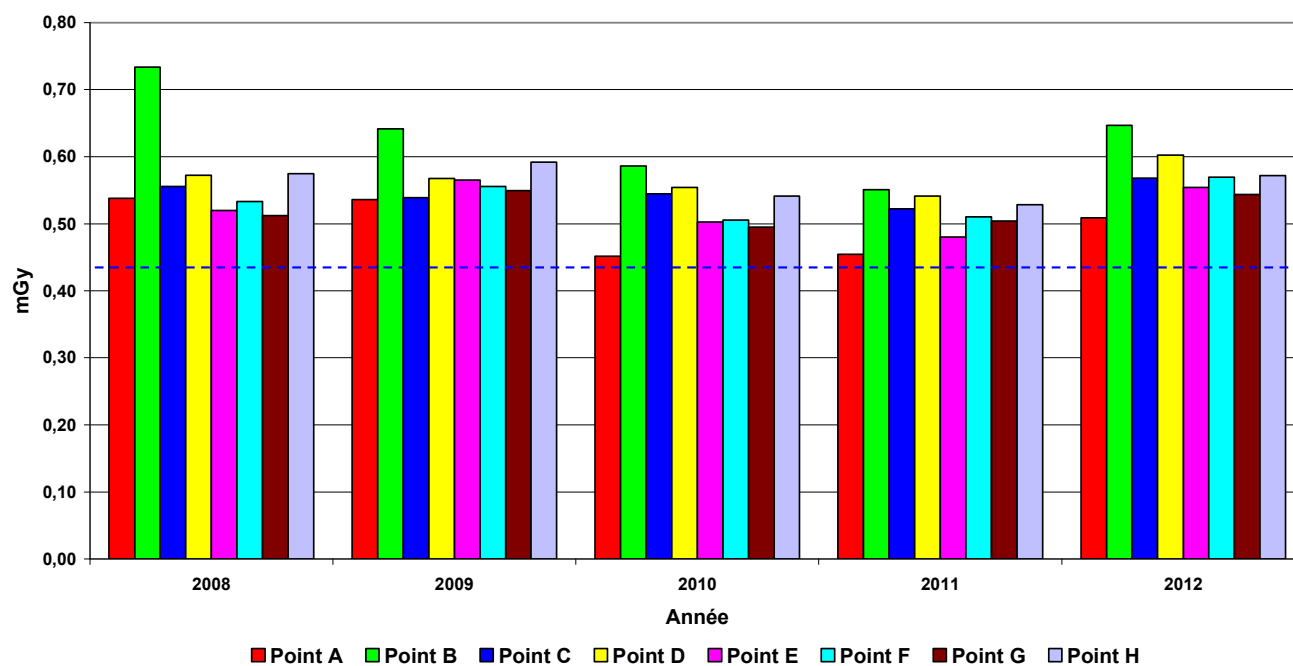


Figure 8.4 Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2008-2012.

La figure 8.5 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma liées aux 16 points de mesure à la clôture de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) pour l'année 2012 (carte 7).

Les valeurs montrent très peu de variation au cours de l'année et se situent entre 0,044 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ au point #14 (second trimestre) et 0,071 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ au point #1 (quatrième trimestre). Les valeurs sont ainsi très similaires à la valeur moyenne associée à la station de référence, valeur indiquée par le trait pointillé bleu. Les valeurs les plus élevées sont celles des points de mesure #1, #2, #3 et #4, qui sont localisés sur les clôtures nord et nord-ouest du périmètre. Ces valeurs sont également semblables à celles mesurées en 2011 et relativement constantes à chacun des trimestres de l'année. Au même titre que les valeurs les plus élevées de l'ASDR, celles mesurées aux points #1 à #5 de l'IGDRS, au cours des troisième et quatrième trimestres 2012, pourraient être en partie reliées aux activités de transferts de ballots de déchets radioactifs réalisés au cours des mois de septembre et de novembre.

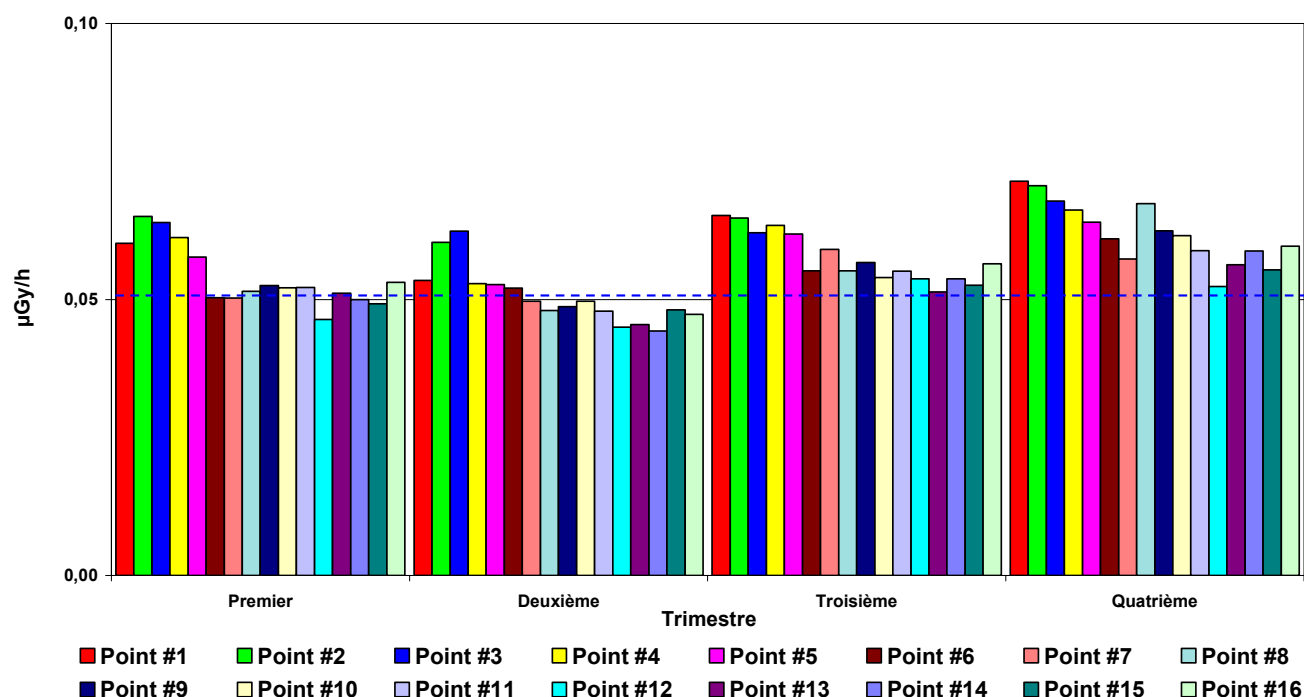


Figure 8.5 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2012.

En ce qui concerne l'évolution à plus long terme des doses annuelles gamma mesurées à la clôture de l'IGDRS, illustrée à la prochaine figure 8.6, la tendance semble se maintenir là également. Même s'il y a eu relativement peu d'activité à l'IGDRS en 2012, soit seulement deux transferts de ballots dans la fosse EDFMA-03, la dose gamma enregistrée pour toute l'année 2012 a faiblement augmenté, en moyenne, de 8% par rapport à l'année précédente. Mis à part les points de mesure #1 à #5 de l'IGDRS, les valeurs de dose annuelle gamma ne se démarquent pas significativement de celle de la station de référence, toujours identifiée par la ligne pointillée bleue.

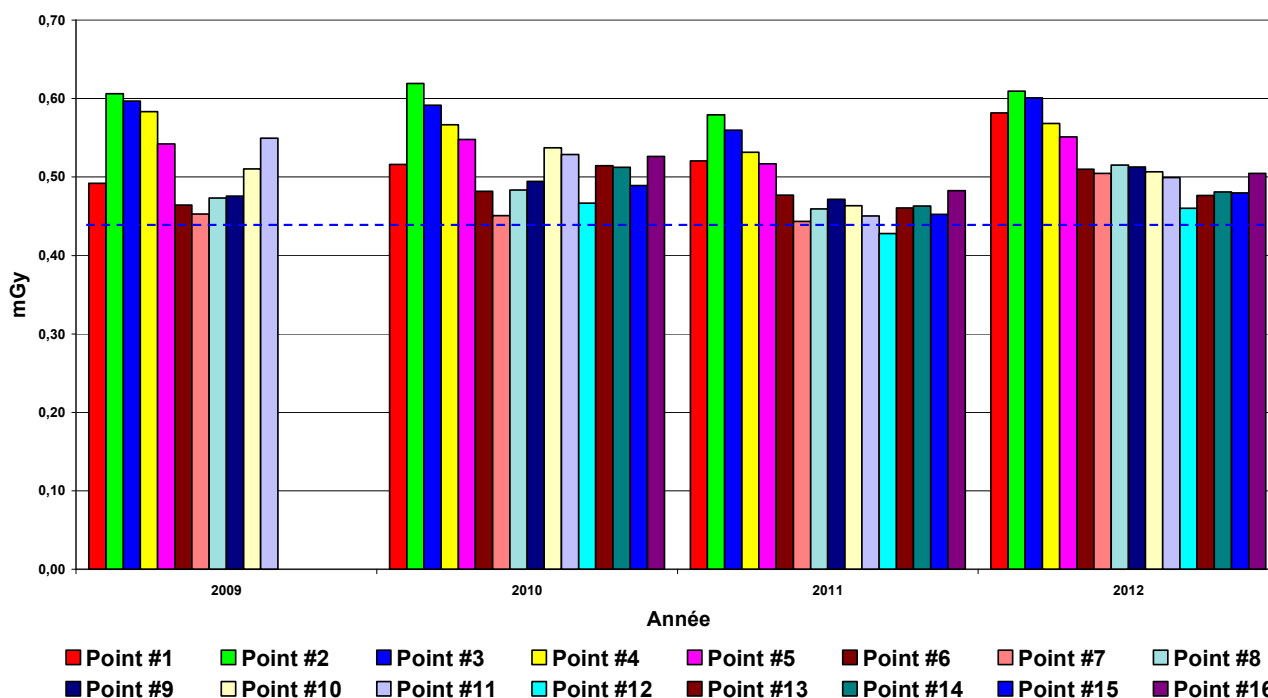


Figure 8.6 Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS pour la période 2009-2012.

La figure 8.7 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux 11 points de mesure toujours en place en 2012, à la clôture de l'ASSCI. Pour chacun des points considérés individuellement, les variations enregistrées au gré des trimestres sont faibles. Peu importe le moment de l'année, le point de mesure #4 est toujours celui dont la valeur est la plus élevée. Le fait que ce dernier fasse face à deux enceintes de stockage CANSTOR remplies à pleine capacité de combustible irradié augmente d'autant son niveau d'exposition, si faible soit-il, au rayonnement gamma. De plus, ce même point de mesure est également à proximité de grilles de ventilation des modules où des débits de dose plus élevés sont mesurés au contact direct des grilles. Cette particularité implique également, dans une moindre mesure, les points #2 et #6, localisés de part et d'autre du périmètre de l'installation.

La campagne de stockage à sec, soit le transfert de combustible irradié à l'ASSCI, a été soutenue en 2012. Au second trimestre de l'année, deux paniers contenant chacun 60 grappes de combustible irradié, ont été transférés tandis que 57 autres paniers l'ont été au troisième trimestre. Pour le quatrième et dernier trimestre de l'année, 21 paniers ont été transférés. La manœuvre des paniers de combustible, malgré l'utilisation de châteaux de transfert assurant un blindage adéquat, pourrait potentiellement être source de très légères variations à la hausse pour les points de mesure qui seraient partiellement exposés. À la figure 8.8, la comparaison de chacune des valeurs de dose annuelle gamma mesurée à la clôture de l'ASSCI témoigne par ailleurs d'une grande stabilité, signe que chacun des modules ne montre aucune défaillance. Rappelons encore cette année que les points de mesure #10 et #11 n'apparaissent plus à la figure 8.8 depuis l'année 2011, puisqu'ils ont été relocalisés sur le nouveau périmètre clôturé englobant l'IGDRS, au cours du troisième trimestre de 2010.

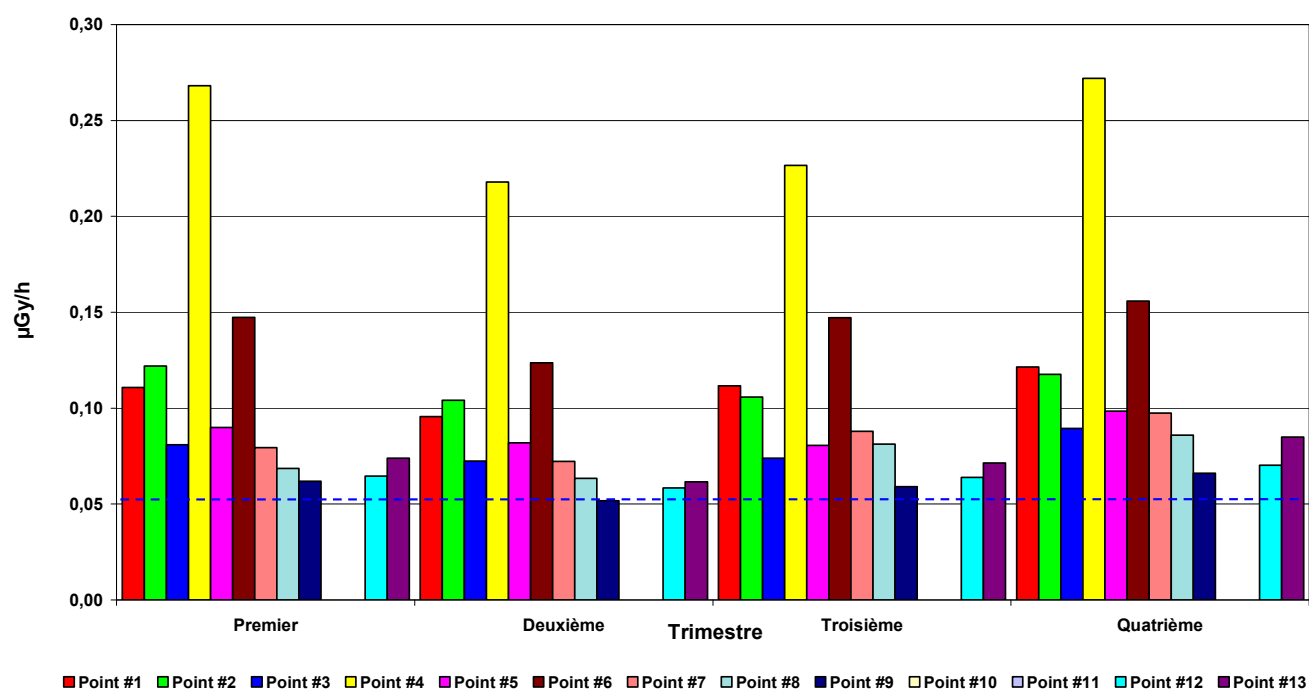


Figure 8.7 Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2012.

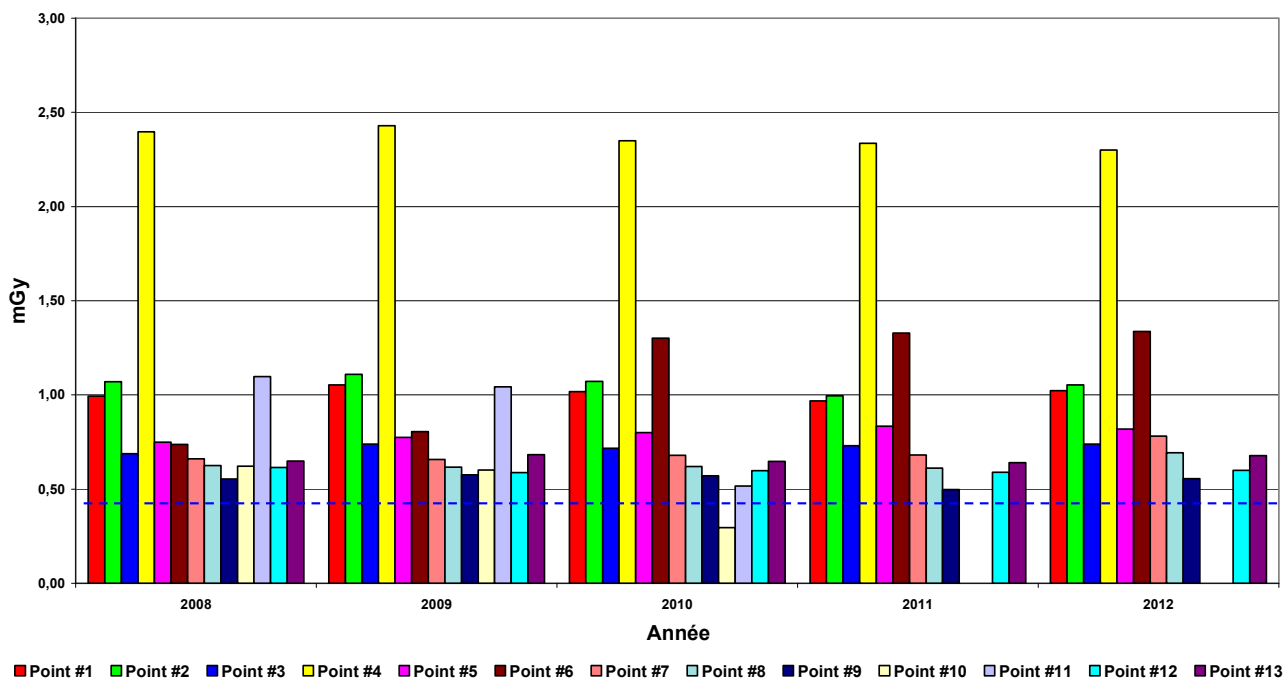


Figure 8.8 Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2008-2012.

8.2.2 Tritium

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

La figure 8.9 présente les valeurs mensuelles de tritium atmosphérique de l'année 2012 pour les stations de contrôle radiologique de la zone d'exclusion (carte 5) ainsi que celles des postes, #1 et #2, localisées sur le toit du bâtiment administratif de la centrale nucléaire de Gentilly-2. La figure 8.10 détaille les mêmes résultats mensuels de l'année 2012 mais aux stations de contrôle radiologique de la région (carte 2) délimitée par un rayon de 2 à 15 km, autour de la centrale nucléaire de Gentilly-2. La figure 8.11 présente quant à elle la concentration atmosphérique annuelle moyenne de tritium dans la même région, pour la plage 2008 à 2012. Les mesures obtenues à la station de référence de Drummondville sont également présentées aux figures 8.10 et 8.11. Finalement, l'activité mensuelle de tritium atmosphérique mesurée aux stations en périphérie de l'IGDRS est présentée à la figure 8.12.

Les huit stations localisées sur le site de la centrale de Gentilly-2, à la figure 8.9, montrent des valeurs qui varient sur une large plage allant d'une valeur minimale de $0,78 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour la SCR-11 mesurée en juillet 2012 à 163 Bq.m^{-3} pour SCR-8 mesurée en août 2012. Pour cette dernière station (SCR-8), la très grande proximité par rapport à la cheminée principale, combinée aux plus importants rejets aériens en tritium de l'année survenus aux mois de juillet et d'août, situation préalablement discutée à la section 2.1 où une fuite à la garniture de pompe du système modérateur a commandé un arrêt de centrale, expliquent presque à eux seuls cette concentration très élevée. Bien qu'elles ne soient pas situées au même endroit, ces constats peuvent en partie être appliqués aux stations postes #1 et #2 dont les points de mesure sont également rapprochés du point principal d'émissions, d'autant plus qu'elles se trouvent toutes deux à une hauteur quasi-équivalente à celle de la sortie de la cheminée.

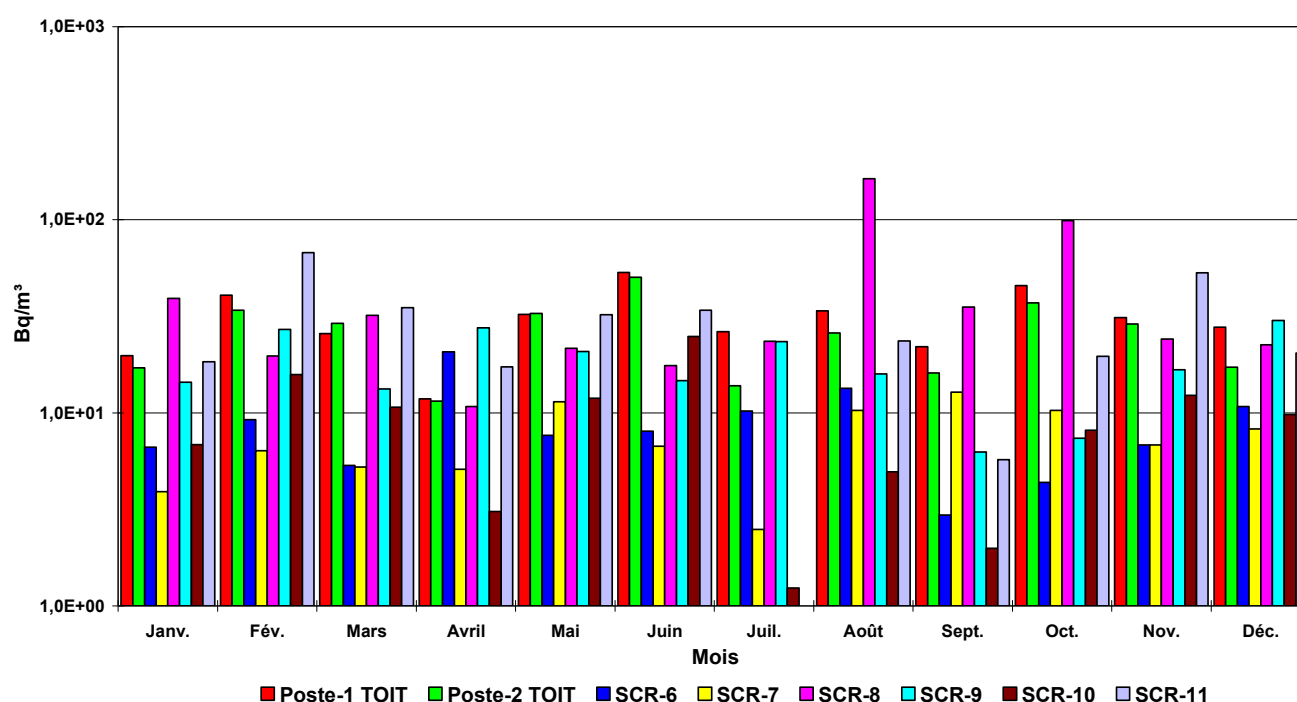


Figure 8.9 Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone d'exclusion) pour l'année 2012.

La figure 8.10 présente les mesures obtenues pour les sept stations de contrôle radiologique localisées à l'extérieur du site ainsi que celles de la station de référence. Une lecture rapide de cette figure montre deux situations pour le moins inhabituelles. La première, survenue à deux reprises aux mois d'avril et d'octobre 2012, témoigne de l'absence totale de valeurs, outre celles liées à la station de référence de Drummondville. À ces mois de l'année 2012, des échantillons ont effectivement été prélevés pour toute la série de tamis moléculaires de ce regroupement cependant, les analyses qui en ont été tirées ne peuvent être utilisées. Toutes les données pour ces deux mois de 2012 sont donc considérées indisponibles pour interprétation. Une revue interne plus poussée est toujours en cours afin de déterminer les causes de ces événements menant à l'absence de données.

Au moment où les investigations seront complétées, et que des résultats d'analyse probants puissent être utilisés, Hydro-Québec émettra une révision le cas échéant, par la publication d'un complément d'information visant à parachever cette section du rapport annuel de l'année 2012.

Par ailleurs, la valeur mensuelle maximale mesurée au cours de l'année 2012 est celle provenant du tamis moléculaire de la station Est-1 du mois d'août 2012. Bien que le mois d'août 2012 constitue le second mois de l'année où l'activité de tritium des rejets atmosphériques ait été la plus élevée, les vents d'origine ouest et ouest-sud-ouest ont à peine représenté 5% des occurrences au cours de cette période. En revanche, la dispersion vers le nord, le nord-est et le nord-nord-est ont été dominants, à plus 50% des occurrences enregistrées. Comme les rejets mensuels élevés d'août 2012 sont plutôt attribuables à une situation s'étant étalée sur une longue période, et non à quelques jours de très grands rejets, une concentration atmosphérique de tritium si marquée, à cette seule station Est-1, est pour le moins singulière. Une station, Est-2, localisée dans le même axe mais à plus grande distance, n'a pas semblé être affectée, ne serait-ce que par rémanence de concentration dispersée de tritium.

Pour toutes les stations localisées dans une zone marquée d'un rayon approximatif de trois kilomètres (Sud-1, Est-1 et Est-3), à tout autre mois que ceux ayant été discutés aux paragraphes précédents, l'activité en tritium a varié de $0,22 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour la station Est-3 mesurée en janvier 2012 à $3,25 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour la station Est-1 mesurée en juin 2012. Pour celles localisées dans la zone de rayon supérieur à trois kilomètres (Nord-1, Est-2, Ouest-1 et Ouest-2), les activités en tritium ont varié de l'ordre du bruit de fond de $0,04 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour la station Ouest-1 mesurée en mars 2012 jusqu'à $2,65 \text{ Bq.m}^{-3}$ à la station Ouest-2 en mai de la même année.

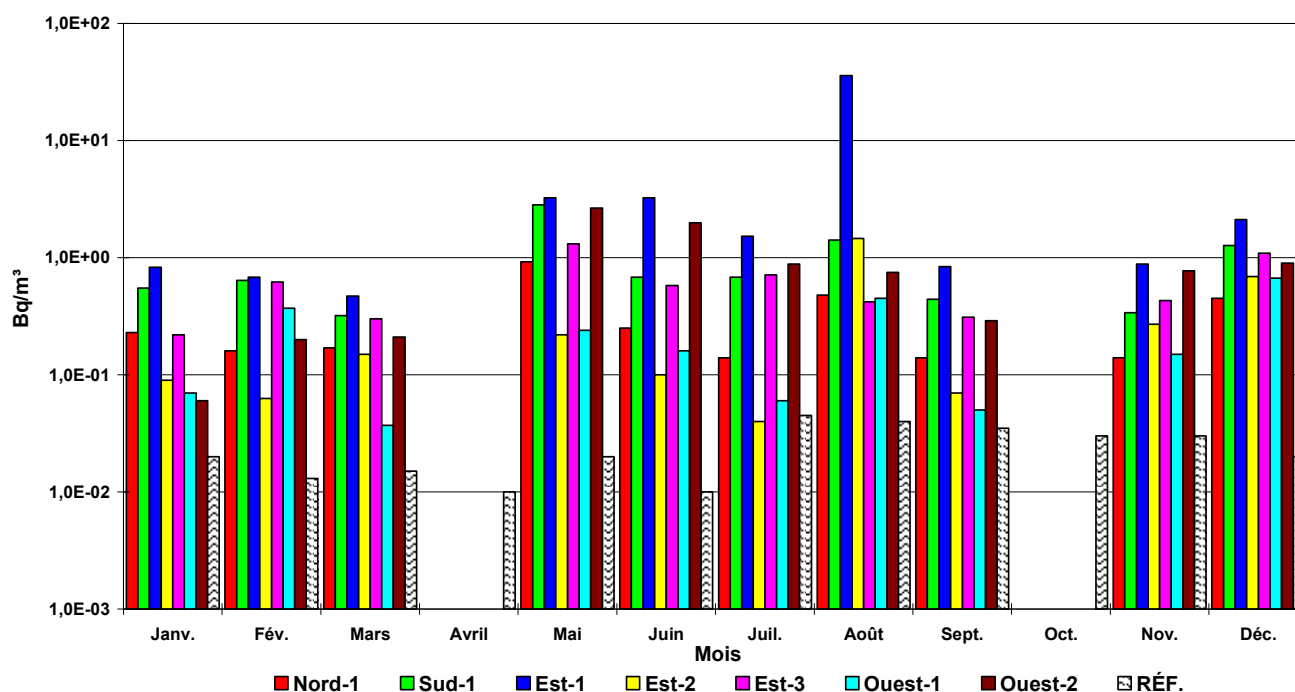


Figure 8.10 Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2012.

La figure 8.11 permet de comparer, sur une moyenne annuelle, les mesures obtenues en 2012 par rapport aux cinq années précédentes pour les stations de contrôle radiologique à l'extérieur du site. Comparativement à l'année 2011, cinq stations (Est-1, Est-2, Est-3, Ouest-1 et Ouest-2) ont montré une concentration annuelle moyenne supérieure à l'année précédente. Les deux autres (Nord-1 et Sud-1) ont quant à elle figuré à la baisse, considérant toujours les valeurs annuelles de 2011 et 2012. En ce qui concerne la station Est-1 plus précisément, la seule valeur mensuelle élevée du mois d'août aura suffi à entraîner sa concentration annuelle moyenne à la hausse à $4,96 \text{ Bq.m}^{-3}$.

Ainsi, la moyenne calculée sur l'ensemble des mesures en tritium atmosphérique pour les huit stations localisées sur le site de la centrale (figure 8.9) est de l'ordre de $21,30 \text{ Bq.m}^{-3}$ alors que celle calculée sur l'ensemble des mesures recevables pour les sept stations de contrôle radiologique localisées à l'extérieur du site (figure 8.10) est de l'ordre de $1,17 \text{ Bq.m}^{-3}$. Ceci illustre bien que la dispersion de la vapeur d'eau tritiée émise par la centrale diminue rapidement à des distances supérieures à quelques centaines de mètres et se rabat dans la zone d'exclusion de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

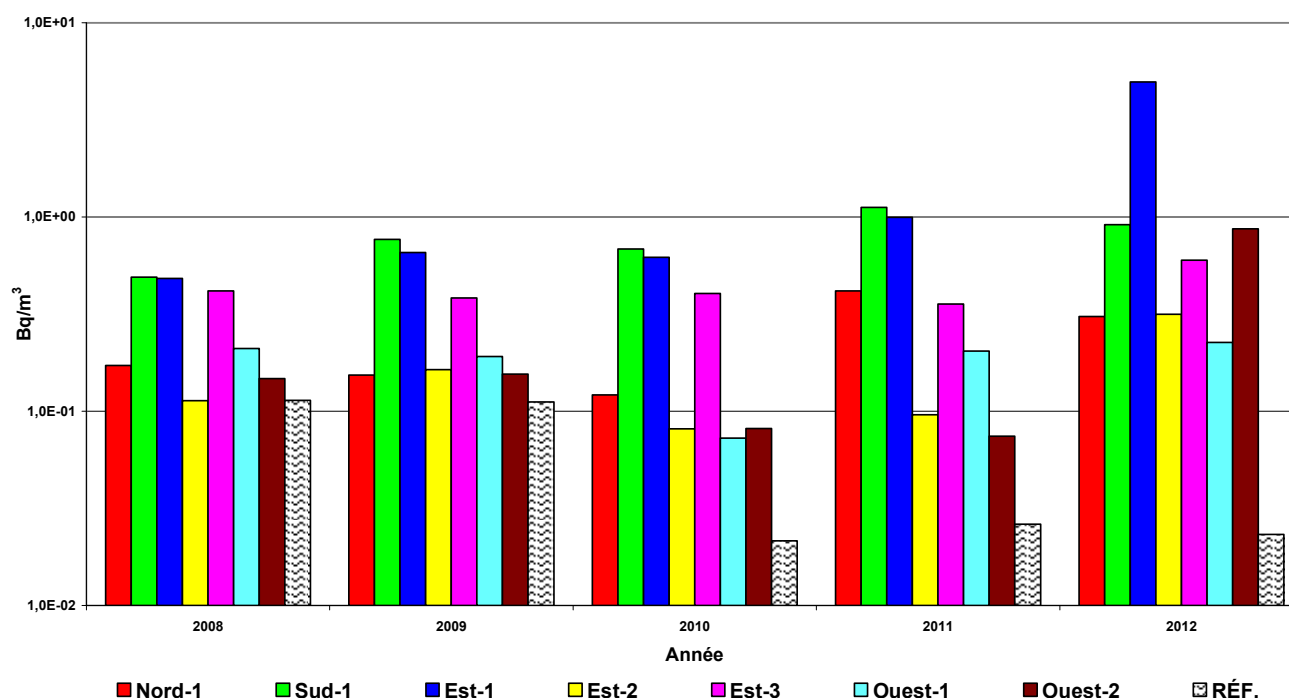


Figure 8.11 Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour 2008-2012.

La figure 8.12 présente quant à elle l'activité mensuelle en tritium atmosphérique pour les quatre stations de contrôle radiologique dédiées à l'installation de l'IGDRS (carte 7). Les activités en tritium ont varié, en 2012, de $0,47 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour IGDRS-2 mesurée en juillet à $39,70 \text{ Bq.m}^{-3}$ pour IGDRS-1 mesurée en février. Une diminution marquée en tritium pour le mois de juillet 2012, pour toutes les stations, s'explique par le fait que durant cette période, les occurrences de vents de provenances combinées est-nord-est, est et est-sud-est n'ont pas atteint la barre de 5%. La dispersion de tritium émis aux rejets de la centrale, en direction de l'IGDRS, a donc été très faible durant cette période.

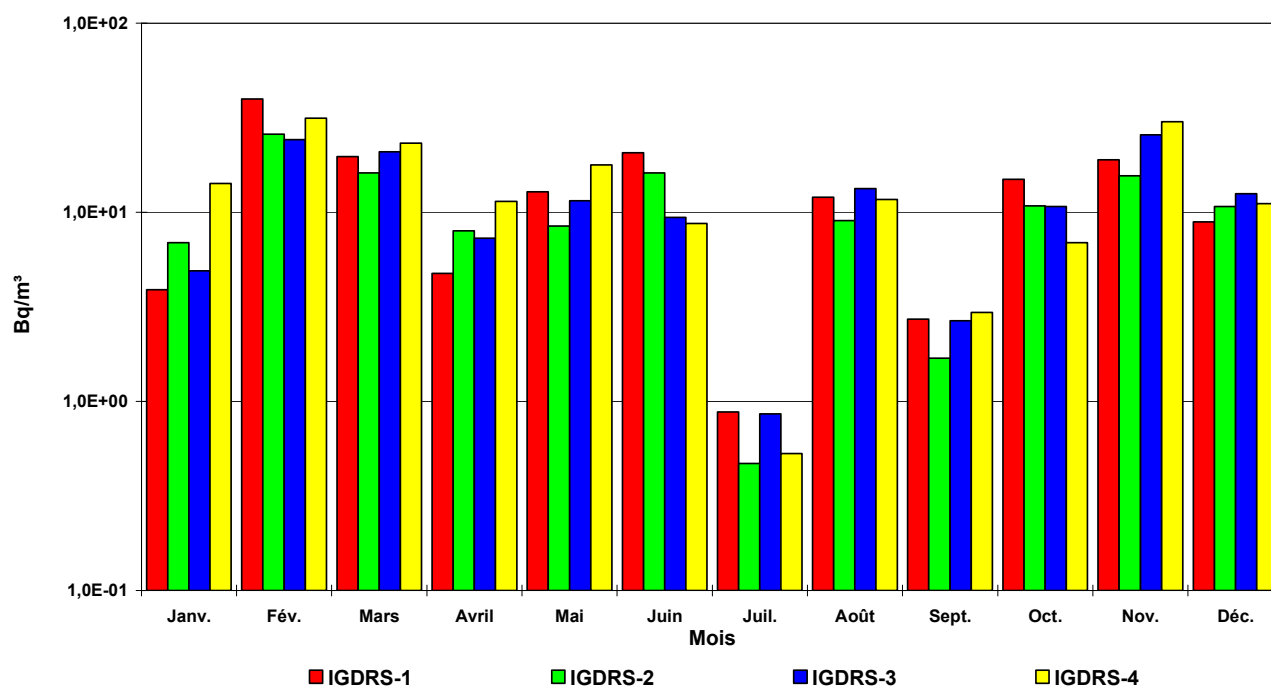


Figure 8.12 Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2012.

8.2.3 Carbone-14

À la centrale nucléaire de Gentilly-2, le carbone-14 est entre autres rejeté dans l'atmosphère par la cheminée principale où il se trouve majoritairement sous forme de dioxyde de carbone ($^{14}\text{CO}_2$). À cette source d'émissions viennent s'ajouter d'autres sources secondaires, de moindre activité, telles que les installations de stockage de déchets radioactifs solides (ASDR et IGDRS). La dispersion du carbone-14 dans l'environnement est influencée, au même titre que le tritium précédemment décrit, par les rejets de la centrale ainsi que par les conditions météorologiques observées lors de ces rejets.

La figure 8.13 présente les valeurs mensuelles en carbone-14 atmosphérique de l'année 2012 pour les sept stations de contrôle radiologique de la zone d'exclusion (carte 5) ainsi que pour la station de contrôle radiologique localisée dans le parc industriel de Bécancour, identifiée SCR-5 (carte 2). La figure 8.14 présente la concentration atmosphérique annuelle moyenne de carbone-14 pour chacune de ces stations pour la plage 2008 à 2012. La figure 8.15, quant à elle, présente l'activité mensuelle en carbone-14 mesurée aux quatre stations en périphérie de l'IGDRS (carte 7) pour l'année 2012. Les mesures obtenues à la station de référence sont aussi présentées à toutes ces figures.

La valeur moyenne annuelle de $0,22 \text{ Bq.g-C}^{-1}$, associée à la station de référence en 2012, correspond aux données issues de la littérature scientifique établissant une concentration naturelle de carbone-14 atmosphérique de l'ordre de $0,23 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ (NCRP, 1985).

Les mesures de carbone-14 obtenues mensuellement en 2012, présentées à la figure 8.13, ont varié de 0,20 Bq.g-C⁻¹ pour la station SCR-5 au mois d'octobre 2012 à 7,45 Bq.g-C⁻¹ pour la station ASDR-1 pendant le mois de septembre 2012. Les mesures indiquent, encore pour l'année 2012, que l'apport atmosphérique en carbone-14 provenant des activités de la centrale est, pour les stations situées à des distances supérieures à 500 mètres de la cheminée principale (SCR-1, SCR-3 et SCR-5), très faible et se compare au bruit de fond naturel.

Concernant les stations SCR-7, ASDR-1 et ASDR-4, toutes trois localisées en périphérie de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR), les valeurs mesurées en carbone-14 sont plus élevées. Cette situation est connue et documentée depuis plusieurs années et démontre que les fosses de l'ASDR, qui contiennent des déchets radioactifs, sont une source supplémentaire de carbone-14 atmosphérique. Le Laboratoire de radioécologie de l'Université Laval a été mandaté, en 2005 et 2006, pour effectuer des mesures supplémentaires à celles d'Hydro-Québec sur le sujet. Les conclusions avaient alors démontré que les émissions de carbone-14 de certaines fosses de l'ASDR influencent les stations en périphérie de l'installation et qu'elles ont un impact négligeable aux limites de l'ASDR. Quand à l'autre station témoignant de concentrations atmosphériques de carbone-14 plus élevées au cours de l'année 2012, la station SCR-8, elle est quant à elle située au pied de la cheminée principale.

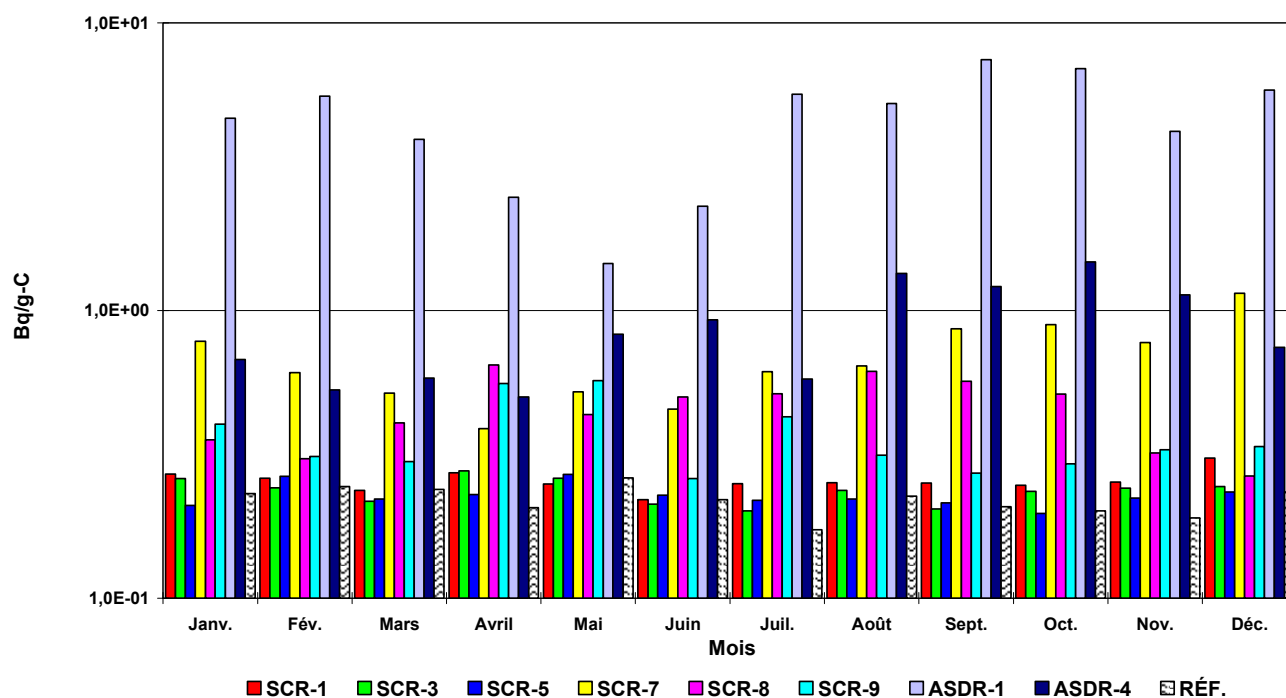


Figure 8.13 Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2012.

À la figure 8.14, il est possible de constater la grande stabilité des concentrations moyennes annuelles de carbone-14 mesurées dans l'environnement, au fil des années. Seules les valeurs de trois stations de contrôle ont été à la hausse en 2012, la plus marquée étant celle de la station SCR-1, à 5,8%. En contrepartie, la diminution la plus forte est associée à la station SCR-7, en baisse de 8,4%.

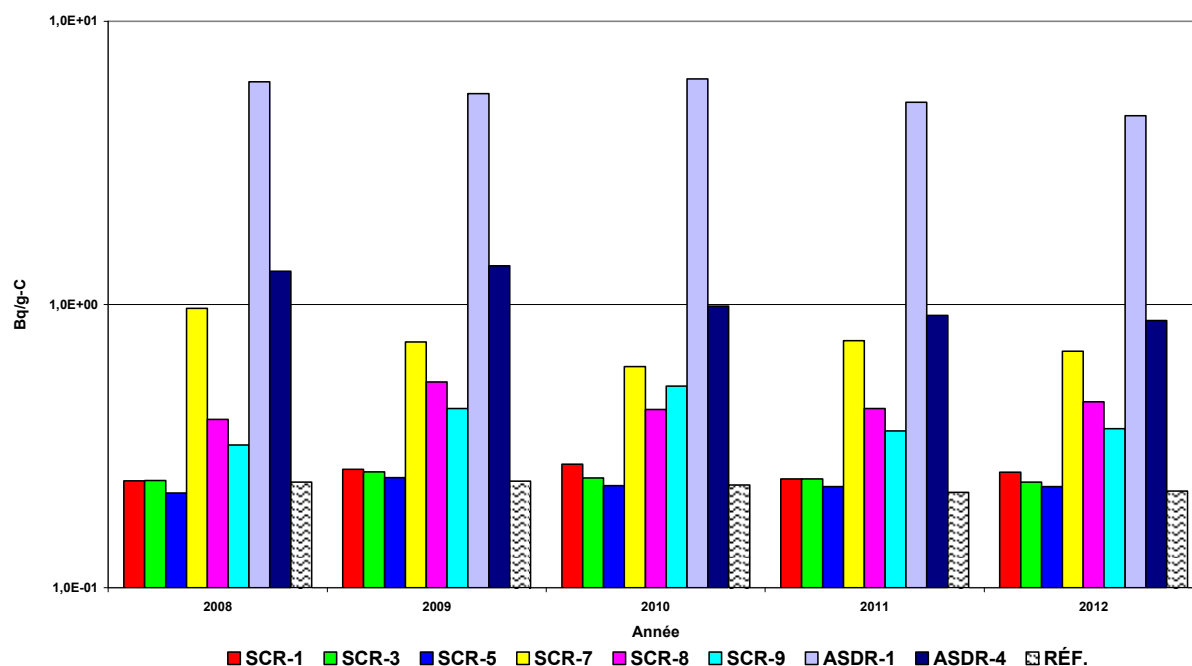


Figure 8.14 Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2008-2012.

Pour les valeurs mensuelles d'activité en carbone-14, présentées à la figure 8.15 et mesurées en périphérie de l'IGDRS, elles ont varié de $0,23 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ pour IGDRS-1 au mois de décembre 2012 à $0,63 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ pour IGDRS-3 au mois de mai 2012. Ces valeurs sont très faibles, en comparaison de celles mesurées à proximité de l'autre installation de stockage de déchets radioactifs, l'ASDR.

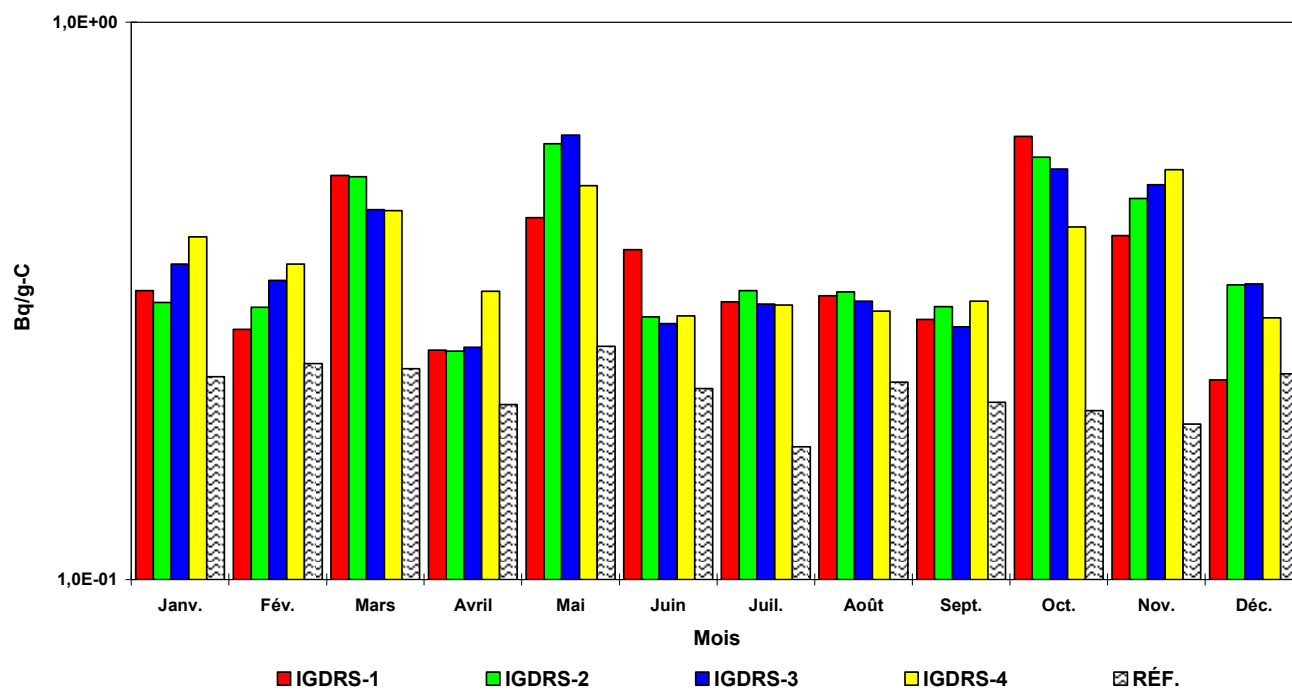


Figure 8.15 Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2012.

8.2.4 Aérosols

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

La figure 8.16 présente par trimestre, les valeurs moyennes d'activité bêta-total contenue dans les aérosols prélevés aux sept stations de contrôle radiologique localisées de telle sorte qu'elles couvrent l'ensemble des points cardinaux sur un rayon de 2 à 15 kilomètres autour de la centrale (carte 2). La figure 8.17, quant à elle, présente par trimestre les mesures d'activité bêta-total des quatre stations de l'IGDRS (carte 5). Les mesures de la station de référence sont aussi présentées à ces deux figures.

Toutes les valeurs moyennes trimestrielles d'activité bêta-total de l'année 2012 sont du même ordre que celles observées à la station de référence. Seule la valeur du second trimestre de l'année 2012, à la station Ouest-1, se démarque. Au cours de ce trimestre, la valeur mensuelle maximale mesurée fut de $1,2 \text{ mBq.m}^{-3}$, en avril 2012. À titre de comparaison, la moyenne annuelle d'activité bêta-total de la station de référence était de $0,37 \text{ mBq.m}^{-3}$. Les activités radiologiques varient donc peu avec le temps.

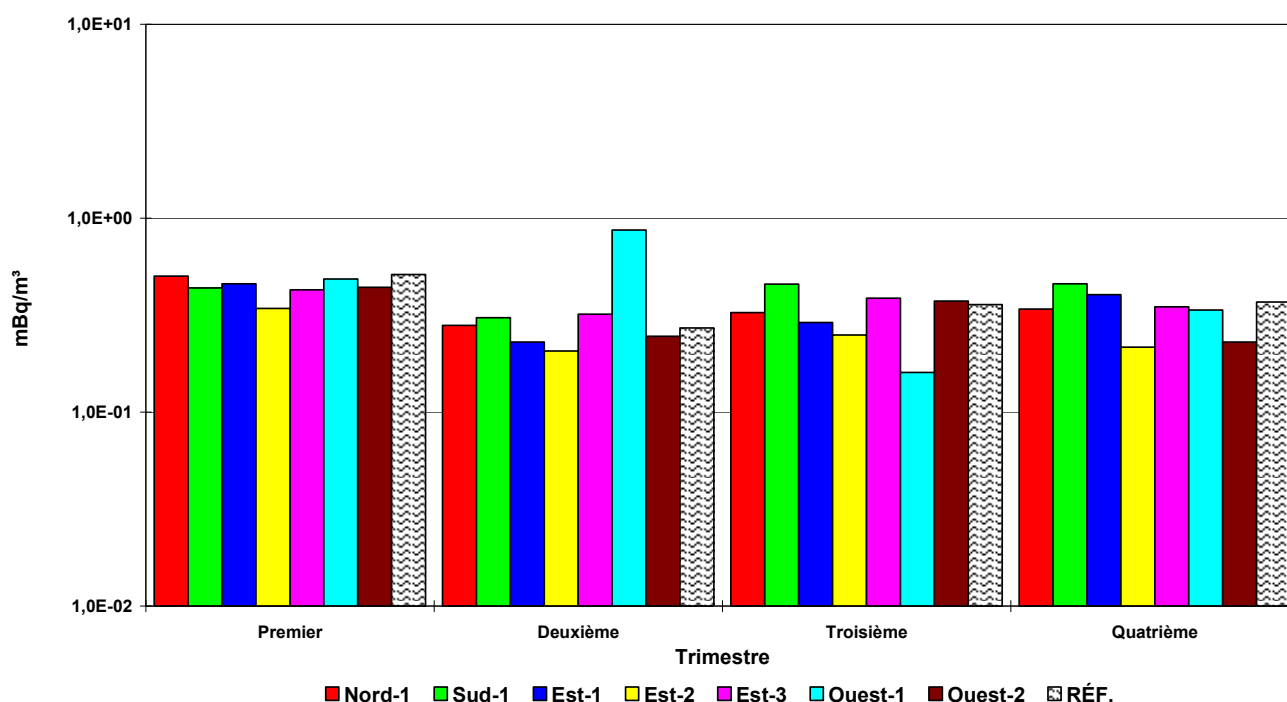


Figure 8.16 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et de référence pour l'année 2012.

Les mêmes valeurs moyennes trimestrielles d'activité bêta-total, tirées des quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS en 2012, sont également du même ordre que celles observées à la station de référence de Drummondville. Aucune valeur trimestrielle présentée aux deux figures 8.16 et 8.17 ne peut être associée à un événement d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

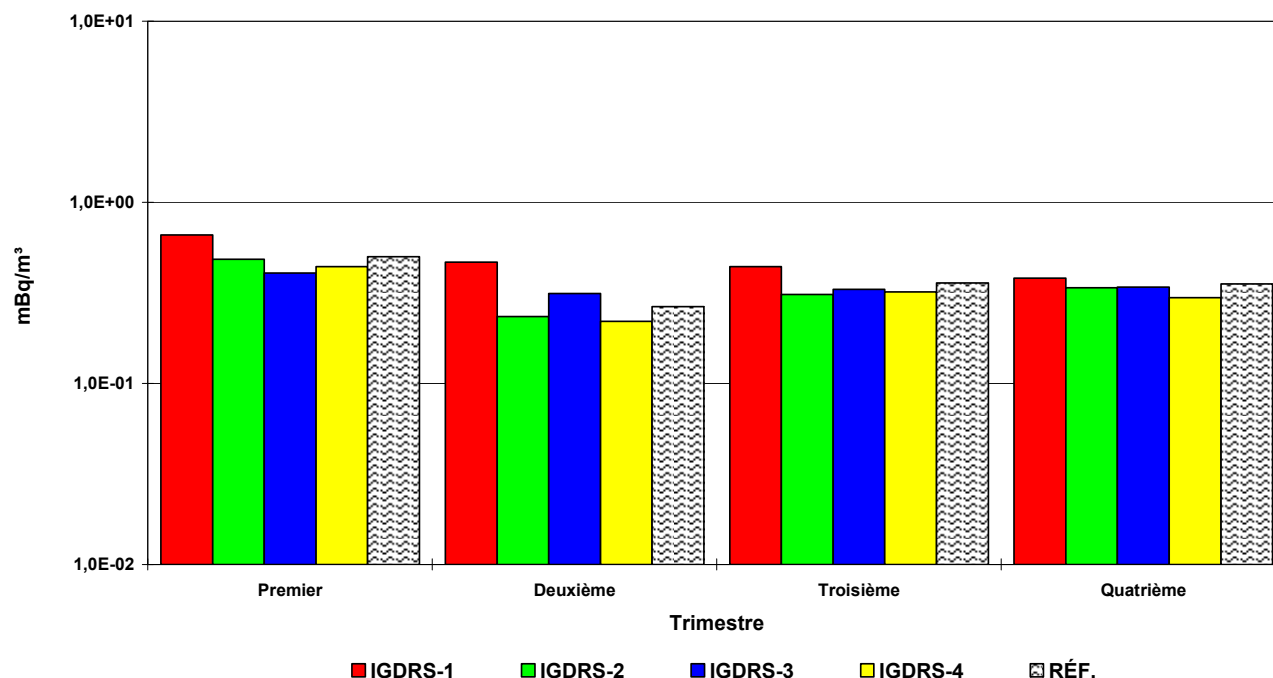


Figure 8.17 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2012.

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. Pour certaines figures, les résultats obtenus à la station de référence de Drummondville sont présentés.

8.3.1 Précipitations

La figure 8.18 présente les moyennes trimestrielles de la teneur en tritium mesurée dans les précipitations (pluie ou neige) des cinq stations d'échantillonnage de la zone rapprochée (< 2 km, SCR-1 à SCR-5; cartes 2 et 5) ainsi que pour la station de référence de Drummondville pour l'année 2012. Au cours de l'année, il y a eu peu de variation dans le niveau des précipitations d'un trimestre à l'autre soit 203 à 270 mm. Les précipitations les plus importantes furent mesurées au mois de décembre (134 mm). Sur l'ensemble des résultats obtenus dans l'eau de ces stations de contrôle radiologique dédiées au suivi des précipitations, la concentration maximale de tritium mesurée, sur une base trimestrielle, s'élève à 308 Bq.L⁻¹ alors que les concentrations mesurées à la station de référence sont de l'ordre de 6 Bq.L⁻¹. Cette valeur maximale fut mesurée au troisième trimestre à la station SCR-1, station la plus rapprochée du point d'émissions soit la cheminée principale. Les rejets radiologiques aériens en tritium ont été les plus élevés lors des mois de juillet et août 2012 en raison des fuites à une garniture de pompe du système modérateur. Combinant ces rejets plus élevés à l'orientation des vents d'occurrence sud-ouest de 17 % en juillet et 25 % en août influençant la SCR-1, on peut expliquer cette mesure plus élevée du troisième trimestre.

Le résultat annuel moyen le plus faible a été mesuré à la SCR-2 (41 Bq.L^{-1}), station n'étant pas dans l'axe des vents dominants et située hors du site de Gentilly-2.

Les moyennes trimestrielles de la figure 8.18, pour l'année en 2012, sont comparables à celles de l'année 2011. Les variations que l'on observe sont dues à plusieurs facteurs, parfois difficiles à isoler, parmi lesquels on retrouve : les rejets d'exploitation, l'emplacement des stations d'échantillonnage, leur proximité par rapport au point d'émissions, l'intensité des précipitations et la direction des vents. Les concentrations de tritium dans les précipitations tendent également à démontrer que le panache de dispersion du tritium émanant du point d'émission est rapidement rabattu et ce, à l'intérieur de la zone d'exclusion ($< 1 \text{ km}$).

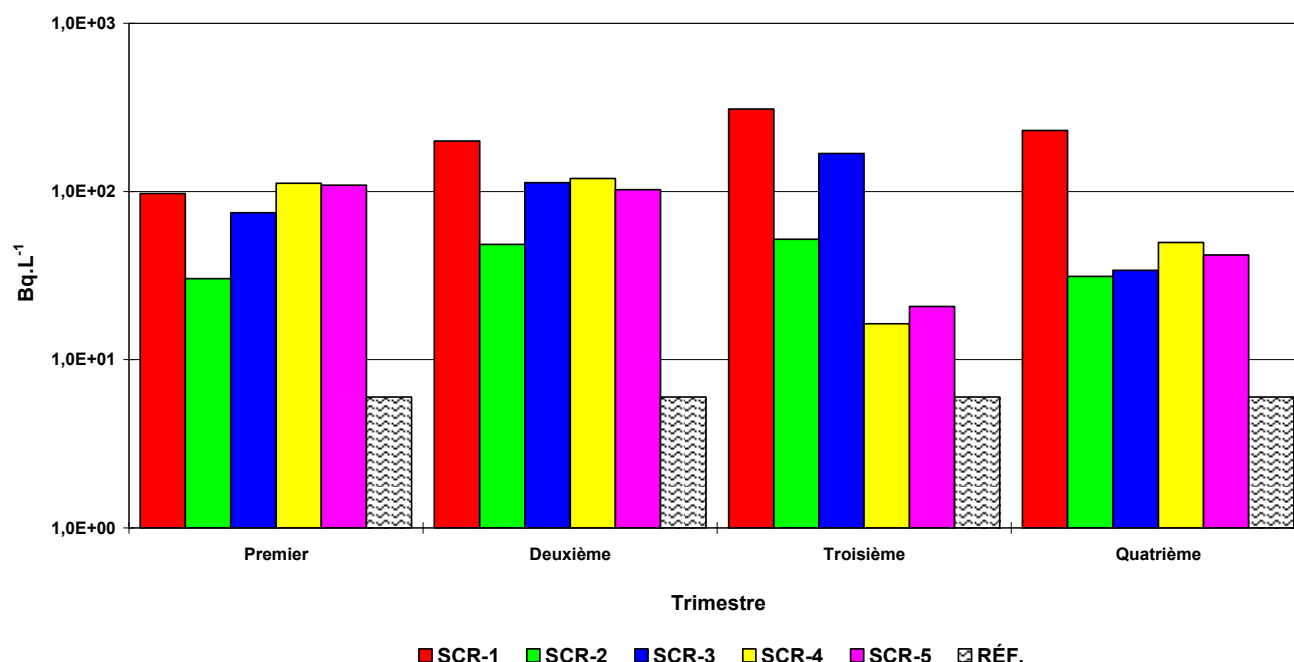


Figure 8.18 Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2012.

La figure 8.19 présente les moyennes trimestrielles d'activité bêta-total dans les précipitations aux mêmes stations de contrôle radiologique que celles présentées à la figure 8.18. L'activité bêta-total est liée aux particules radioactives fines aéroportées par les vents et rabattues par les précipitations. Les concentrations moyennes trimestrielles d'activité bêta-total mesurées à ces SCR sont de l'ordre de celles mesurées à la station de référence sauf dans les cas des SCR-1 et SCR-2 du troisième trimestre 2012. Spécifiquement pour la SCR-2, l'occurrence des vents en juillet de provenances combinées nord-nord-ouest, nord-ouest et ouest-nord-ouest atteignant 25 %, expliquerait l'augmentation observée en bêta-total au troisième trimestre dont l'activité mensuelle du mois de juillet fut la deuxième plus élevée de l'année à cette station ($6,4 \pm 0,3 \text{ Bq.m}^{-2}$).

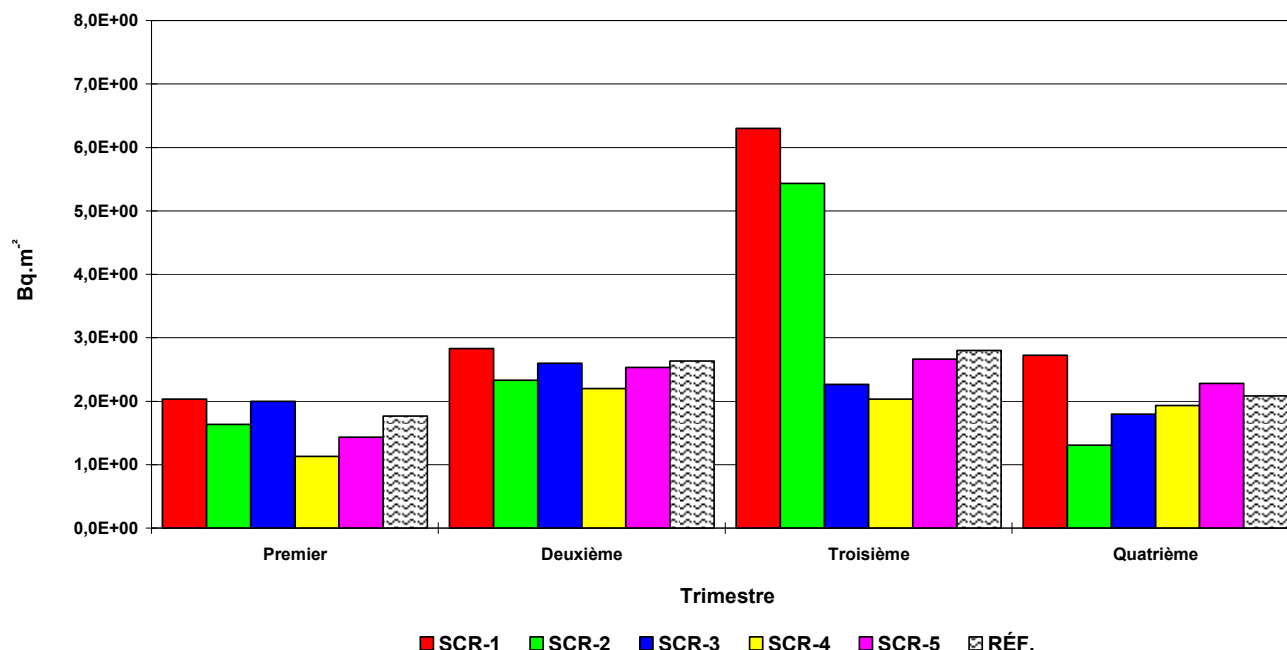


Figure 8.19 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et à la station de référence pour l'année 2012.

La figure 8.20 illustre les moyennes trimestrielles de l'activité en tritium dans les précipitations des quatre stations radiologiques à proximité de l'IGDRS (IGDRS-5 à IGDRS-8; carte 7) et de la station de référence pour l'année 2012. La proximité géographique entre les stations de l'IGDRS explique les faibles variations d'activité en tritium mesurées entre-elles. Le premier trimestre est celui dont les valeurs sont les plus élevées avec une valeur maximale de 2 948 Bq.L⁻¹ pour la station IGDRS-8 alors que le troisième trimestre est celui dont les valeurs sont les plus faibles avec une valeur minimale de 264 Bq.L⁻¹ pour la même station. En comparant les deux stations SCR-1 (figure 8.18) et IGDRS-6 (figure 8.20) dont les localisations respectives par rapport à la source d'émission principale sont relativement dans l'axe des vents dominants (est-nord-est et ouest-sud-ouest) et à distance semblable de celle-ci, il est observé que les valeurs mesurées à l'IGDRS-6 sont toujours supérieures à celles mesurées à la SCR-1. En effet, les valeurs moyennes annuelles en tritium ont été de 1 288 Bq.L⁻¹ pour la station IGDRS-6 comparativement à 208 Bq.L⁻¹ pour la station SCR-1. Les valeurs systématiquement plus élevées à la station IGDRS-6 pourraient s'expliquer en partie par une autre source d'émission de tritium atmosphérique plus diffuse que sont les fosses à l'IGDRS. L'orientation des vents dominants du troisième trimestre a été majoritairement en provenances sud-ouest (juillet 17 %, août 25 % et septembre 14 %) et nord-ouest (juillet 10 %). Ceci tend à expliquer que les mesures en tritium dans les précipitations mesurées au troisième trimestre aux SCR-4, SCR-5 (figure 8.18) et IGDRS-5 à IGDRS-8 (figure 8.20), localisées dans un corridor de vent nord-est, ont été plus faibles.

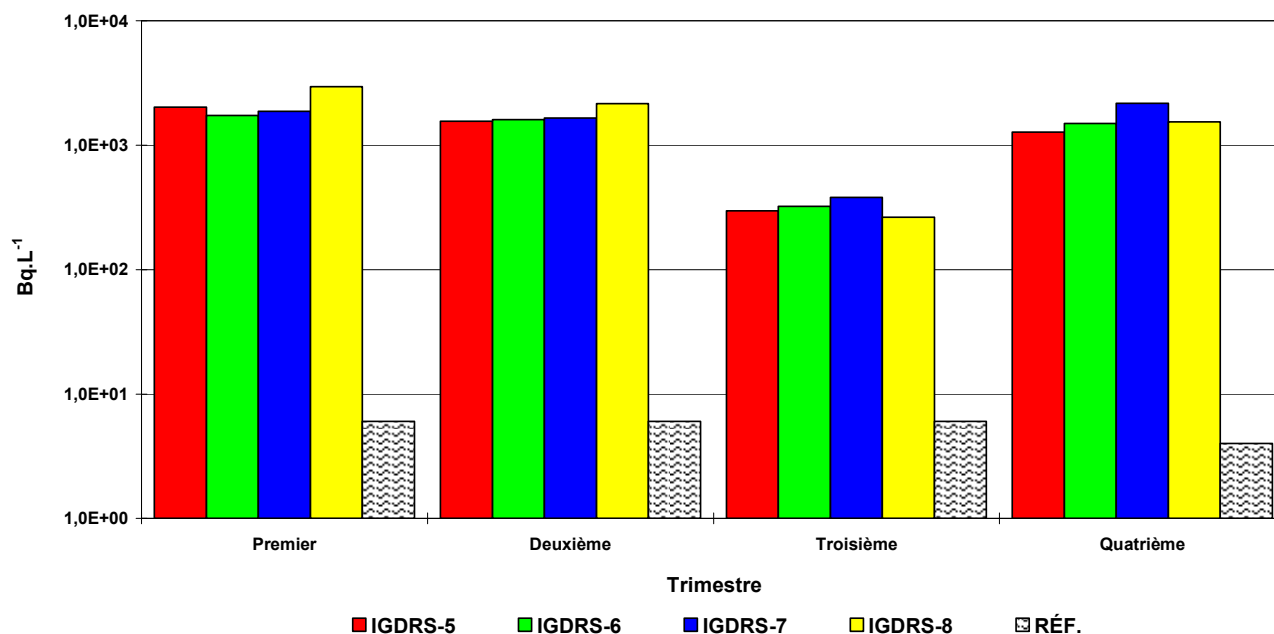


Figure 8.20 Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2012.

La figure 8.21 détaille les résultats de la moyenne de l'activité bêta-total dans l'eau de pluie des quatre mêmes stations à proximité de l'IGDRS et de la station de référence. Les résultats obtenus pour les quatre stations (IGDRS-5 @ IGDRS-8) sont légèrement supérieurs aux résultats de la station de référence qui est située à Drummondville et dont la moyenne annuelle est de $2,3 \text{ Bq.m}^{-2}$. Le résultat du quatrième trimestre fut le plus élevé ($11,0 \text{ Bq.m}^{-2}$) et mesuré à la station IGDRS-6. Cette station est localisée à l'extrémité ouest de l'IGDRS. Bien qu'il y ait eu transfert de déchets à l'IGDRS en novembre 2012, mois dans lequel l'activité bêta-total fut la plus élevée pour la station IGDRS-6 ($24,3 \text{ Bq.m}^{-2}$), il est très difficile de relier cette augmentation à cette activité de transfert de déchets.

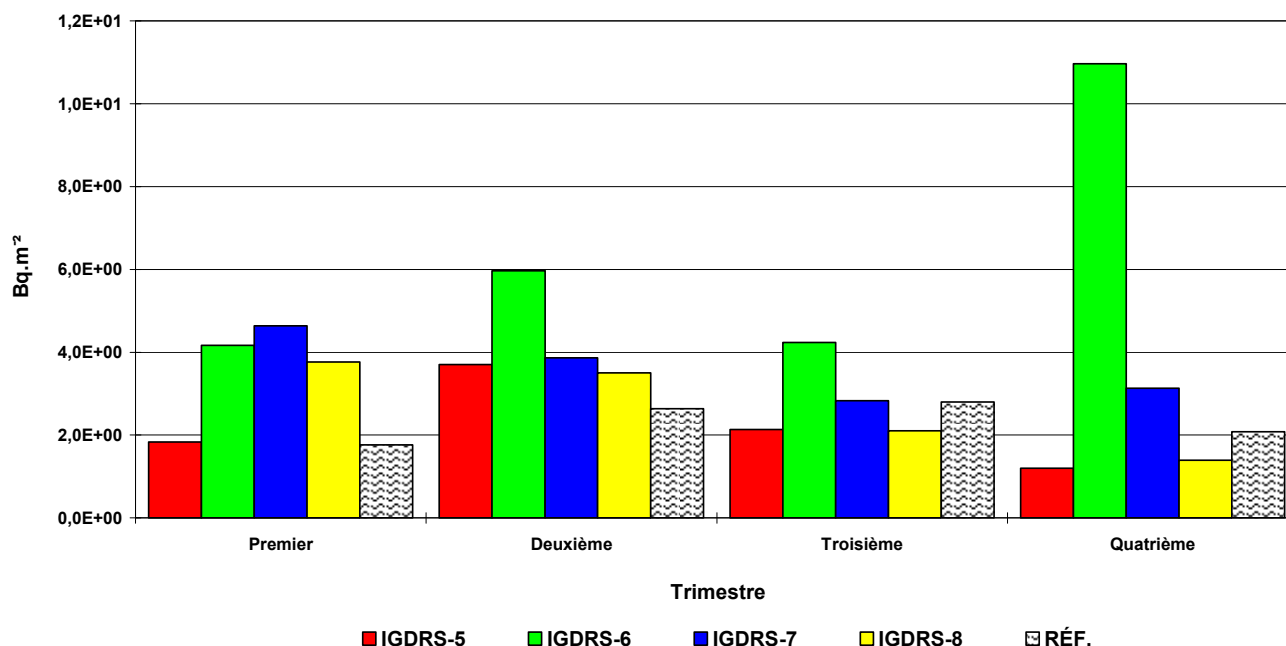


Figure 8.21 Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux points IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2012.

8.3.2 Eaux de surface

Les eaux de surface (identifiée S) du site sont principalement constituées des précipitations humides et de la fonte des neiges. Elles sont prélevées dans des ruisseaux ou dans des zones de résurgences lorsqu'elles sont disponibles. La principale source de contamination de ces eaux est la précipitation qui peut être sous forme de neige ou de pluie. D'autres éléments tels que l'orientation des vents influencent l'activité en tritium mesurée dans ces eaux. Les résultats d'analyse radiologique des activités mensuelles et annuelles, en tritium et en bêta-total dans les eaux de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, sont représentés aux figures 8.22, 8.23 et 8.24.

Voici une description des points d'échantillonnage présentés aux figures suivantes. Pour le point identifié ASDR, il s'agit d'une moyenne des résultats sur les prélèvements des points S-16 et S-17; pour l'ASSCI, il s'agit directement de la mesure du seul point S-1; alors que pour l'IGDRS, il s'agit d'une moyenne des mesures faites à l'échantillonneur automatique et à la vanne guillotine (1520 V-1). Les cartes 5, 6 et 7 présentent les localisations précises de ces points. L'absence de certaines données est attribuable au fait que certains points d'échantillonnage sont à secs ou gelés (période hivernale) et dans le cas spécifique de l'IGDRS, que l'échantillonneur automatique ait été non fonctionnel jusqu'au mois de mars 2012.

La figure 8.22 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage. La valeur la plus élevée et celle la plus faible ont été mesurées à la station S-1 près de l'ASSCI pour les mois d'avril (3 225 Bq.L⁻¹) et d'octobre (102 Bq.L⁻¹) respectivement.

La variation mensuelle la plus marquée est celle de l'ASSCI suivie de celle de l'IGDRS dont la valeur maximale est de 1 389 Bq.L⁻¹ pour le mois de mai et 275 Bq.L⁻¹ pour le mois d'octobre. Les valeurs mensuelles mesurées à l'ASDR sont les moins variables. Ceci démontre bien que plus les points d'échantillonnage sont près du lieu principal d'émissions et dans l'orientation des vents dominants, plus ils sont influencés par les rejets. La fonte des neiges à l'ASSCI et à l'IGDRS au mois d'avril pourrait expliquer les valeurs plus élevées de ce mois.

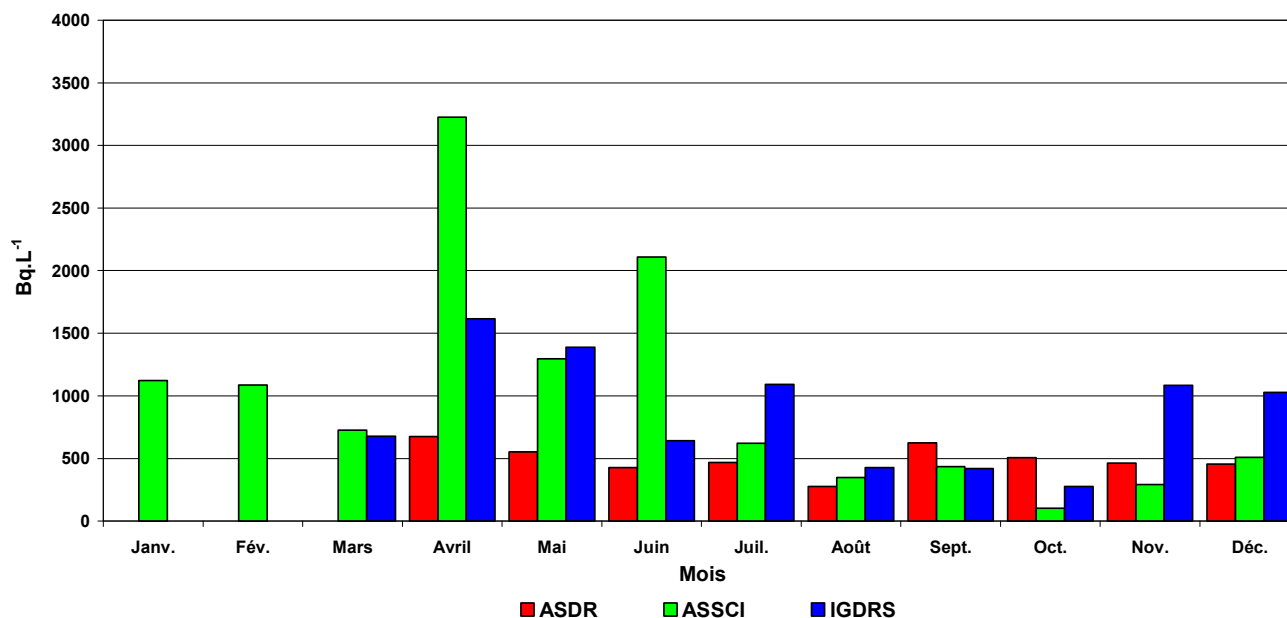


Figure 8.22 Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.

Les moyennes annuelles en activité en tritium des stations identifiées ASDR, ASSCI et IGDRS, présentées à la figure 8.23, indiquent une diminution par rapport à l'année précédente de 6 % pour l'ASDR, 55 % pour l'ASSCI et 23 % pour l'IGDRS. Malgré cette diminution, elle ne peut être attribuée à la baisse des rejets en tritium à la cheminée principale puisque ceux-ci ont été supérieurs en 2012 par rapport à 2011 (figure 2.2). Ceci démontre donc que les facteurs météorologiques, aux moments des rejets, sont des facteurs déterminants dans les mesures effectuées dans les eaux de surface.

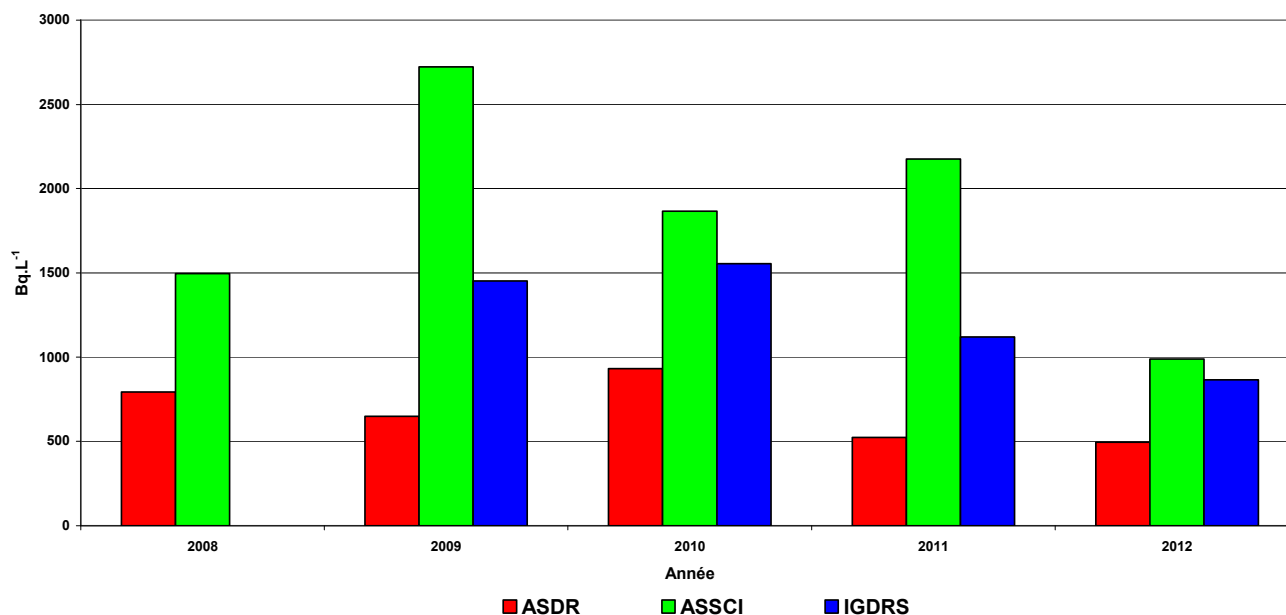


Figure 8.23 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS pour la période 2008-2012.

Les mesures mensuelles de l'activité bêta-total obtenues sur des prélèvements d'eau de surface sont présentées à la figure 8.24. Les valeurs durant l'année sont toutes sous une concentration égale à $0,87 \text{ Bq.L}^{-1}$ mesurée à l'IGDRS pour le mois de juillet. Bien que cette valeur soit élevée par rapport aux mois précédents, elle n'a pas excédé le critère déclencheur de 1 Bq.L^{-1} du programme de surveillance radiologique de l'environnement demandant des analyses additionnelles telles que des analyses unitaires et des spectrométries gamma. Malgré cette valeur, toutes les autres mesures demeurent faibles et se situent entre $0,02 \text{ Bq.L}^{-1}$ et $0,35 \text{ Bq.L}^{-1}$ et se comparent aux années précédentes. Ceci démontre que l'activité bêta-total est sans grande variation dans le temps. Les activités moyennes en bêta-total présentes dans les précipitations (figure 8.21) sont généralement supérieures à celles mesurées dans les eaux de surface (figure 8.23). Ceci est attendu compte tenu que les radionucléides ont une grande affinité avec les particules de sol et par conséquent n'ont pas tendance à rester dans l'eau de surface.

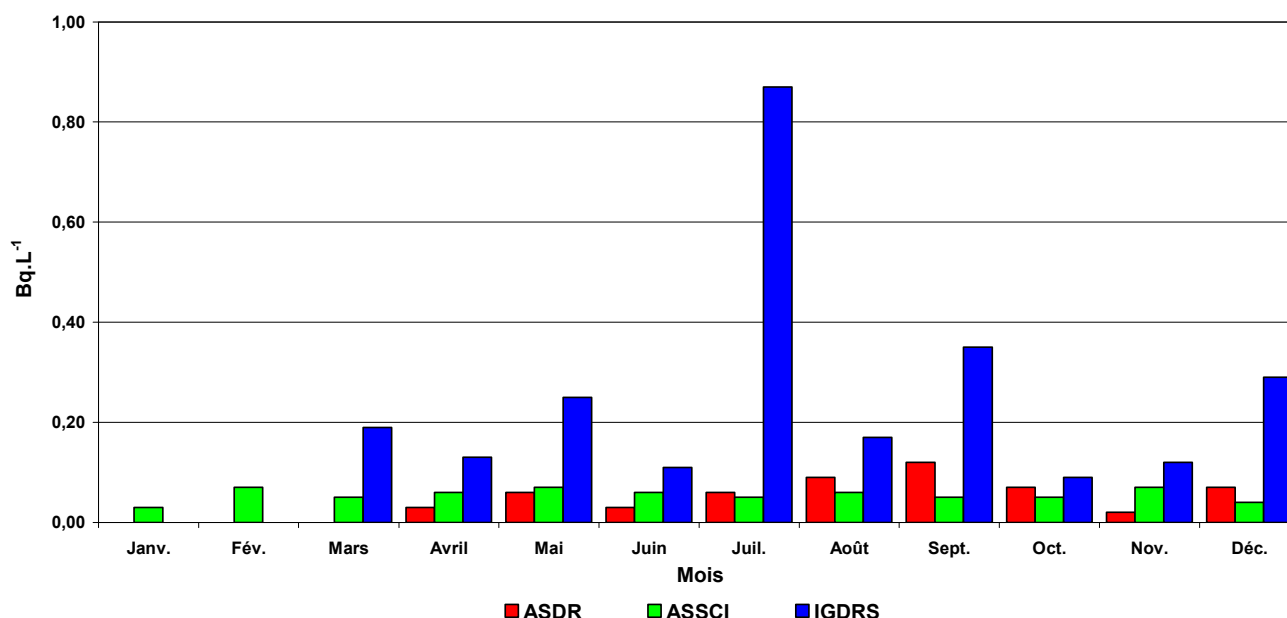


Figure 8.24 Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eau de surface de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.

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 4 localise les trois points d'échantillonnage, soit en amont et en aval du canal de rejet où les eaux de refroidissement et de procédés de la centrale de Gentilly-2 se rejettent. En 2012, trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées aux mois de juillet, septembre et novembre. Le point A, localisé en amont, n'a pu être échantillonné au mois de septembre en raison du très faible niveau d'eau du fleuve, ce qui rendait dangereux le fait de s'y aventurer en chaloupe. Parmi les huit résultats obtenus, quatre ont été inférieurs à la limite de détection ($< 6 \text{ Bq.L}^{-1}$) dont les 2 mesures du point A localisé en amont. Voici le détail des autres mesures supérieures à la limite de détection : 45 Bq.L^{-1} (point C, juillet 2012, réacteur en marche), $7\,259 \text{ Bq.L}^{-1}$ (point B, septembre 2012, réacteur à l'arrêt), $1\,122 \text{ Bq.L}^{-1}$ (point C, septembre 2012, réacteur à l'arrêt) et 7 Bq.L^{-1} (point B, novembre 2012, réacteur en marche). Les concentrations de tritium mesurées aux points B et C sont fonction du temps écoulé entre le dernier rejet de réservoir de récupération des eaux radioactives et le moment d'échantillonnage. Ceci peut expliquer les valeurs élevées au mois de septembre.

8.3.3 Eaux d'infiltration

Les eaux d'infiltration (identifiées I ou C) sont celles présentes dans le sol meuble, qu'il soit composé de remblais ou de sol naturel. Puisque la mobilité des eaux dans ces sols est très élevée, les teneurs en tritium qui y sont présentes sont étroitement liées à celles mesurées dans les eaux de surface, celles-ci composées majoritairement des précipitations. Les conditions climatiques (précipitations, orientation des vents) influencent au même titre l'enrichissement en tritium de ces eaux que celles de surface et ce, modulé par les rejets atmosphériques. Les résultats d'analyse radiologique des activités mensuelles et annuelles, en tritium et en bêta-total dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, sont représentés aux figures 8.25, 8.26 et 8.27.

Voici une description des points d'échantillonnage présentés aux figures 8.25 et 8.26. Pour le point identifié ASDR, il s'agit de la moyenne des mesures aux points I-14, I-15, I-16 et I-17; pour l'ASSCI, il s'agit d'une valeur moyenne des points I-1, I-4, P-9C et P-10C; alors que pour l'IGDRS, il s'agit d'une moyenne faite sur le prélèvement des points P-1C, P-5C, P-6C, P-7C, P-11C, P-12C, P-XC et P-YC. Les cartes 6 et 7 présentent la localisation précise de ces points. À la figure 8.26, l'activité en tritium est absente en 2008 pour l'IGDRS puisque les ouvrages d'échantillonnage n'étaient pas installés.

La figure 8.25 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage. La valeur la plus élevée a été mesurée à l'ASSCI pour le mois d'avril (2 466 Bq.L⁻¹), celle-là même qui était la plus élevée pour les eaux de surface au même mois. L'activité minimale mesurée à l'ASSCI est de 1 082 Bq.L⁻¹ au mois de novembre. L'augmentation de l'activité du point ASSCI au mois d'avril pourrait être attribuable à la fonte des neiges accumulée à proximité des modules et influencée par les rejets aériens de la cheminée. Ce phénomène fut aussi observé pour les eaux de surface (voir figure 8.22). Les valeurs mesurées à l'ASDR varient entre 674 Bq.L⁻¹ pour le mois d'avril à 1 430 Bq.L⁻¹ pour le mois d'octobre, alors que celles à l'IGDRS varient de 940 Bq.L⁻¹ pour le mois de décembre à 1 173 Bq.L⁻¹ pour le mois de mars. Les valeurs mensuelles mesurées à l'ASDR et à l'IGDRS sont moins variables que celles mesurées à l'ASSCI.

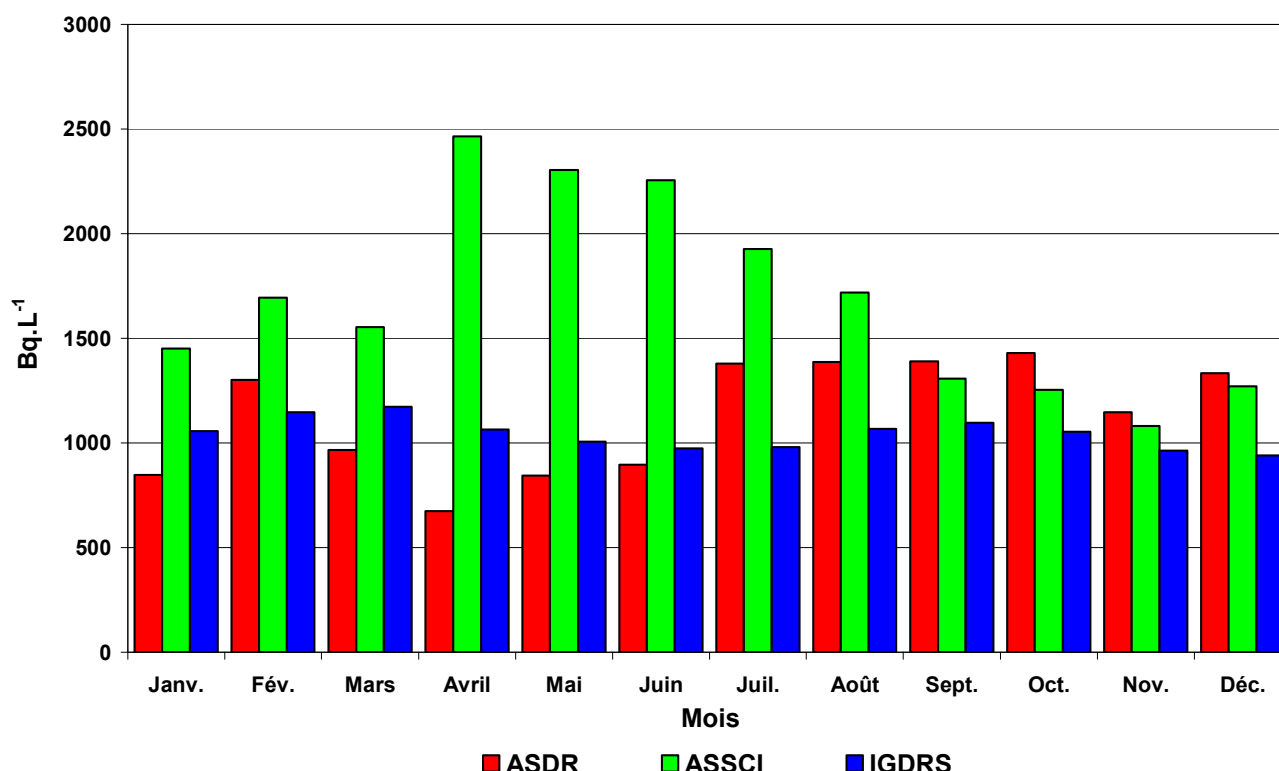


Figure 8.25 Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.

La figure 8.26 présente les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS sur une période de 5 ans. Ceci permet de voir si une tendance se dessine au fil des ans. En comparant les valeurs moyennes annuelles de 2012 par rapport à celles mesurées en 2011, il est possible de remarquer les tendances suivantes : augmentation de 8 % pour l'ASDR; baisse de 18 % à l'ASSCI; et baisse de 5 % à l'IGDRS. Les variations mesurées par rapport à l'année précédente sont négligeables pour l'ASDR et l'IGDRS. Bien qu'une diminution de 18 % soit mesurée pour le point ASSCI, aucune tendance significative à la baisse ne se dessine au fil des ans.

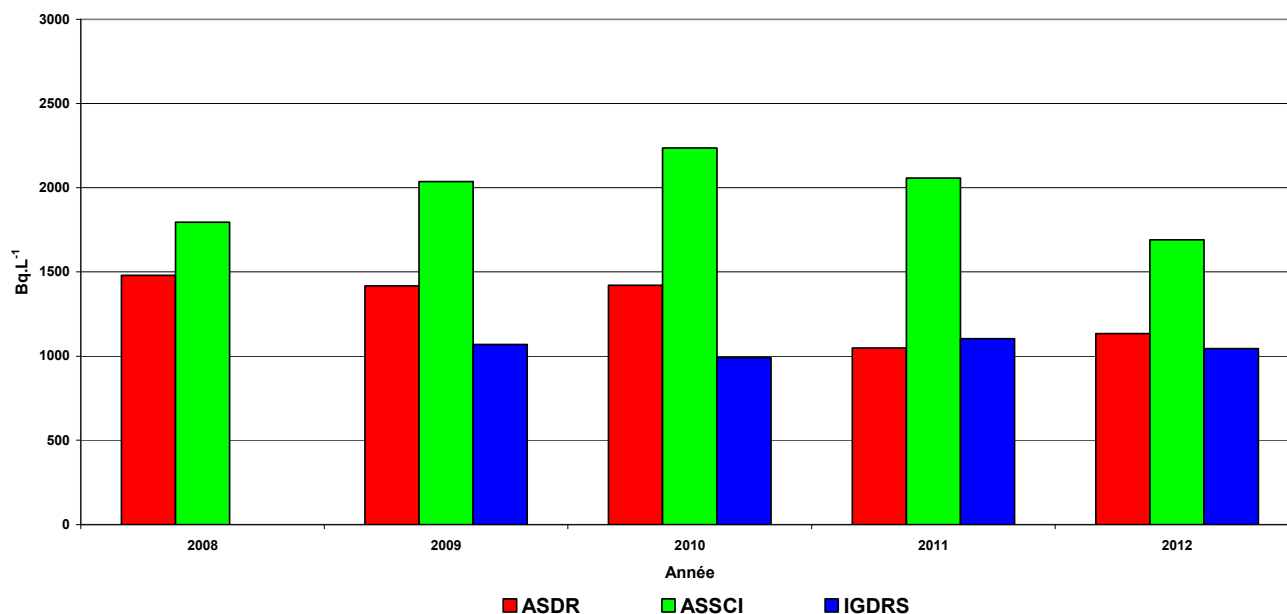


Figure 8.26 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, l'ASSCI et l'IGDRS pour la période 2008-2012.

Le suivi radiologique de l'activité bêta-total de l'eau d'infiltration prélevée autour des installations est réalisé à l'aide d'échantillons composites obtenus du prélèvement d'échantillons unitaires. Les moyennes mensuelles sont illustrées à la figure 8.27. Pour le point identifié ASDR, il s'agit d'un composite sur les points I-14, I-15, I-16 et I-17; pour l'ASSCI, il s'agit d'un composite des points P-9C et P-10C; alors que pour l'IGDRS, il s'agit du composite fait sur le prélèvement des points P-1C, P-5C, P-6C, P-7C, P-11C, P-12C, P-XC et P-YC.

Les valeurs durant l'année sont toutes sous une concentration égale à 0,35 Bq.L⁻¹ qui a été mesurée à l'ASSCI au mois d'octobre. Toutes les mesures demeurent faibles et se situent entre 0,02 Bq.L⁻¹ et 0,35 Bq.L⁻¹ et se comparent à celles obtenues dans les eaux de surface. Les moyennes annuelles sont respectivement de 0,07 Bq.L⁻¹ à l'ASDR, 0,18 Bq.L⁻¹ à l'ASSCI et de 0,20 Bq.L⁻¹ à l'IGDRS. Les activités bêta-total sont sans grande variation dans le temps.

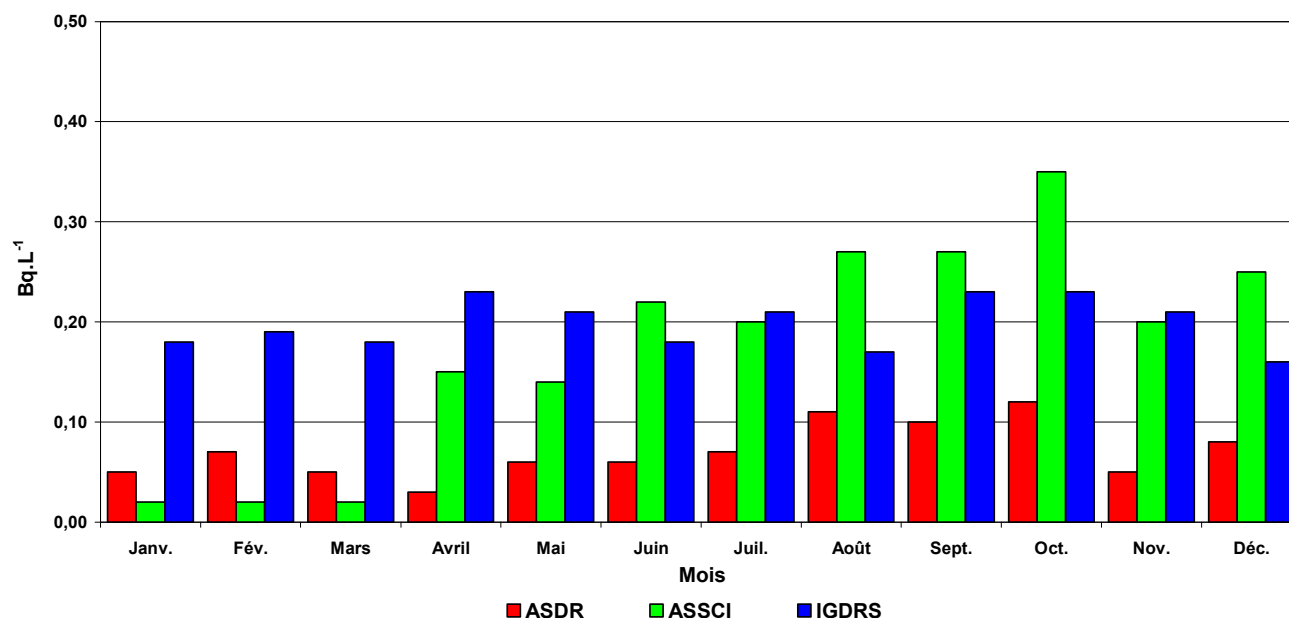


Figure 8.27 Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons d'eaux d'infiltration de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2012.

8.3.4 Eaux souterraines

Les eaux souterraines présentées dans cette section sont constituées des eaux prélevées dans le roc profond (identifiées A) ainsi que celles prélevées à l'interface roc et dépôts meubles (identifiées B). Ces eaux sont à des profondeurs moyennes entre 5 à 8 mètres et ont une mobilité plus faible que les eaux moins profondes (eaux d'infiltration ou de surface). Ceci explique que les valeurs d'activité en tritium sont moins élevées à ces niveaux de profondeur. Par conséquent, puisque les mesures sont moins variables, elles sont donc analysées sur une base trimestrielle depuis la mise en œuvre du nouveau programme de surveillance radiologique de l'environnement en 2012.

Voici une description des points d'échantillonnage présentés aux figures 8.28 et 8.29. Pour l'item identifié hors-site, il s'agit d'une moyenne mesurée des points à l'extérieur de la zone d'exclusion (A'-5, E-5 et EP-2). Concernant l'ASDR, il s'agit de la moyenne des mesures aux points A-1, D-1 et D'-1; pour l'ASSCI, il s'agit d'une valeur moyenne des points A-2, P-8A, P-8B, P-9A, P-9B, P-10A et P-10B; alors que pour l'IGDRS, c'est la moyenne réalisée sur le prélèvement des points P-1A, P-1B, P-5A, P-5B, P-6A, P-6B, P-7A, P-7B, P-11A, P-11B, P-12A, P-12B, P-XA, P-XB, P-YA et P-YB. Les cartes 2, 5 et 7 présentent la localisation précise de ces points.

Les résultats d'analyse trimestrielle de la teneur en tritium dans les eaux souterraines hors site présentées à la figure 8.28, sont tous inférieurs à la limite de détection fixée à 6 Bq.L⁻¹. Ceci démontre l'absence de l'influence de la centrale sur les eaux des nappes phréatiques au-delà de la zone d'exclusion. Les valeurs les plus élevées dans les eaux souterraines sont celles mesurées au point ASSCI dont la valeur maximale fut de 1 371 Bq.L⁻¹ au deuxième trimestre. Cette situation est attendue puisque l'ASSCI est plus près du point d'émission principal.

Les valeurs mesurées varient peu d'un trimestre à l'autre pour chacun des points soit : de 106 Bq.L⁻¹ à 118 Bq.L⁻¹ pour l'ASDR, de 635 Bq.L⁻¹ à 786 Bq.L⁻¹ pour l'IGDRS et 1 126 Bq.L⁻¹ à 1 371 Bq.L⁻¹ pour l'ASSCI. Les valeurs d'activité en tritium sont systématiquement plus basses à ces niveaux, situation attendue due au fait qu'à ces profondeurs, l'eau est très peu mobile.

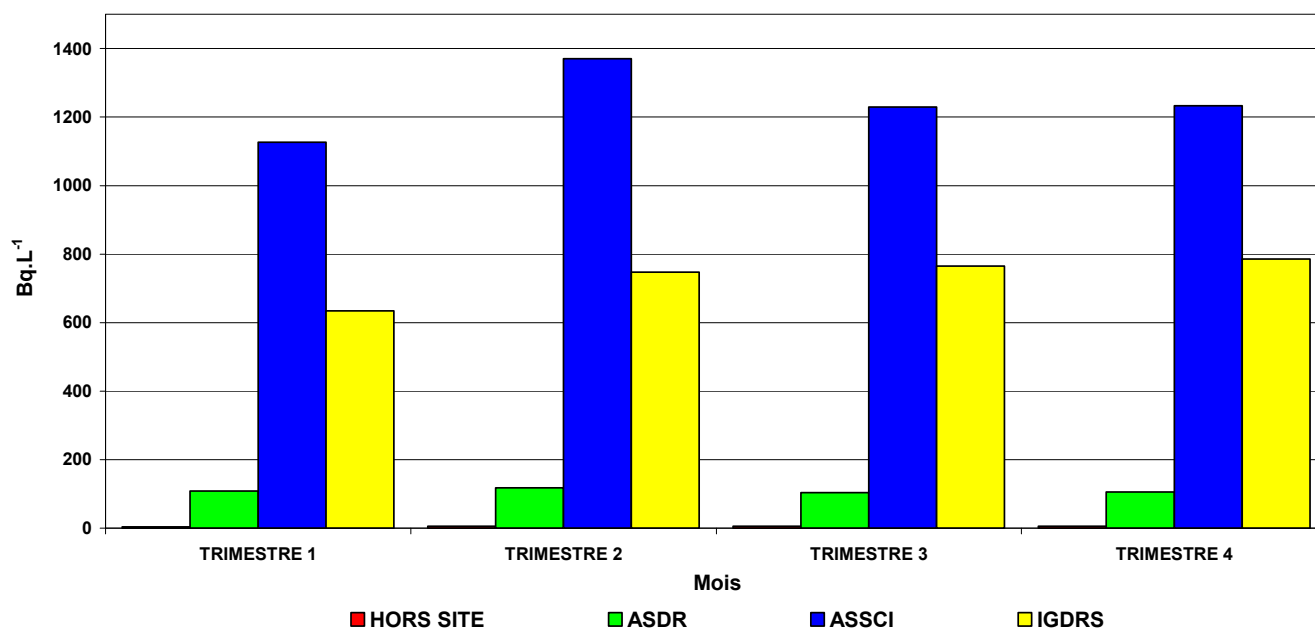


Figure 8.28 Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS et hors site pour l'année 2012.

La figure 8.29 présente les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, l'ASSCI, l'IGDRS et hors du site sur une période de 5 ans. Ceci permet de voir si une tendance se dessine au fil des ans. En comparant les valeurs moyennes annuelles de 2012 par rapport à celles mesurées en 2011, il est possible de remarquer qu'il n'y ait aucune variation pour l'ASDR et pour les valeurs hors du site par rapport à l'année dernière. D'ailleurs, il n'y a jamais eu de détection d'activité en tritium aux points hors-site au-delà des limites de détection des équipements de laboratoire ou des méthodes, limites qui elles ont été diminuées de 20 Bq.L⁻¹ à 6 Bq.L⁻¹ en 2010. Il y a par ailleurs augmentation de 10 % pour l'ASSCI; et 12 % pour l'IGDRS. Les variations mesurées par rapport à l'année précédente sont négligeables et aucune tendance significative à la baisse ou à la hausse n'est décelée.

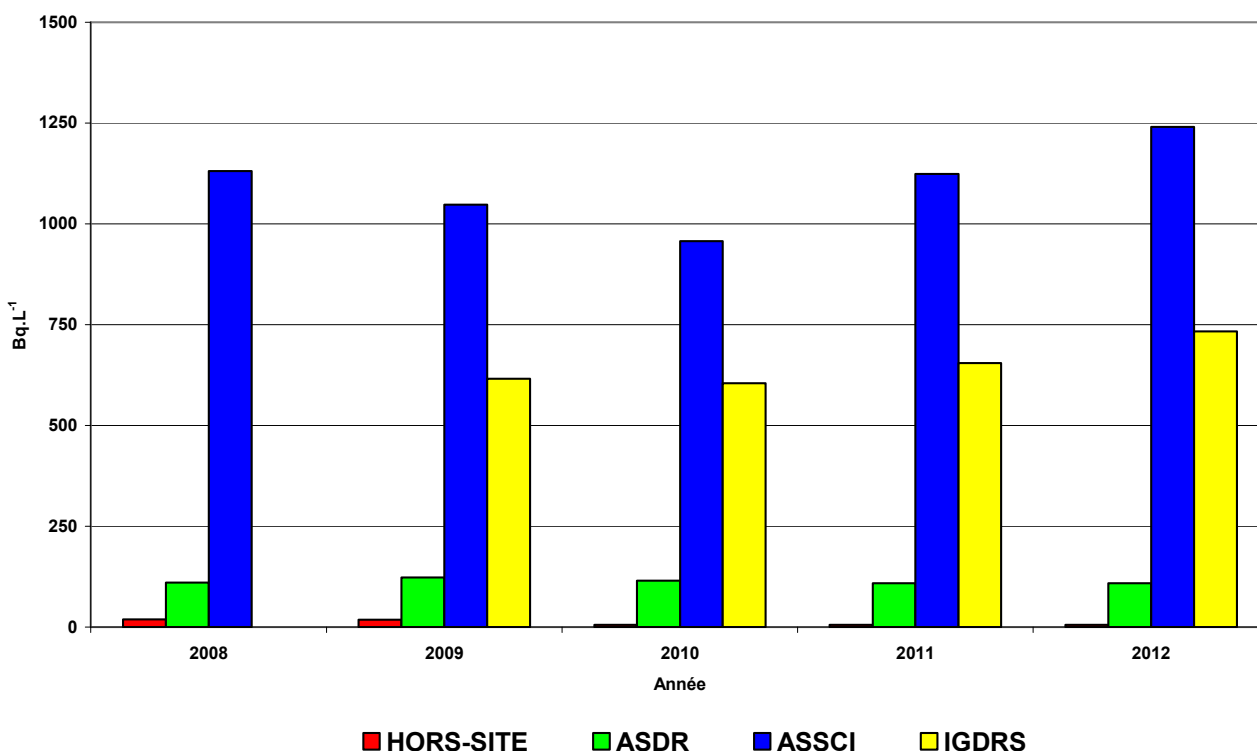


Figure 8.29 Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS et hors site pour la période 2008 à 2012.

Le suivi radiologique de l'activité bêta-total de l'eau d'infiltration prélevée autour des installations est réalisé à l'aide d'échantillons composites obtenus d'échantillons unitaires. Les moyennes mensuelles sont illustrées à la figure 8.30. Toutes les valeurs sont inférieures à une activité de 0,24 Bq.L⁻¹ obtenue à l'IGDRS. Les activités bêta-total sont sans grande variation dans le temps et de niveau très faible.

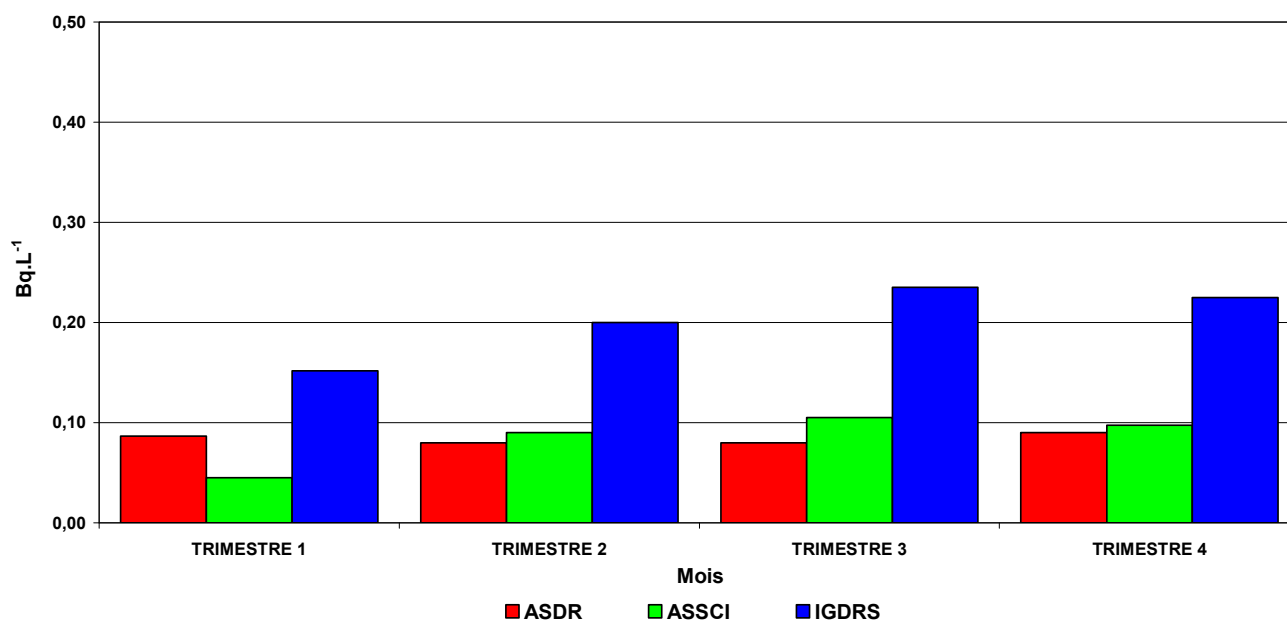


Figure 8.30 Moyenne annuelle de l'activité en bêta-total dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI de l'IGDRS.

8.3.5 Eaux de fonte des neiges

Le dépôt à neige est situé au sud de l'IGDRS (carte 7). Lors de la période de fonte des neiges, l'échantillonnage des eaux se fait en plusieurs points entourant le dépôt à neige. Ceci permet de voir l'influence de la fonte des neiges sur les eaux avoisinantes du dépôt (tritium et émetteurs gamma). L'eau est prélevée en surface à la vanne guillotine (1520 V-1) ainsi que dans les dépôts meubles (C) des eaux souterraines dans 4 piézomètres (P-1, P-35, P-37 et P-39). Ces points d'échantillonnage sont présentés à la carte 9. Les paragraphes qui suivent présentent ces résultats.

L'activité en tritium aux différents points est présentée à la figure 8.31 alors que les résultats d'analyse gamma sont présentés au tableau suivant. Les valeurs d'activité, la plus élevée et la plus faible en tritium, ont été mesurées au point d'échantillonnage d'eau de surface (1520 V-1) pour le mois d'avril (1 349 Bq.L⁻¹) et le mois d'octobre (72 Bq.L⁻¹) respectivement. Concernant les eaux souterraines de l'horizon C, les valeurs sont relativement stables (écart type de 34) ce qui démontre que les eaux de fontes sont rapidement évacuées du bassin de rétention dans lequel elles sont drainées via les eaux de surface. De plus, aucune contamination gamma n'a été mesurée dans les eaux de surface ou de l'horizon C. Les analyses démontrent que l'influence principale de la fonte des neiges se situe au niveau des eaux de surface par un enrichissement au tritium. Le tableau suivant présente un sommaire des résultats d'analyses des eaux souterraines en 2012.

Tableau 8.1 Sommaire des résultats d'analyses radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges.

PARAMÈTRES	1520 V-1	HORIZON C
	Moyenne	Moyenne
Tritium (Bq.L ⁻¹)	789	524
Spectrométrie gamma (Cs-137 Bq.L ⁻¹)	< 0,2	< 0,3

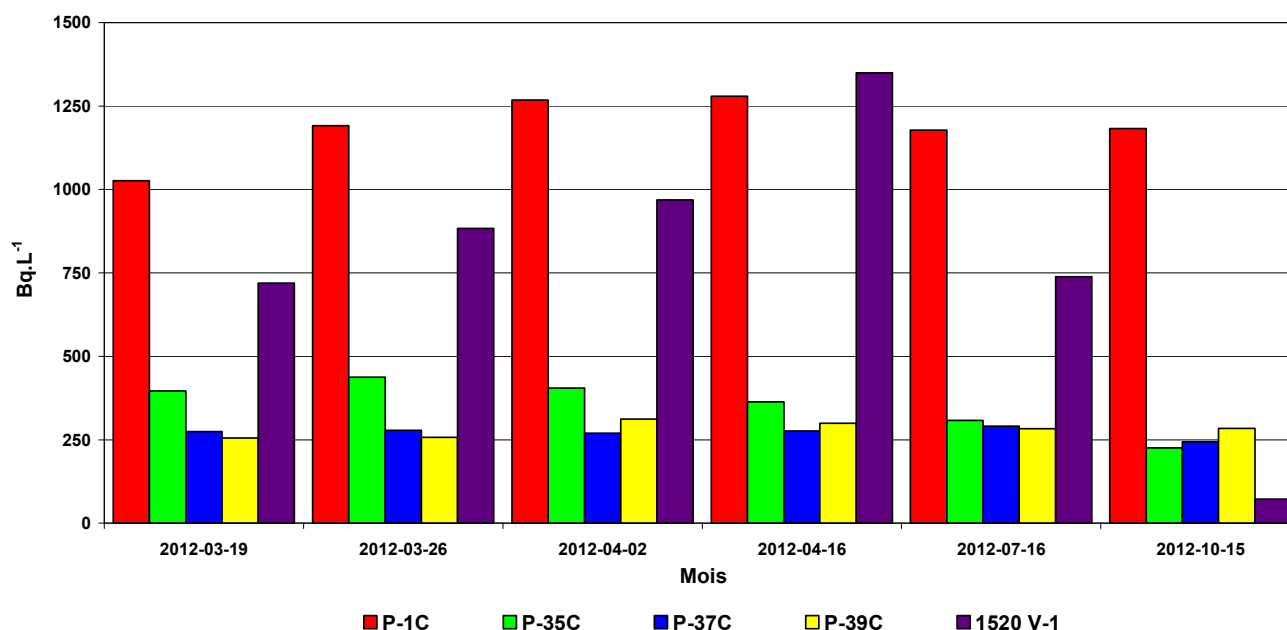


Figure 8.31 Mesure de l'activité en tritium dans l'eau de surface (1520 V-1) et dans l'horizon C de l'eau souterraine des piézomètres (P-1, P-35, P-37 et P-39) lors de la fonte des neiges.

8.3.6 Eau potable

Dans le programme de surveillance radiologique de la centrale, l'eau potable est prélevée mensuellement en quatre points d'échantillonnage fixes en plus d'un point référence. Ces points sont situés dans la région avoisinante de la centrale alors que le point de référence est situé à l'extérieur de la zone de 20 km. Les échantillons sont donc prélevés dans le système de distribution d'eau potable de la ville de Trois-Rivières, de la municipalité de Gentilly, de la municipalité de Champlain, dans un puits artésien d'une ferme de la rive sud (secteur de Gentilly) et de la ville de Drummondville. Tous les résultats d'analyse de tritium sur les cinq points d'échantillonnage sont inférieurs au seuil de détection fixé à 6 Bq.L⁻¹.

L'activité bêta-total a aussi été vérifiée sur des échantillons composites trimestriels de chacun des points d'échantillonnage. La valeur maximale mesurée a été de $0,21 \text{ Bq.L}^{-1}$ dans le puits artésien ce qui est comparable aux teneurs naturelles retrouvées dans les cours d'eau, teneur pouvant varier entre $0,005$ et $0,2 \text{ Bq.L}^{-1}$ (McDougall, 2007).

8.4 SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS

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

8.4.1 Sols arables

Pour évaluer la dispersion radiologique dans les sols arables, des prélèvements sont effectués dans les champs de quatre fermes (R.L., J.N.L., F.R., K.D.) situées dans la région (carte 2). Deux fermes sont situées sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent alors que les deux autres sont sur la rive nord. En 2012, deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en avril et en octobre. Pour le tritium, dans certaines matrices dont les sols, tous les résultats sont exprimés en activité par poids de matières sèches.

Pour le tritium, des valeurs supérieures à la limite de détection ont été mesurées dans certains sols arables. Pour le mois d'avril, les mesures sont toutes supérieures à la limite de détection. La valeur maximale mesurée a été de $11,4 \pm 0,6 \text{ Bq.Kg}^{-1}$ à la ferme F.R., ferme dont la localisation est la plus près de la centrale. Les autres valeurs mesurées au mois d'avril ont été de $3,6 \pm 0,7 \text{ Bq.Kg}^{-1}$ à la ferme J.N.L., $1,4 \pm 0,7 \text{ Bq.Kg}^{-1}$ à la ferme R.L et $0,8 \pm 0,5 \text{ Bq.Kg}^{-1}$ à la ferme K.D. Pour le mois d'octobre, toutes les mesures ont été sous la limite de détection ($< 0,9 \text{ Bq.Kg}^{-1}$) sauf pour la ferme R.L. dont la valeur mesurée a été de $1,4 \pm 0,6 \text{ Bq.Kg}^{-1}$.

D'autres radioéléments sont aussi détectés dont le césium-137, le potassium-40 et le béryllium-7. Le césium-137 mesuré dans les sols, est attribuable aux essais nucléaires passés et suite à des événements tels que Tchernobyl, en 1986 ou Fukushima Daiichi, en 2011. Le béryllium-7 mesuré est d'origine cosmique alors que le potassium-40 est un des radionucléides le plus fréquemment rencontrés dans les roches à des teneurs naturelles variant entre 70 à $1\,500 \text{ Bq.Kg}^{-1}$ selon le type (Eisenbud et Gesell, 1997). Ces éléments sont mesurés année après année et les résultats obtenus en 2012 sont comparables à ceux obtenus aux années antérieures. Le tableau 8.2 résume l'ensemble des résultats mesurés dans les sols arables des quatre fermes.

Tableau 8.2 Moyenne de l'activité des radioéléments mesurée dans les sols arables aux quatre fermes.

	3-H Bq.kg^{-1}	7-Be Bq.kg^{-1}	137-Cs Bq.kg^{-1}	40-K Bq.kg^{-1}
Activité moyenne	2,6	2,2	4,2	681,5
Activité maximum	11,4	3,3	9,7	866,0

8.4.2 Sédiments dynamiques

Des sédiments dynamiques sont prélevés dans le fleuve Saint-Laurent à trois emplacements différents tel que présenté à la carte 4. La station A est la station témoin et est localisée à environ un kilomètre en amont de la prise d'eau de la centrale. 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 deux kilomètres en aval de la centrale.

En 2012, trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, soit en juillet, en septembre et en novembre. Les résultats d'analyse des sédiments dynamiques sont présentés au tableau suivant.

Tableau 8.3 Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent dans la région immédiate de la centrale de Gentilly-2.

Point d'échantillonnage	MOYENNE DE L'ACTIVITÉ MESURÉE (Bq.kg ⁻¹)									
	⁷ Be	⁴⁰ K	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	⁹⁴ Nb	⁹⁵ Nb	⁹⁵ Zr	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs
A <i>Amont</i>	85,5	699,5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,7	< 0,4	< 0,9	6,0
B <i>Aval</i>	70,3	733,7	27,7	< 0,4	< 0,4	2,4	1,2	0,6	1,3	8,0
C <i>Aval</i>	62,7	712,0	5,1	< 0,4	< 0,4	0,5	< 0,7	< 0,4	< 0,9	5,1

La station A présente des activités pour le béryllium-7, le potassium-40 et le césium-137. Tous les autres radioéléments sont sous le seuil de détection pour le point A. Ce sont les mesures faites aux sédiments prélevés au point B qui présentent les activités la plus élevées.

C'est d'ailleurs la première station affectée par les rejets liquides de la centrale nucléaire. La station B montre des activités pour le cobalt-60 (maximum 38,9 Bq.kg⁻¹), le niobium-95 (maximum 4,5 Bq.kg⁻¹), le zirconium-95 (maximum 2,3 Bq.kg⁻¹), l'antimoine-124 (maximum 1,0 Bq.kg⁻¹) et le césium-137 (maximum 8,8 Bq.kg⁻¹). Les activités mesurées au point C sont plus faibles que celles du point B et se rapprochent de celles mesurées à la station A considérée comme station témoin. Pour cette station, le cobalt-60 (maximum 10,9 Bq.kg⁻¹), le niobium-95 (maximum 0,79 Bq.kg⁻¹) et le césium-137 (maximum 6,5 Bq.kg⁻¹) sont mesurés alors que les autres éléments sont sous le seuil de détection.

Comme par les années passées, le béryllium-7, le potassium-40 et le césium-137 sont les radionucléides pour lesquels une activité est mesurée à tous les points de prélèvement tant en amont (A) qu'en aval (B et C) de la centrale. La présence de ces radioéléments dans les sédiments dynamiques du fleuve n'est pas uniquement liée à l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. On mesure du césium-137 également dans les sédiments du fleuve à la hauteur de Varennes et de Lavaltrie, des municipalités situées à plusieurs kilomètres en amont de la centrale de Gentilly-2 (Barbeau, 2009).

Le cobalt-60, le niobium-95, le zirconium-95 et l'antimoine-124 et 125 sont des radioéléments émetteurs beta-gamma pouvant se retrouver dans les effluents liquides de la centrale de Gentilly-2, ce qui explique leur présence en aval seulement. Les valeurs les plus élevées proviennent toutes d'échantillons prélevés en période d'arrêt (septembre 2012). Les données présentées au tableau 8.3 laissent supposer que les radionucléides rejetés par les systèmes d'évacuation d'eau de refroidissement et de procédé sont rapidement déposés sur le fond fluvial du canal de rejet et dispersés puisque l'activité radiologique mesurée au point d'échantillonnage C, situé à près de deux kilomètres en aval de la centrale nucléaire, est comparable aux résultats issus de la station A, plus en amont sauf pour le cobalt-60.

8.5 SURVEILLANCE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

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

8.5.1 Plantes fourragères

Les échantillons de plantes fourragères ont été prélevés aux mêmes fermes que celles retenues au programme pour la surveillance du lait et du sol arable (carte 2). Les récoltes d'échantillons ont été faites pour les quatre fermes au cours du mois de juin 2012.

Sur l'ensemble des échantillons analysés en 2012, aucune concentration de tritium ne fut supérieure à la limite de détection fixée à $2,3 \text{ Bq.kg}^{-1}$ sauf pour la ferme R. L. dont la valeur mesurée a été de $6 \pm 1 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Le potassium-40 est le radioélément qui se retrouve de façon homogène dans le fourrage des quatre fermes, la moyenne étant de 818 Bq.kg^{-1} . Il en est de même avec le carbone-14 et le béryllium-7 présents aux quatre fermes, avec des concentrations moyennes respectives de 199 Bq.kg^{-1} et de 83 Bq.kg^{-1} . Bien que la présence de carbone-14 soit détectée, la concentration mesurée est équivalente au bruit de fond naturel de 220 Bq.kg-C^{-1} (Eisenbud et Gesell, 1997). Il est à noter que toutes les valeurs en césium-137 ont été inférieures à la limite de détection ($0,7 \text{ Bq.kg}^{-1}$).

La présence de ces radioéléments au niveau des plantes fourragères n'est pas inattendue puisqu'il s'agit de radionucléides pouvant ne pas provenir de la dispersion des effluents gazeux de la centrale.

8.5.2 Plantes aquatiques

Le programme de surveillance environnementale prévoit l'échantillonnage à deux endroits dans le fleuve Saint-Laurent de plantes aquatiques afin de vérifier la présence de radioéléments. La localisation de ces deux zones de récolte est présentée à la carte 4. La première zone d'échantillonnage est située très près de l'entrée de l'ancienne station de pompage de la centrale Gentilly-1. Cette station ne devrait pas être influencée par les effluents radioactifs de Gentilly-2 puisque localisée en amont du canal de rejet. Le second point d'échantillonnage est situé à deux kilomètres en aval de la centrale de Gentilly-2 (Anse à Lemarier). Les résultats d'analyse pour l'année 2012 sont présentés au tableau 8.4.

Aucun résultat n'est présenté pour le point en amont (PA1) puisque le niveau d'eau du fleuve en septembre était très faible, ce qui rendait dangereux le fait de s'y aventurer en chaloupe.

Tableau 8.4 Activité mesurée dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent dans la région de Gentilly-2.

LIEU	⁶⁰ Co (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁴⁰ K (Bq.kg ⁻¹)	¹³¹ I (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁵ Nb (Bq.kg ⁻¹)	¹⁴ C (Bq.kg-C ⁻¹)
PA1*	* Point inaccessible en raison du très faible niveau d'eau du fleuve.					
PA2	< 0,6	1,5	861	6,3	< 0,6	241

Les résultats ne présentent aucune valeur supérieure à la limite de détection pour le cobalt-60 et le niobium-95, soit deux radioéléments susceptibles de provenir des effluents de la centrale Gentilly-2.

On mesure des traces d'iode-131 dans les plantes aquatiques du point PA2. La concentration mesurée est comparable à celles mesurées dans les années précédentes tant en amont (2011 : 7,4 Bq.kg⁻¹) qu'en aval (2011 : 8.4 Bq.kg⁻¹). Sa présence est possiblement liée à son utilisation pour des fins médicales (Béland, 1995 et Barbeau, 2009).

De plus, tel que mentionné précédemment, le potassium-40 est un radioélément présent naturellement dans le sol. Les concentrations de potassium-40 dans les plantes aquatiques ne sont pas attribuables aux rejets de la centrale de Gentilly-2. Concernant le carbone-14, il a été mesuré à 241 Bq.kg-C⁻¹. Cette valeur est semblable à celles mesurées l'année dernière pour les deux stations : PA1₂₀₁₁ : 218 Bq.kg-C⁻¹; PA2₂₀₁₁ : 214 Bq.kg-C⁻¹. Ce radioélément est aussi présent naturellement dans le biote de l'ordre de 220 Bq.kg-C⁻¹ (Eisenbud et Gesell, 1997).

8.5.3 Mollusques

Le programme de surveillance environnementale demande de récolter des mollusques une fois par année. La zone de récolte est située en aval du canal de rejet, à environ deux kilomètres de la centrale de Gentilly-2, dans l'Anse à Lemarier (carte 4). La coquille et la chair des mollusques sont analysées de façon indépendante et l'échantillonnage a été fait en juillet 2012. Dans la chair des mollusques des activités ont été mesurées en cobalt-60, potassium-40 et carbone-14 alors que dans la coquille, du potassium-40 et du carbone-14 ont été mesurés (tableau 8.5).

Tableau 8.5 Activité mesurée dans la coquille et chair de mollusques, centrale de Gentilly-2, 2012.

MOLLUSQUE	⁶⁰ -Co (Bq.kg ⁻¹)	¹³⁷ -Cs (Bq.kg ⁻¹)	⁴⁰ -K (Bq.kg ⁻¹)	¹³¹ -I (Bq.kg ⁻¹)	⁹⁵ -Nb (Bq.kg ⁻¹)	¹⁴ -C (Bq.kg-C ⁻¹)
Coquille	< 0,10	< 0,10	1,9	< 0,16	< 0,11	385
Chair	0,48	< 0,19	11	< 0,27	< 0,21	326

Les radionucléides mesurés en 2012 dans les mollusques sont ceux fréquemment rencontrés année après année et ce, dans des niveaux comparables. Le cobalt-60 mesuré dans la chair des mollusques est celui directement lié aux rejets liquides de la centrale. Les radionucléides du carbone-14 et du potassium-40 mesurés dans la chair et dans la coquille seraient d'origine naturelle. Puisque l'accumulation de carbone-14 dans les organismes est difficile à mesurer en raison du bruit de fond naturel et des faibles apports, il est difficile de lier l'activité en carbone-14 mesuré dans les mollusques aux activités de la centrale (Barbeau 2009).

8.5.4 Poissons

Le programme de surveillance de la dispersion radiologique prévoit mensuellement la récolte de poissons, par pêches au filet, dans le canal de rejet de la centrale de Gentilly-2. Pour l'année 2012, douze pêches mensuelles ont été réalisées dont dix ont été fructueuses. Le tableau 8.6 présente les espèces pêchées au canal de rejet en 2012.

Tableau 8.6 Espèces de poissons pêchés au canal de rejet de la centrale de Gentilly-2

MOIS	ESPÈCES	
	Nom commun	Nom scientifique
Janvier	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>
Février	Pas de poisson dans le filet	
Mars	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>
	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>
Avril	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
	Couette	<i>Carpoides cyprinus</i>
Mai	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Juin	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Juillet	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
Août	Chevalier	<i>Moxostoma sp.</i>
Septembre	Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>
	Chevalier	<i>Moxostoma sp.</i>
Octobre	Doré noir	<i>Sander canadensis</i>
Novembre	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>
Décembre	Pas de poisson dans le filet	

Une analyse radiologique a été effectuée pour chaque poisson prélevé. Les résultats démontrent la présence de potassium-40 (moyenne 123,1 Bq.Kg⁻¹), de césium-137 (moyenne 0,76 Bq.Kg⁻¹), du carbone-14 (moyenne 337,1 Bq.Kg-C⁻¹), du tritium (moyenne HTO : 124,5 Bq.Kg⁻¹) et pour un seul poisson, du bismuth-211 (1,2 Bq.Kg⁻¹). Ces résultats se confondent à ceux des années antérieures.

8.6 PRODUITS COMESTIBLES

L'analyse de différents produits de consommation humaine est également prévue au programme de surveillance de l'environnement de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Ces produits comestibles locaux sont sélectionnés en fonction de leur accessibilité aux habitants de municipalités limitrophes à la centrale. Ils comprennent, comme l'année précédente, du lait de vache frais prélevé aux quatre fermes (R.L., J.N.L., F.R., K.D.) situées dans la région (carte 2), des légumes, des fruits et du sirop d'érable prélevés chez des producteurs de Bécancour ou de Ste-Gertrude. À cela s'ajoute pour 2012 trois matrices supplémentaires par rapport à 2011 soit : de l'eau d'érable (sud-est de la centrale), des coquilles d'œufs (ferme K.D.) et des pommes (sud-ouest de la centrale). Contrairement aux années précédentes, les légumes analysés en 2012 ne provenaient pas de la municipalité de Deschaillons mais de la municipalité de Bécancour, municipalité plus susceptible d'être influencée par les rejets atmosphériques de la centrale.

L'analyse radiologique du lait de vache est un volet important du programme de surveillance radiologique de l'environnement de la centrale de Gentilly-2. L'échantillonnage aux quatre fermes se fait toujours de façon hebdomadaire comme les années précédentes. Cependant, les analyses se font sur des composites, et ce suite à la mise en œuvre de la révision du programme de surveillance radiologique de l'environnement en 2012. Pour le tritium, l'analyse se fait sur un composite mensuel d'une seule et même ferme. Concernant le carbone-14, l'analyse se fait sur un composite mensuel préparé à partir des échantillons des quatre fermes alors que pour l'analyse des émetteurs gamma, l'analyse se fait sur un composite préparé hebdomadairement par la combinaison des échantillons en provenance aussi des quatre fermes. Un paramètre déclencheur est en vigueur et concerne exclusivement le tritium. En effet, la détection en tritium dans un composite à une teneur excédant 100 Bq.L^{-1} exige des analyses radiologiques sur les échantillons unitaires pendant au moins 1 mois.

Sur l'ensemble des quarante-huit (48) composites de lait analysés en tritium pour 2012, deux (2) ont rendu une concentration de tritium légèrement supérieure à la limite de détection (20 Bq.L^{-1}). En effet, les mesures à la ferme F.R. ont été de $21 \pm 13 \text{ Bq.L}^{-1}$ et $20 \pm 15 \text{ Bq.L}^{-1}$ pour les mois d'avril et novembre respectivement. Ces valeurs sont très près de la limite de détection ce qui explique les valeurs élevées des incertitudes associées aux résultats. Le paramètre déclencheur fixé à 100 Bq.L^{-1} n'a donc pas été atteint sur aucune des analyses.

Concernant les analyses des composites pour le carbone-14 et pour les émetteurs gamma, aucune mesure n'a été supérieure aux limites de détection respectives des éléments sauf pour le potassium-40 mesuré dans tous les échantillons de lait dont la valeur maximale fut de $1\,870 \pm 30 \text{ Bq.L}^{-1}$.

En 2012, aucune concentration mesurable de tritium ou de cobalt-60 n'a été détectée dans les fruits ou légumes récoltés. Ainsi, tous les spécimens constituant le poids minimal nécessaire à l'échantillon, environ une vingtaine de kilogrammes, ont impliqué des teneurs en tritium inférieures à une concentration de 5 Bq.kg^{-1} ou des teneurs en cobalt-60 inférieures à $0,56 \text{ Bq.kg}^{-1}$, soit les limites de détection des méthodes. Certains radionucléides ont été détectés mais ne sont pas associés aux rejets de la centrale soit : du béryllium-7 dans les pommes ($3,9 \pm 0,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$), du césium-137 dans les tomates ($1,8 \pm 0,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$) alors que du potassium-40 (maximum $1\,490 \pm 44 \text{ Bq.kg}^{-1}$ - tomates) et du carbone-14 (maximum $295 \pm 44 \text{ Bq.kg.C}^{-1}$ - carottes) l'ont été dans tous les échantillons. Bien qu'en 2011, aucune teneur mesurable en béryllium-7 ou césium-137 n'ait été mesurée, ces éléments demeurent attendus puisqu'ils ont déjà été mesurés dans les années passées et sont souvent présents dans l'environnement.

Les analyses du tritium dans l'eau d'érable et des émetteurs gamma dans le sirop d'érable récoltés en date du 2 avril 2012 ont été réalisées. La présence de tritium à une très faible teneur a été mesuré ($12 \pm 4 \text{ Bq.L}^{-1}$) dans l'eau d'érable alors que du potassium-40 et du césium-137 ont été mesurés dans le sirop à des teneurs de $110 \pm 3 \text{ Bq.kg}^{-1}$ et de $5,0 \pm 0,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$ respectivement. Les valeurs mesurées en émetteurs gamma sont semblables à celles mesurées dans les années passées. Contrairement à l'année 2011, les analyses n'ont pas révélées de présence en iode-131 qui semblait associée aux événements de Fukushima Daiichi.

Pour une première année, les coquilles d'œufs ont été échantillonnées pour mesurer le carbone-14. L'échantillonnage devait se faire deux fois cette année mais n'a été réalisé qu'une seule fois puisque le producteur retenu a cessé cette activité. Une valeur de $262 \pm 39 \text{ Bq.kg-C}^{-1}$ a été mesurée dans les coquilles ce qui est semblable à la valeur naturellement rencontrée dans le biote qui est de l'ordre de 220 Bq.kg-C^{-1} (Eisenbud et Gesell, 1997).

8.7 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

La figure 8.32 se veut une représentation visuelle de l'ensemble des lectures de vents recueillies au cours de l'année 2012, à la tour d'instrumentation météorologique du site de la centrale de Gentilly-2, située à la limite sud de la zone d'exclusion de la centrale (carte 5). La figure 8.33 reprend, de façon identique, toutes les données colligées au cours des cinq dernières années. Tous les instruments desquels sont tirées les données représentées se trouvent à une hauteur de 37 mètres, hauteur équivalente à celle de la cheminée principale de la centrale de Gentilly-2, principal point d'émissions.

En 2012, la comparaison entre la rose de l'origine des vents de l'année courante et celle récapitulant la période 2008-2012, montre deux représentations quasi identiques. Les vents calmes, d'une vitesse inférieure à 2 km.h^{-1} et sans égard aux cadrans d'origine, sont par contre légèrement moins fréquents durant l'année courante qu'en moyenne des cinq années précédentes.

Les quelques origines de vents et gradients de vitesse pouvant disperser les effluents atmosphériques de la centrale en direction du lieu de résidence des membres identifiés comme étant représentatifs de la population ont été, en 2012, très similaires à l'année précédente. À ce chapitre, la différence la plus marquée se situe au niveau des vents d'origine est-nord-est, plus soutenus en 2012 qu'en 2011 et ce, plus spécifiquement pour les vitesses qualifiées de moyenne et forte.

Concernant la justesse et la disponibilité des données représentées à la rose d'origine des vents de l'année 2012, la seule interruption de collecte des données à souligner pour la tour instrumentée de 37 mètres est celle survenue entre les 10 et 14 décembre 2012. À cette période, une accumulation de verglas suffisamment importante aura fait en sorte que les instruments de mesure n'aient pu fonctionner librement, leur pivot étant immobilisé par la glace. Ainsi, puisque cette condition touchait simultanément les trois séries d'instruments, aux trois différentes élévations de la tour, aucune donnée probante n'a pu être substituée pour les données de la hauteur de 37 mètres, celle de laquelle les données sont extraites pour la réalisation de la rose d'origine des vents du site de Gentilly.

L'analyse des deux roses d'origine des vents, annuelle 2012 et récapitulative constituée des données couvrant la période 2008 à 2012, confère à nouveau le statut de vents dominants à ceux soufflant dans l'axe sud-ouest nord-est. Les vents de ces deux origines suivent à peu de chose près le couloir de vents calqué sur l'axe d'écoulement du fleuve Saint-Laurent. Les occurrences de vents d'origines sud-sud-ouest et est-nord-est peuvent également être considérées, voire combinées à ce même axe lorsque vient le temps d'analyser la dispersion atmosphérique des différents rejets atmosphériques.

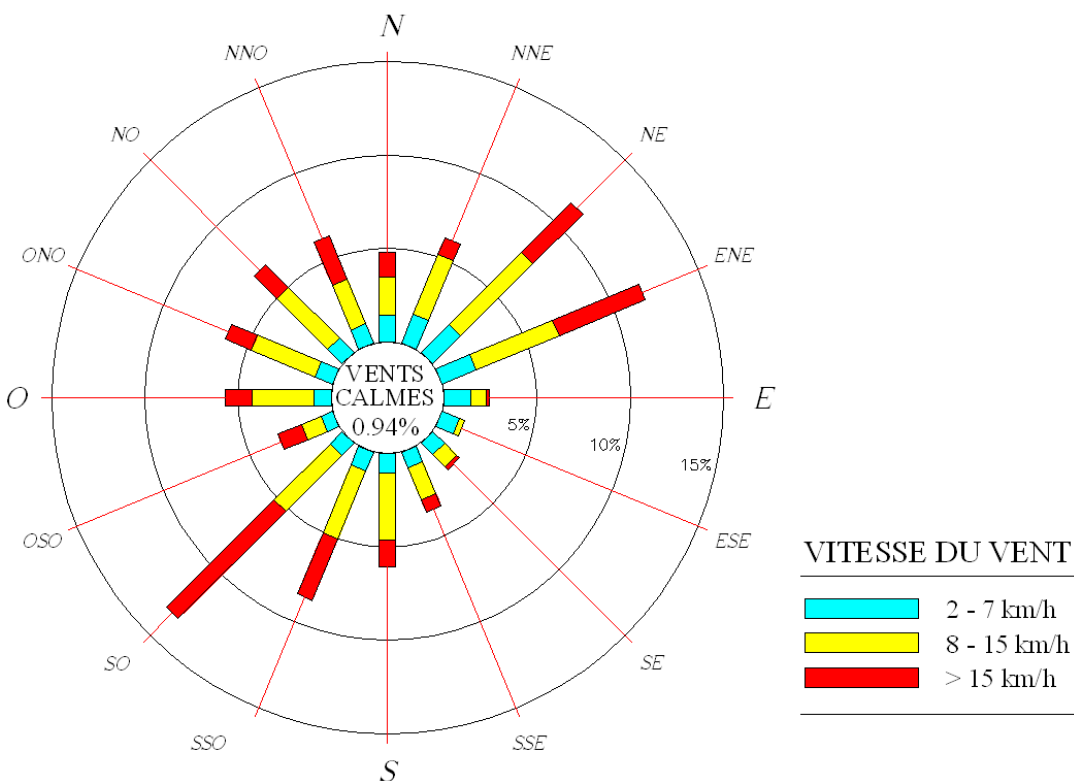


Figure 8.32 Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour l'année 2012

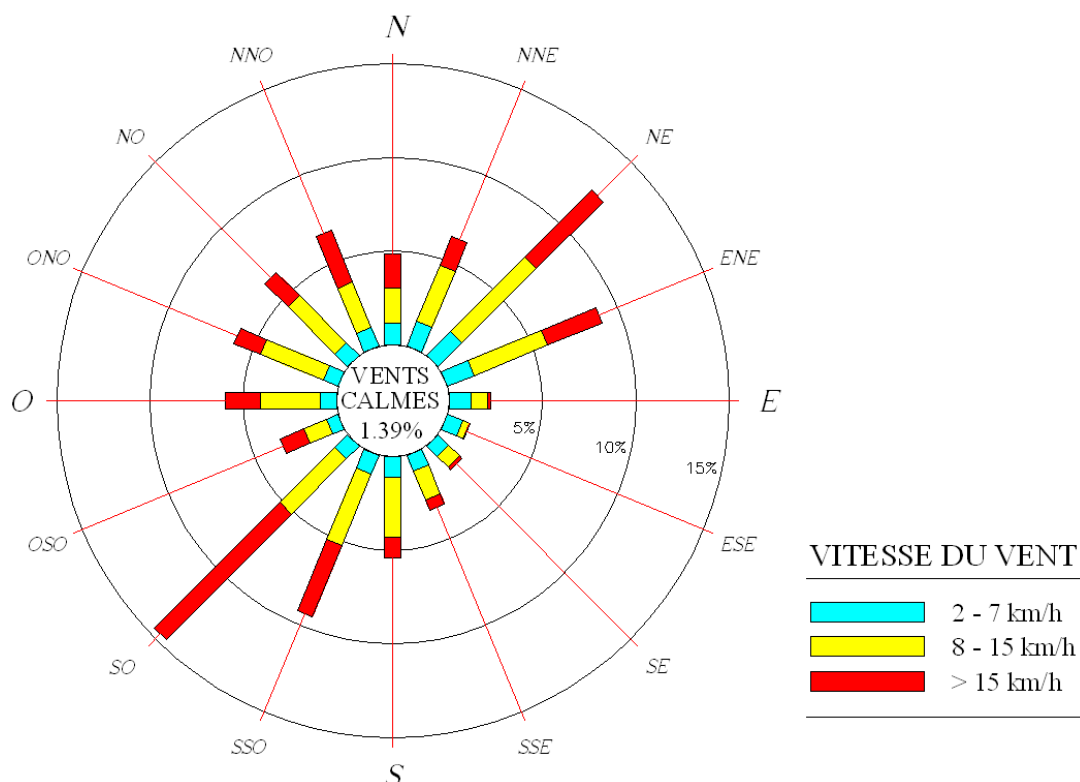


Figure 8.33 Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2008-2012

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

$$C = K_a Q \quad \text{où } Q \text{ est le taux de relâche (Bq.s}^{-1}\text{) et } K_a \text{ est le coefficient de dispersion (s.m}^{-3}\text{)}$$

La figure 8.33 présente, pour la période couvrant les années 2008 à 2012, les différents coefficients de dispersion estimés pour chacune des sept stations de contrôle radiologique localisées dans un rayon variant de 2 à 15 km de la centrale nucléaire de Gentilly-2, en fonction de sa cheminée principale (carte 2). Les coefficients de dispersion intègrent ainsi le taux de relâche à la cheminée en plus de toutes les valeurs individuelles de concentration de tritium atmosphérique de chacune des stations. Tel que mentionnée précédemment à la section 8.2.2, les données utilisées pour les calculs des coefficients de dispersion sont parcellaires puisque les concentrations atmosphériques de tritium, pour les stations de contrôle radiologiques impliquées, sont indisponibles pour les mois d'avril et octobre 2012.

Contrairement aux années précédentes, la valeur annuelle la plus élevée du coefficient de dispersion n'est pas celle du point Sud-1 mais bel et bien celle du point Est-1, deux points situés non loin l'un de l'autre. La seule concentration mensuelle du mois d'août 2012, au point Est-1, explique ce changement aux constats usuels dans le cadre de l'analyse de dispersion sur une base annuelle.

L'individu critique servant de référence pour l'estimation de la dose 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 rejets de la centrale. Cet individu réside réellement à la ferme F.R. qui correspond dans le cas présent au point Sud-1 (carte 2). Pour l'année 2012, le facteur de dispersion obtenu au point Sud-1 se chiffre à $1,38 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$. Nonobstant les estimations des différents coefficients de dispersion, faites pour l'année 2012, c'est toutefois une valeur de $3,72 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$ qui fut considérée lors de la modélisation soutenant les calculs des nouvelles limites opérationnelles dérivées atmosphériques (LOD) pour Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2011B). Afin de faciliter les comparaisons, une bande pointillée bleue a été ajoutée à la figure 8.34. Elle indique concrètement la valeur du coefficient de dispersion intégrée aux calculs des limites opérationnelles dérivées.

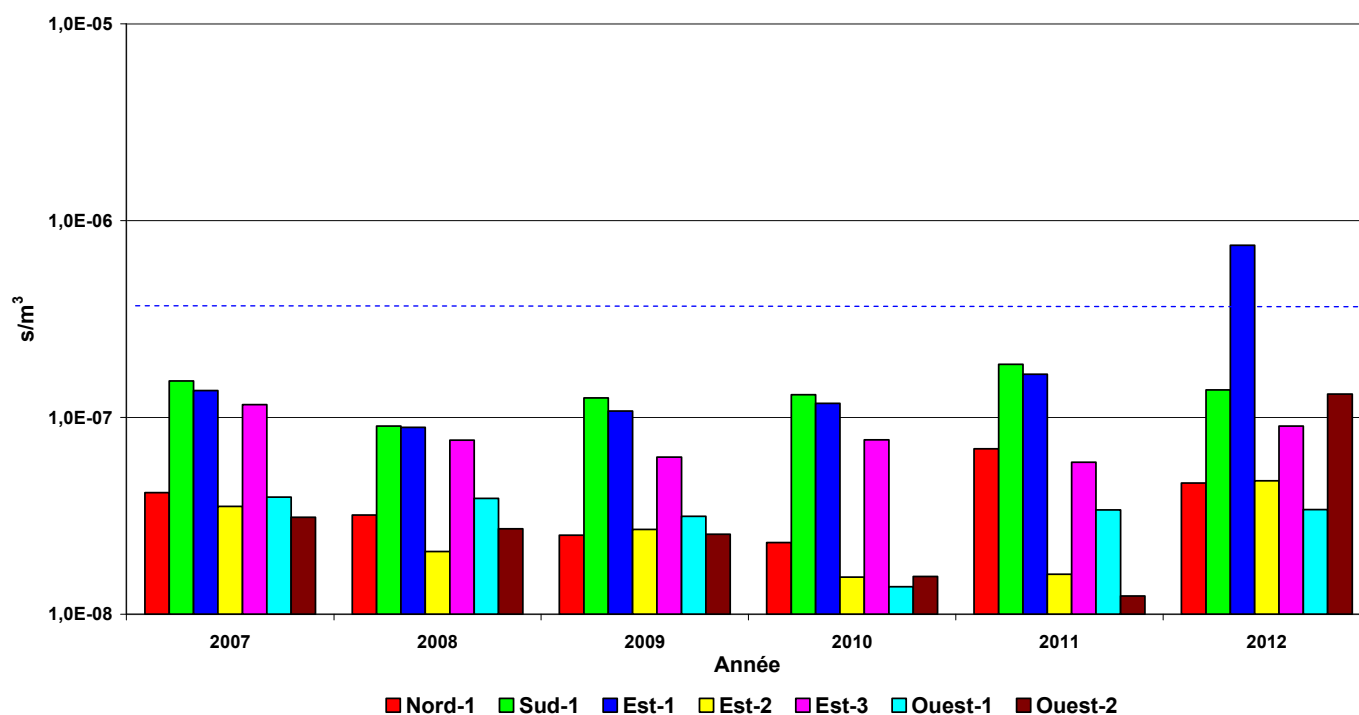


Figure 8.34 Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2008-2012.

9.0 ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE

Tel que mentionné à la section 8.2.2, l'estimation de la dose radiologique publique conséquence des activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et des rejets radiologiques qui en sont émis, est faite par le biais d'un groupe critique, lui-même jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux rejets de la centrale nucléaire (point Sud-1).

Par ailleurs, Hydro-Québec a récemment procédé à une modification importante au niveau de sa méthode d'estimation de dose radiologique à la population, modification de méthode d'abord imposée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire. Elle consiste dorénavant en une modélisation de la dispersion environnementale des effluents radiologiques intégrant l'ensemble des différents modes d'exposition humaine, des habitudes de consommation, des vecteurs de dispersion, des données météorologiques réellement mesurées au site de la centrale, des modèles d'écoulement hydraulique ainsi que tous les coefficients de conversion de dose radiologique 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 méthode d'estimation de dose est virtuellement paramétrisée dans le cadre de l'utilisation logicielle de IMPACT 5.4.0, *Integrated Model for the Probabilistic Assessment of Contaminant Transport*.

Ainsi, pour tous les effluents radiologiques recensés au cours de l'année 2012 à la centrale nucléaire de Gentilly-2, Hydro-Québec a estimé la dose radiologique annuelle à la population par le biais de ce logiciel et ce, à l'instar de l'ensemble des autres centrales nucléaires canadiennes. Tout comme la méthode d'estimation de dose anciennement préconisée par l'entreprise, méthode dite rétrospective, la méthode basée sur l'utilisation de IMPACT 5.4.0 détermine la dose radiologique du même individu critique servant de référence et jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux rejets de la centrale. Sa localisation géographique est toujours celle de la ferme sise au point Sud-1 (carte 2) et ses habitudes de consommation sont toujours celles d'une agriculture de subsistance.

Une des différences notables de cette nouvelle méthode d'estimation de dose radiologique à la population est qu'elle intègre dorénavant toutes les fractions de dose, mêmes minimales, reliées à l'exposition de tous les radioéléments émis dans l'environnement, en comparaison des deux seuls radioéléments les plus prépondérants, le tritium et le carbone-14. Puisque ces deux derniers radioéléments représentent encore et toujours ceux contribuant le plus à la dose radiologique à la population, il est à noter que pour l'année 2012, les activités radiologiques des rejets atmosphériques, de tritium et de carbone-14, étaient respectivement de $2,09 \times 10^{14}$ Bq et de $4,41 \times 10^{11}$ Bq.

Cela étant dit, la dose radiologique annuelle délivrée aux membres du groupe critique identifié à la centrale de Gentilly-2 pour l'année 2012, obtenue selon la nouvelle méthode d'estimation que permet la paramétrisation de l'outil IMPACT 5.4.0, a été estimée à 5 µSv. Cette estimation de dose est légèrement plus élevée que l'année précédente (2011). Elle correspond néanmoins à moins de 1 % de la limite de dose efficace pour un membre de la population de 1 mSv (1 000 µSv), et 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, à 2 mSv (CCEA, 1995).

La figure 9.1 présente les estimations de dose annuelle reçue, pour les cinq dernières années, par les membres du groupe critique identifié à la centrale de Gentilly-2. La figure 9.2 montre un bref aperçu des autres doses pouvant affecter la population et provenant de sources diverses (Plante, 2010).

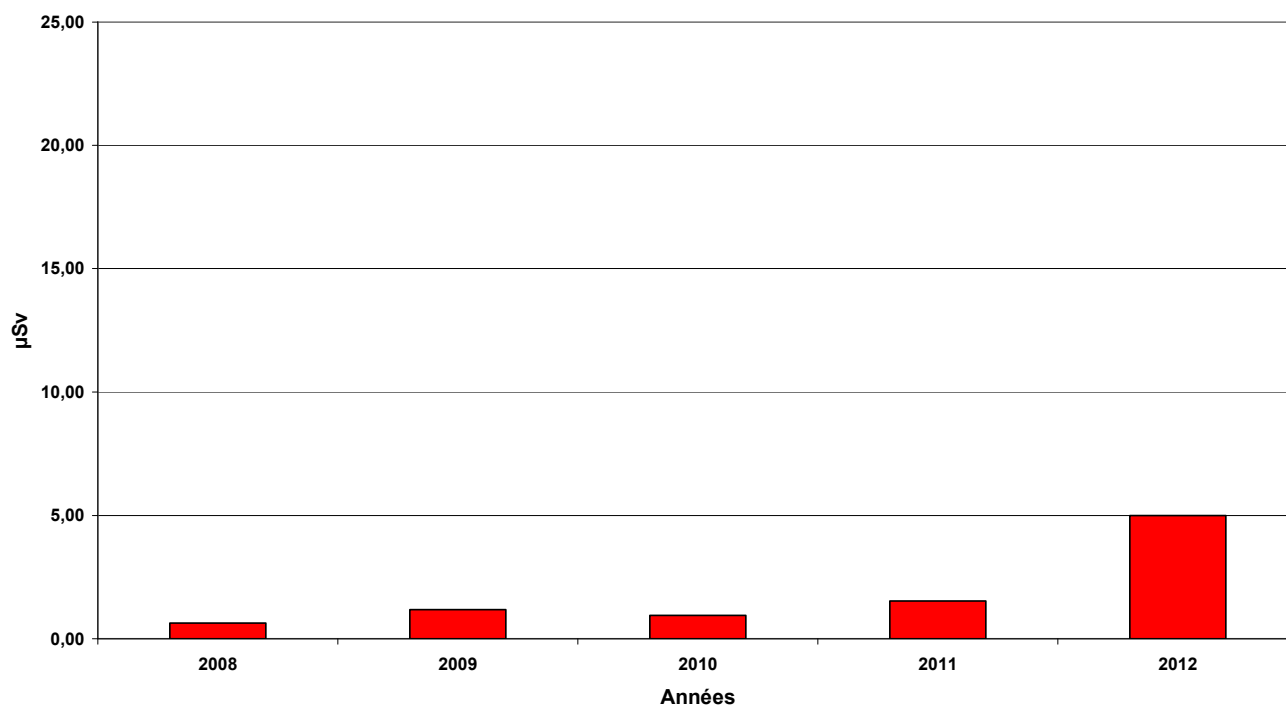


Figure 9.1 Dose annuelle estimée pour les membres du groupe critique pour la période 2008-2012

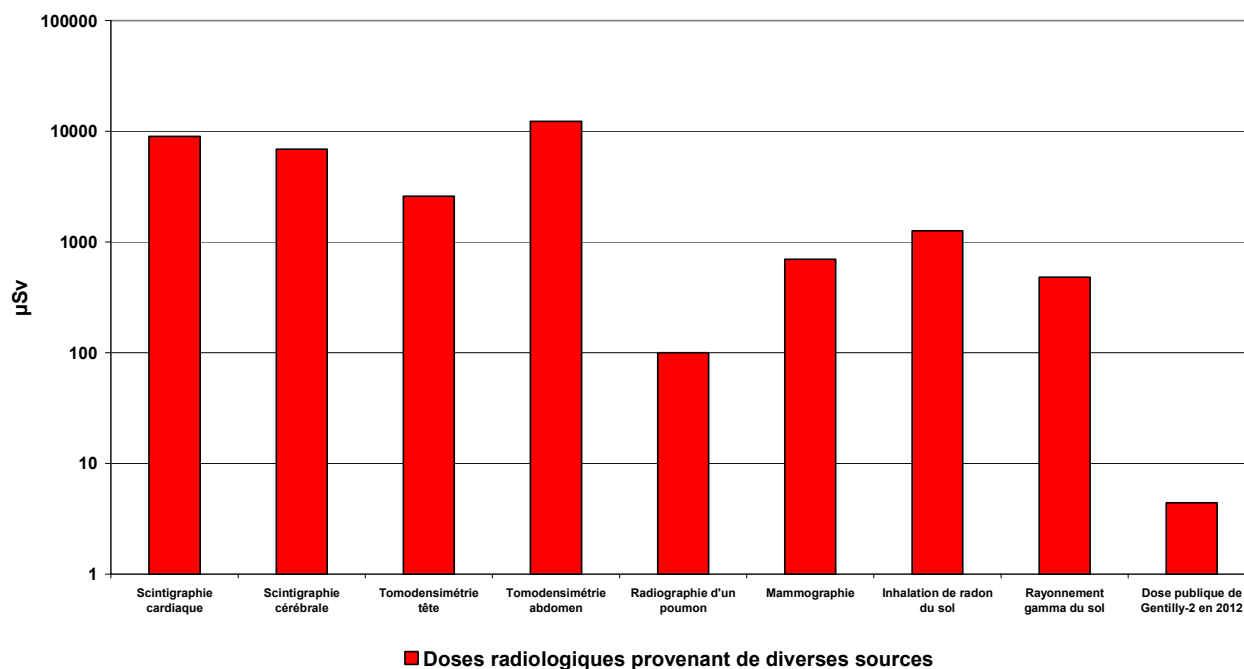


Figure 9.2 Comparaison de différentes doses radiologiques pouvant affecter la population.

10.0 PROGRAMME D'INTERCOMPARAISONS

10.1. LABORATOIRE DE RADIOPROTECTION DE TROIS-RIVIÈRES

Cette section porte sur l'ensemble des analyses d'intercomparaison auxquelles participe le laboratoire de Radioprotection d'Hydro-Québec, localisé à Trois-Rivières. Plusieurs exercices d'intercomparaisons ont été complétés au cours de l'année 2012 pour ce laboratoire et comprenaient des matrices environnementales et de lait.

Deux exercices furent coordonnés par le groupe *Environmental Resource Associates* (ERA 2012 A et B) et sont identifiés MRAD-17 et RAD-91. Ils portent spécifiquement sur des matrices environnementales de végétaux, de sols, de filtres d'air ou aqueux. Les tableaux C1 à C5 de l'annexe C détaillent les résultats de ces intercomparaisons. Lors de ces exercices, 45 résultats sur 47 soumis à l'ERA par le laboratoire de Radioprotection étaient compris dans les intervalles attendus. Seuls les résultats en césium-137 et d'activité en bêta-total du RAD-91 étaient hors des plages attendues (tableau C5).

Un second exercice d'intercomparaisons a quant à lui été mené en collaboration avec le laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval. Ce dernier portait spécifiquement sur des échantillons de lait. Les résultats de cette intercomparaison sont présentés au tableau C6 de l'annexe C. L'ensemble des 21 résultats mesurés par le laboratoire de Radioprotection d'Hydro-Québec étaient à l'intérieur des valeurs attendues par le laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval (Groleau, 2013). L'écart le plus important entre les valeurs mesurées et celles attendues impliquait un ratio de 1,11 et portait sur deux mesures d'activité en tritium, à 52 Bq.L⁻¹ par rapport à 47 Bq.L⁻¹.

10.2. LABORATOIRE DE CHIMIE AU SITE DE GENTILLY-2

Le laboratoire de Chimie d'Hydro-Québec localisé sur le site de la centrale Gentilly-2 participe également à des comparaisons interlaboratoires à raison de deux exercices par année. Les laboratoires impliqués sont ceux des centrales nucléaires et thermiques canadiennes et comprennent des analyses physico-chimiques et radiologiques. Les tableaux C7 et C8 de l'annexe C détaillent l'ensemble des résultats des exercices identifiés COGIS 55 et COGIS 56.

Pour l'étude du COGIS 55, le laboratoire Chimie a obtenu des résultats compris dans les intervalles attendus pour 55 des 70 échantillons présentés durant l'exercice, pour un rendement de 78,6 %. L'ensemble des ratios de résultats conformes sur le nombre total de résultats remis s'établissaient, selon les différentes matrices, à 84,4 % pour les analyses chimiques, à 75,0 % pour les analyses de gaz et à 64,7 % pour les analyses radiologiques.

Pour l'étude du COGIS 56, ce sont 38 des 51 mesures du laboratoire Chimie qui se sont classées dans les intervalles attendus, pour un rendement de 74,5 %. Sur l'ensemble des analyses, les ratios s'établissaient selon les différentes matrices, à 69,7 % pour les analyses chimiques, à 75,0 pour les analyses de gaz et à 90,0 % pour les analyses radiologiques.

Les rendements globaux de l'année 2012 ont diminué par rapport à ceux obtenus en 2011 et qui s'établissaient à 83,6 % pour COGIS 53 et 85,5 % pour COGIS 54. Il est à noter que les analyses réalisées au laboratoire de Chimie sont celles associées à la chimie de procédé de la centrale et non à celles concernant la surveillance environnementale, réalisées au laboratoire de Radioprotection.

11.0 CONCLUSION

Les programmes encadrant les activités de surveillance de l'environnement à la centrale de Gentilly-2 couvrent à la fois les volets radiologique et physico-chimique. Au début de l'année 2012, un nouveau programme de surveillance radiologique de l'environnement a été mis en application, faisant en sorte de modifier quelques fréquences d'échantillonnage et regrouper certains échantillons pour analyses, ajoutant par ailleurs quelques nouvelles matrices environnementales.

Au volet physico-chimique, quelques dépassements de normes ou cibles ont été notés lors de la surveillance des effluents liquides. D'abord, en deux occasions durant l'année, l'eau de purge des générateurs de vapeur a été mesurée à une concentration supérieure à la valeur maximale pour les paramètres de l'hydrazine et de la morpholine. Ces deux situations ont été de très courte durée.

Ensuite, comme par le passé, la cible d'aluminium extractible a été outrepassée aux fosses de prétraitement et de déminéralisation de l'actuelle station de traitement des eaux de Gentilly-2. La construction de la nouvelle station de traitement des eaux appelée à desservir la centrale a été achevée en fin de 2012 et sa mise en service, prévue en 2013, permettra la réduction significative des rejets d'aluminium.

De plus, d'autres dépassements de normes ont été mesurés à l'effluent final du traitement des eaux usées sanitaires de la centrale Gentilly-2. Les écarts en oxygène dissous et au niveau des coliformes fécaux ont été ceux pour lesquels des correctifs mécaniques ont été rapidement apportés, afin de favoriser notamment un temps de résidence accru aux cellules de traitement de l'installation.

Finalement, quelques autres dépassements de critères physico-chimiques issus de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (MDDEP, 2012) ont été constatés en ce qui a trait aux eaux souterraines. Cette situation est récurrente et fut amplement documentée antérieurement. La nature spécifique du socle rocheux entraîne la prise en charge de minéraux pouvant être mesurés à des concentrations plus élevées que les critères applicables.

Toutes les inspections visuelles réalisées au canal de rejet, notamment en variation de puissance ou en arrêt ou redémarrage de centrale, ont permis de valider l'absence d'épisode de mortalité significative de poissons et ce, tout au long de l'année.

Au rapport annuel de l'année 2011, une situation inopinée avait été perçue au piézomètre A-2 de l'ASSCI, au niveau de l'évolution des concentrations en tritium. Hydro-Québec suspectait alors le bris d'étanchéité de la section supérieure de l'ouvrage de surveillance des eaux souterraines. L'année 2012 montre par ailleurs que les concentrations spécifiquement liées à cet ouvrage ont peu varié. De plus, elles ont été comparables à au moins deux autres ouvrages situés dans les proches parages. La décision de reconstruction de cet ouvrage n'a donc pas été convenue par Hydro-Québec en 2012.

Au volet radiologique, tous les effluents liquides et atmosphériques enregistrés à la centrale nucléaire de Gentilly-2 ont été en deçà de l'objectif d'exploitation, lui-même fixé à 1 % des LOD. Il est donc possible d'avancer qu'ils n'ont pas engendré d'impact significatif sur l'environnement. Les quelques événements d'exploitation ayant causé les principales variations observées durant l'année ont été discutées aux sections du suivi des effluents radiologiques.

L'estimation de dose radiologique annuelle à la population induite par les activités d'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2 fut de 5 μSv . Cette dose reçue par les membres du groupe critique correspond à moins de 1 % de la dose maximale admissible pour un membre de la population, qui est de 1 000 μSv . Elle est par ailleurs négligeable comparativement à la dose annuelle moyenne provenant d'expositions à des sources naturelles, évaluée à 2 000 μSv (CCEA, 1995) ou à d'autres sources expositions, notamment celles liées aux examens ou traitements médicaux.

Les valeurs issues des nombreux prélèvements démontrent, en terminant, que l'impact des activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont négligeables, voire imperceptibles sur l'environnement et sur la population avoisinante.

12.0 RÉFÉRENCES

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (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 pages.

BARBEAU, C. (2009) Impact des activités de Gentilly-2 sur l'environnement, volume 1, texte et bibliographie, 112 pages.

BÉLAND, FRANÇOIS. (1995) iode-131 dans le fleuve St-Laurent : variations spatio-temporelles et contributions des centrales nucléaires, janvier 1995, 90 pages.

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (1995) Canada: Living with Radiation.

EISENBUD ET GESELL (1997) Environnemental Radioactivity From Natural, Industrial, and Military Sources, 4^e édition, 656 pages.

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (2012A) MRAD-17 Final Complete Report, Report Issued Date 2012-12-12.

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (2012B) RAD-91 Final Complete Report, Report Issued Date 2012-11-28.

GROLEAU, S. (2013) Lettre à Valade. R. Objet : Contrôle de la qualité du lait 2012, février 2013.

HYDRO-QUÉBEC (1997) Assurance et contrôle de la qualité au laboratoire de radioprotection. Rapport IREQ-97-224.

HYDRO-QUÉBEC (2009) Programme de surveillance de l'environnement. Centrale nucléaire de Gentilly-2, février 2009, 46 pages.

HYDRO-QUÉBEC (2011A) Programme de surveillance radiologique de l'environnement, G2-RTI-2011-00518-003, rev. 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.

MCDUGALL, N. (2007) Annual Summary and Assessment of Environmental Radiological Data for 2006. Bruce Power, rapport B-REP-03419-00007.

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (1985) Carbon-14 in the Environment, NCRP Report No 81.

PLANTE, M. (2010) Prescrire un examen de radiologie diagnostique, un geste banal? Le médecin du Québec, volume 45, numéro 4, avril 2010.

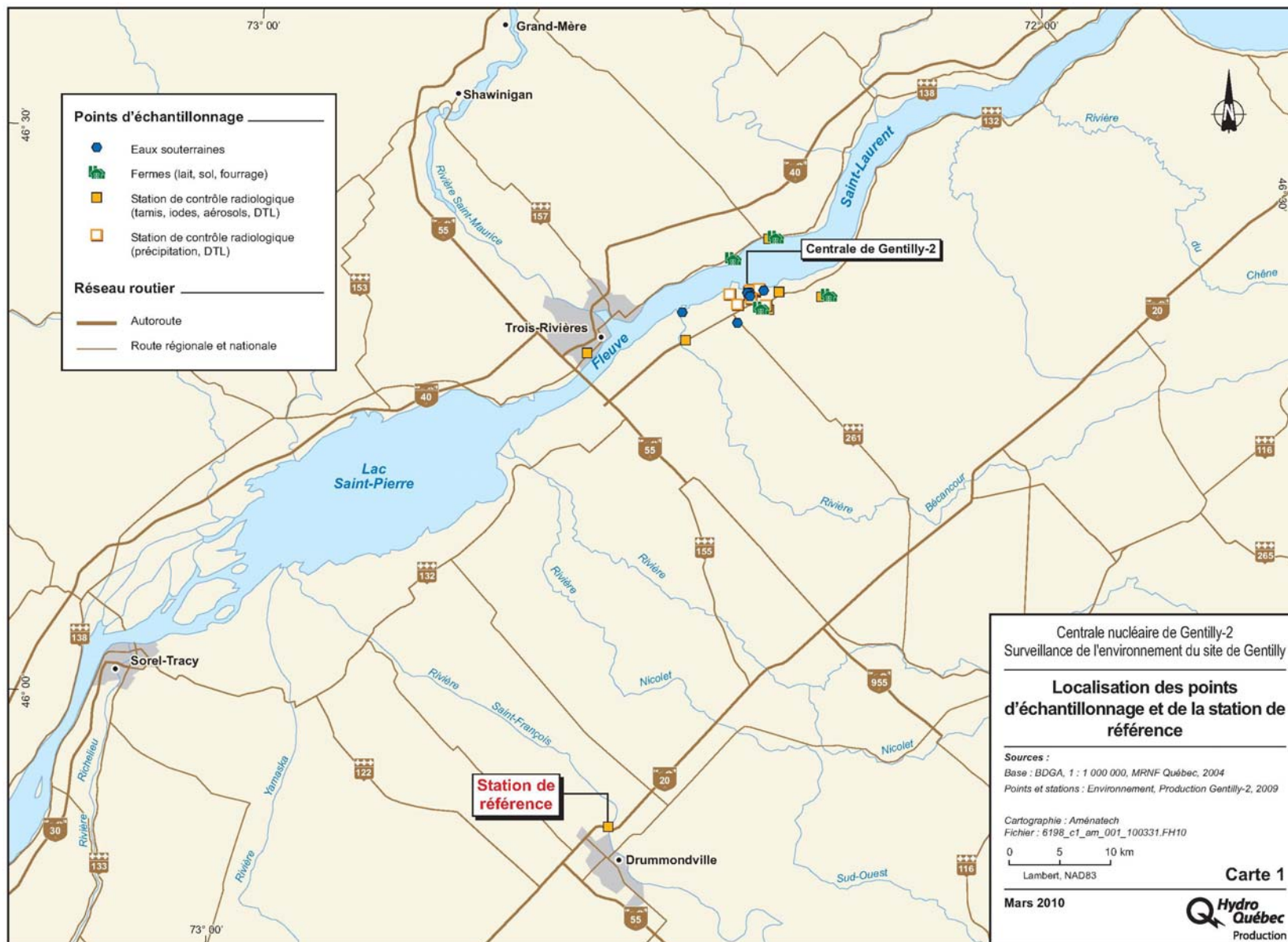
Sites WEB

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, (2010). *Les radio-isotopes*, <http://www.suretenucleaire.gc.ca/fr/readingroom/radiation/radioisotopes.cfm> pages consultées en janvier 2013.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS, (2013A). *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. http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/eaux_soutC3.pdf pages consultées en mars 2013.

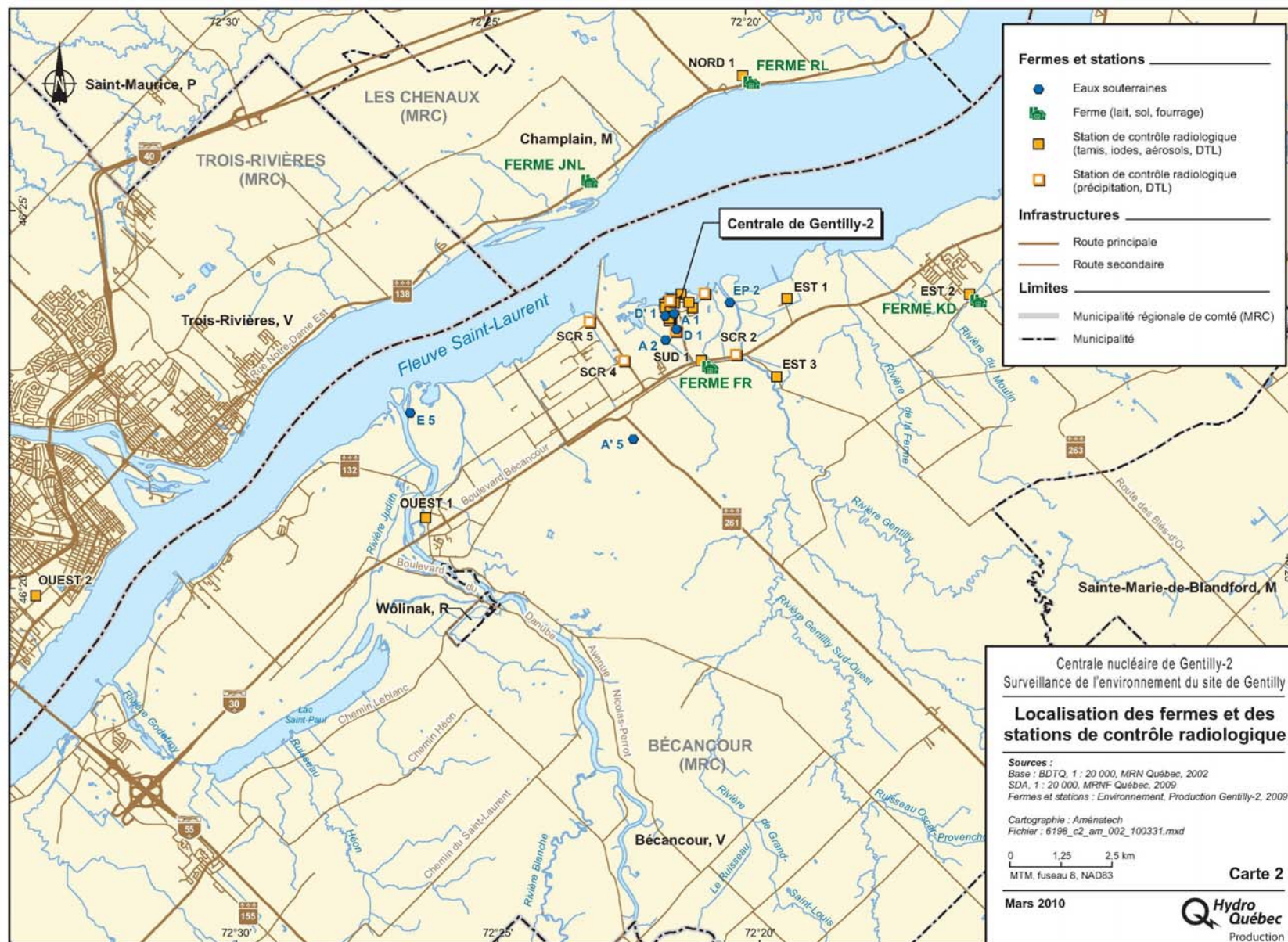
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS, (2013B), Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/annexe_2_grille_eaux.htm, pages consultées en mars 2013.

CARTES

CARTE 1 : Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence.

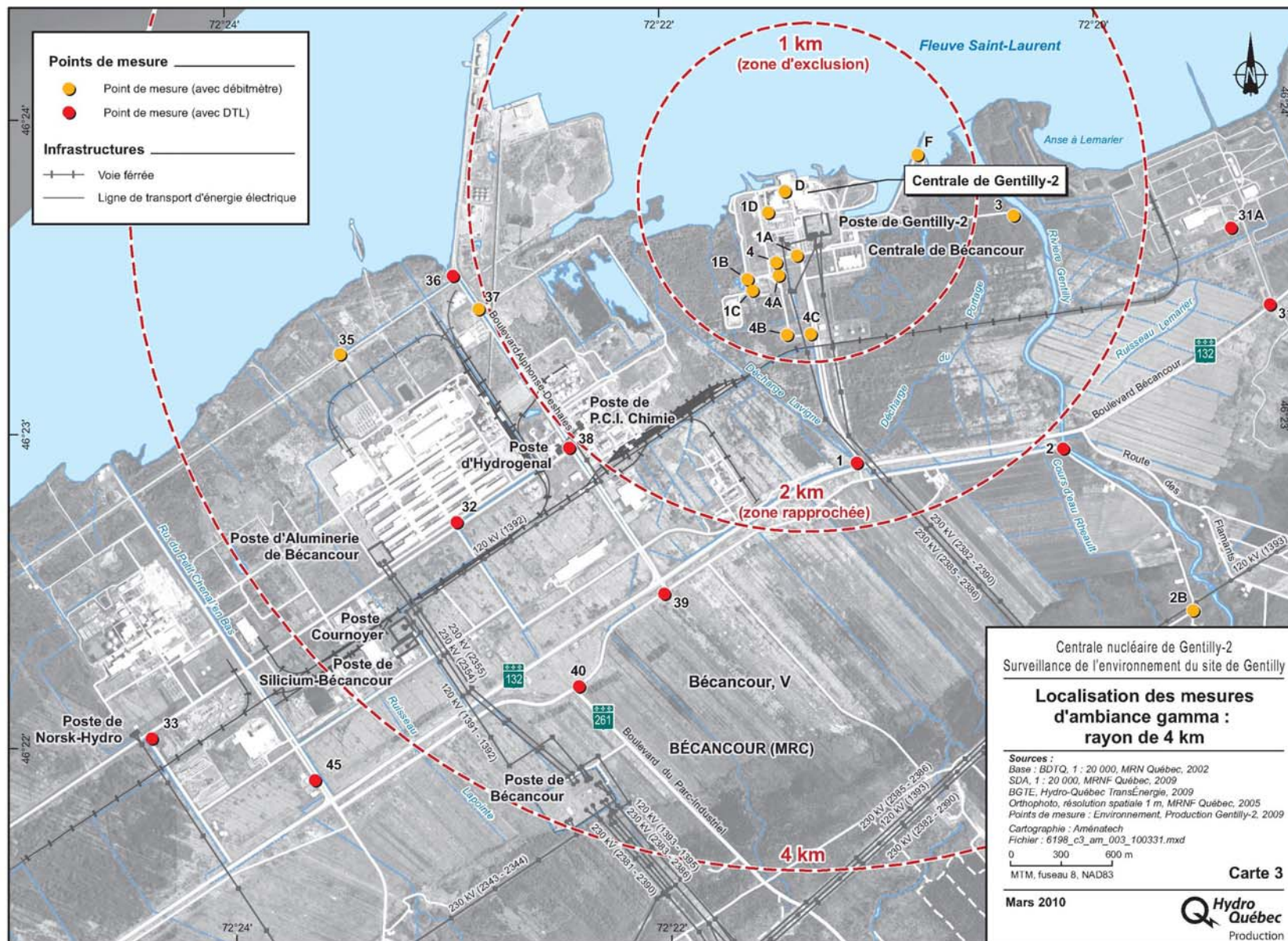
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 2 : Localisation des fermes et des stations de contrôle radiologique.



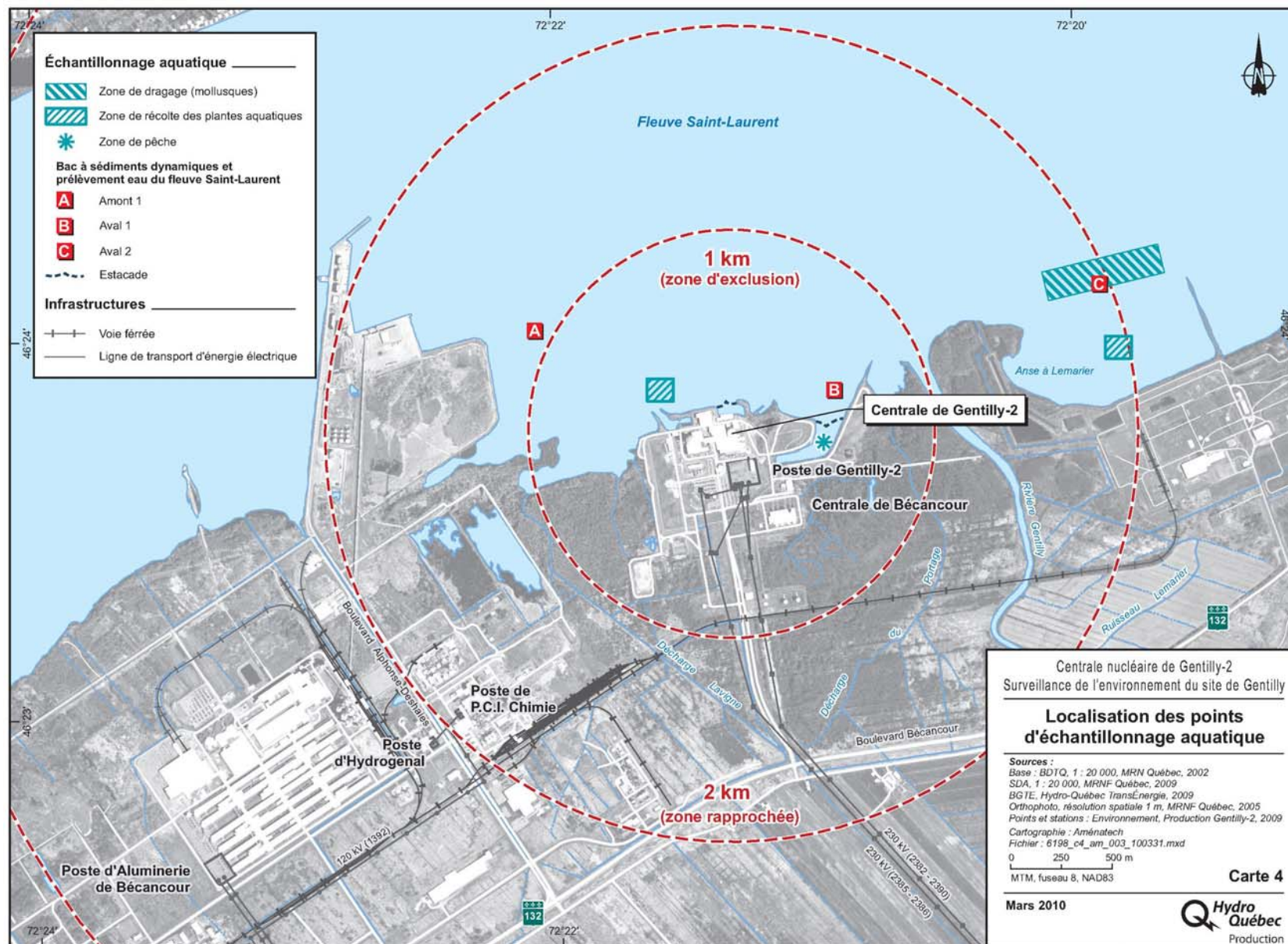
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Equipement et services partagés.

CARTE 3 : Localisation des mesures d'ambiance gamma, rayon de 4 km.



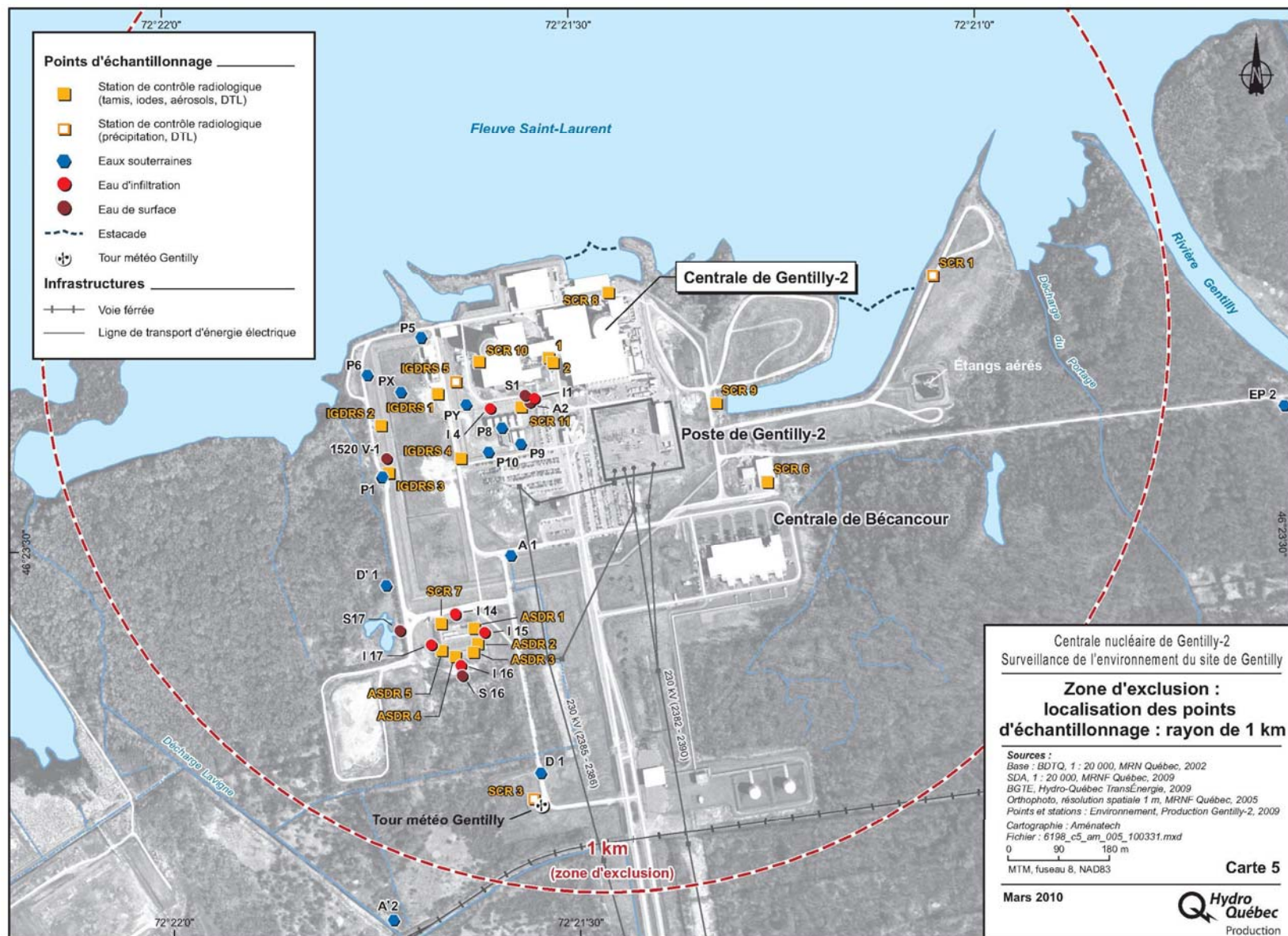
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 4 : Localisation des points d'échantillonnage aquatique.



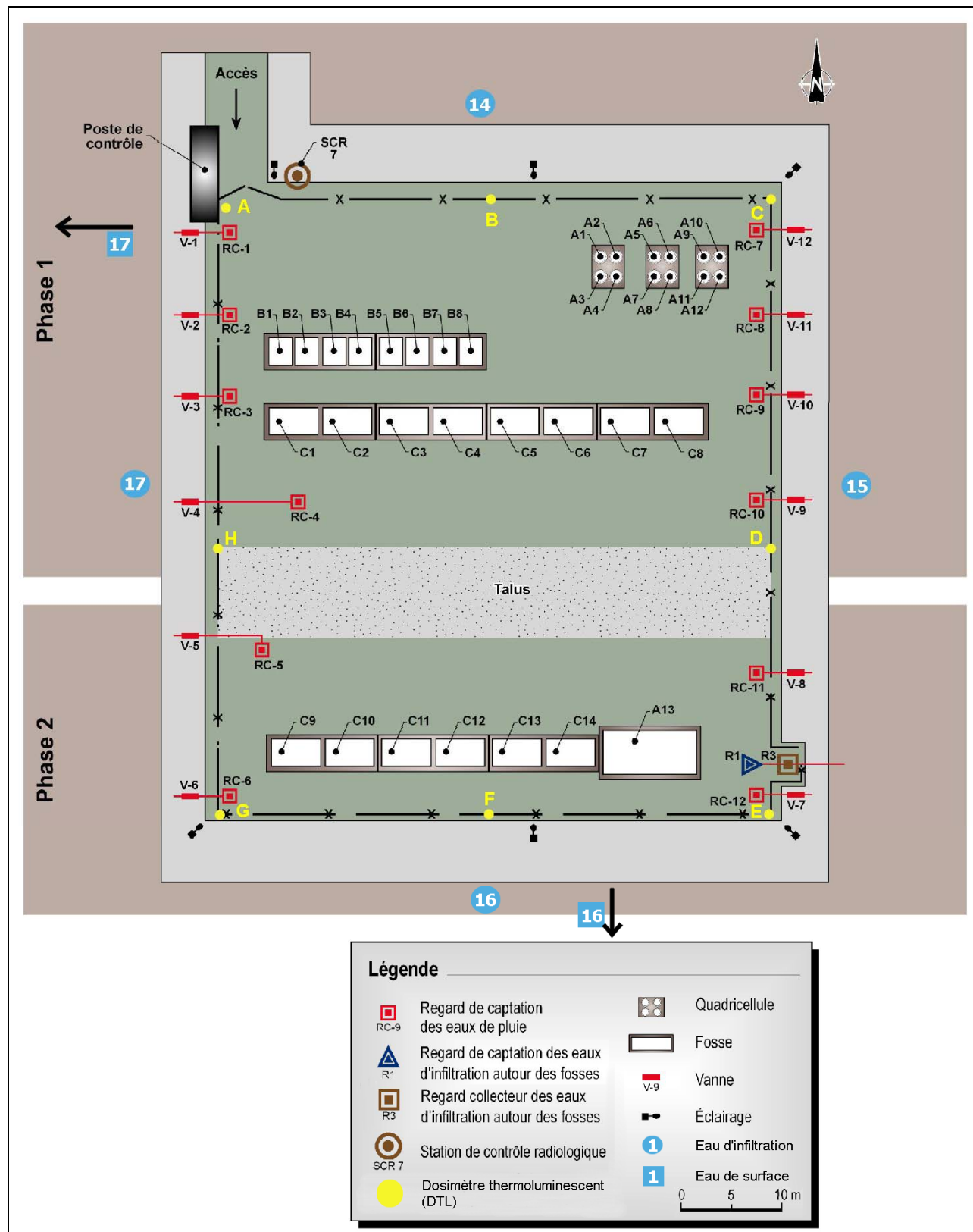
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 5 : Localisation des points d'échantillonnage, rayon de 1 km.



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

CARTE 6 : Localisation des points d'échantillonnage, ASDR.



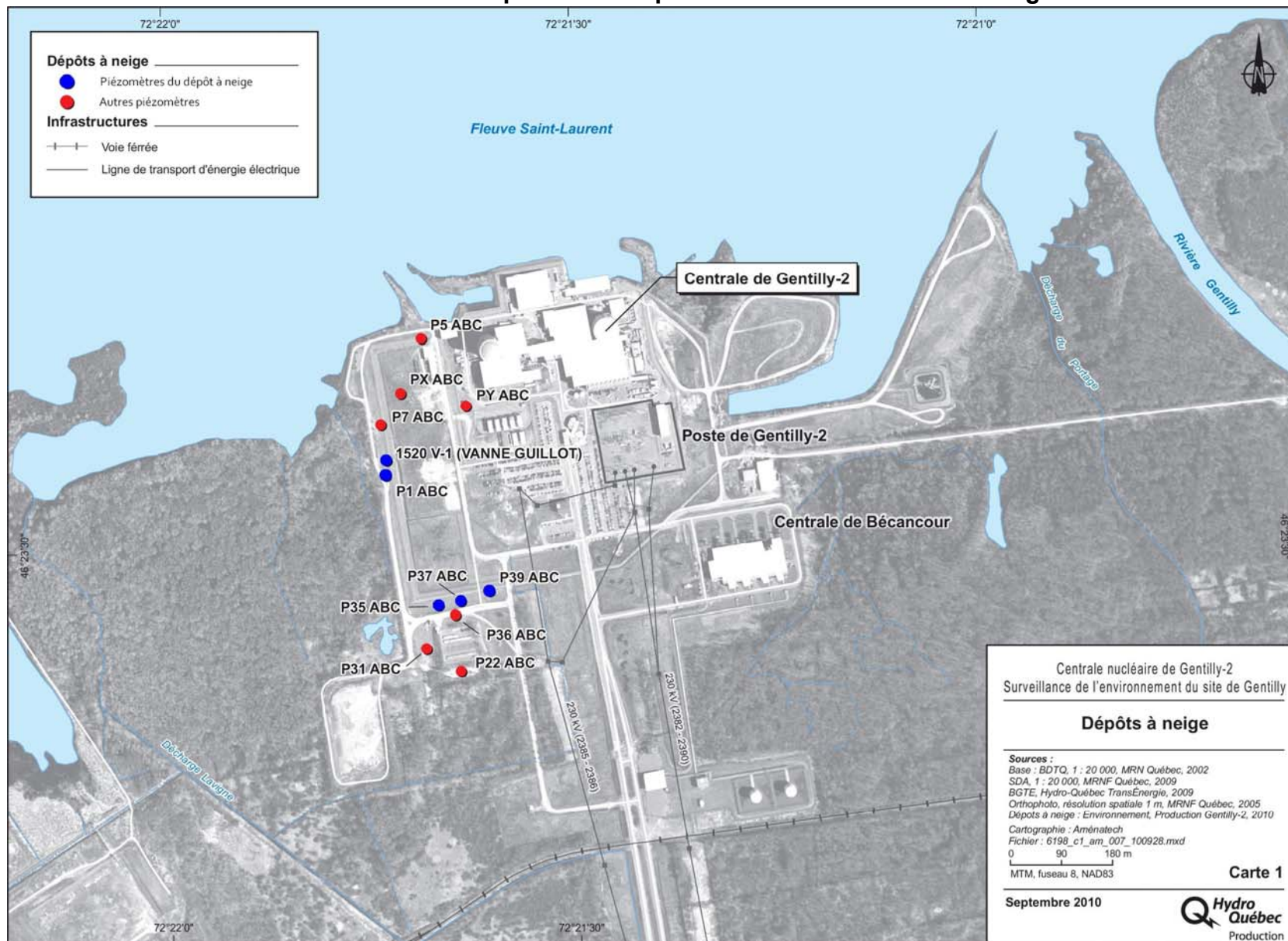
CARTE 7 : Localisation des points d'échantillonnage, IGDRS ET ASSCI.



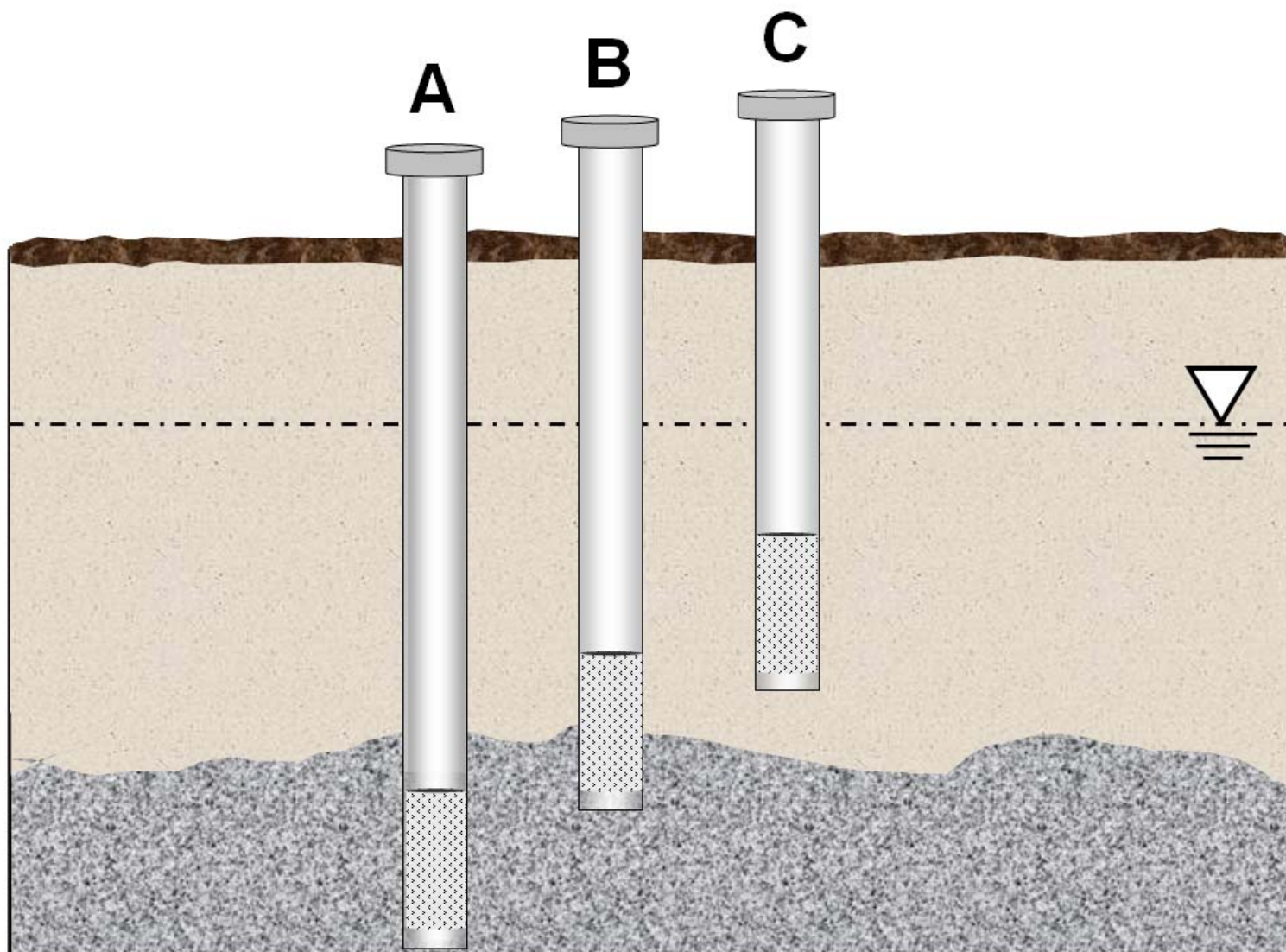
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 8 : Schéma du drainage pluvial et de surface du site de la centrale de Gentilly-2.



CARTE 9 : Localisation des piézomètres pour le suivi de la fonte des neiges.

CARTE 10 : Schéma d'un aménagement-type des sections perméables (A-B-C) des piézomètres



ANNEXES

ANNEXE A Aspect statistique des résultats

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 (CSA, 1998). En résumé, les conventions suivantes sont appliquées :

- La L_d est calculée de la façon suivante :

$$L_d = 2,71 + 4,65 \sqrt{BF}$$

où BF est la valeur du bruit de fond.

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

$$X = N \pm kS_n$$

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

- Si le résultat net est inférieur à L_d ($0 < N < L_d$), on dit que 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%.
- Le seuil de détection (L_d) constitue le niveau réel qui serait détecté lors de 95% des mesures (Hydro-Québec, 1997).
- Les valeurs de L_d sont utilisées pour faire les moyennes si ces valeurs sont $< L_d$.
- 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).

ANNEXE B Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection

B.1 Analyses radiologiques

Le tableau B1 présente le programme de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly (Hydro-Québec, 2011A). On y retrouve une description du type d'échantillons recueillis, la fréquence d'échantillonnage, le nombre de points d'échantillonnage, les paramètres mesurés et le nombre total d'échantillons prévus pour l'année. À titre de référence, des échantillons sont également prélevés à Drummondville (station de référence), qui est située à 70 km au sud-ouest de la centrale.

Les tableaux B2, B3, B4, B5 et B6 présentent une description sommaire des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

Le tableau B7 présente les limites de détection pour chaque méthode d'analyse utilisée par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale de Gentilly-2.

TABLEAU B1**PROGRAMME DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT**

A.B.S.D. : Au Besoin Sur Déclencheur. Le déclencheur réfère une valeur de β total spécifique à chaque matrice d'analyse

ITEM	VOLET	TOTAL	MATRICE	FRÉQUENCE	NOMBRE ET NATURE DES ANALYSES						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iodes	β total	spectro γ	α total
1	Limites administratives : Zone d'exclusion ASDR IGDRS ASSCI	636	A) précipitations B) neiges C) ambiance gamma	A) mensuelle B) annuelle C) trimestrielle	560				36 2		36 2
2	Ambiance gamma : Zone éloignée Zone d'exclusion ASDR IGDRS ASSCI	1 564	A) ambiance gamma B) ambiance gamma C) ambiance gamma	A) trimestrielle B) semestrielle C) mensuelle	880 408 276						
3	Atmosphérique : Zone éloignée Zone d'exclusion ASDR IGDRS ASSCI	788	A) tamis moléculaires B) solution KOH C) filtre d'aérosols D) cartouche iodes	A) mensuelle B) mensuelle C) mensuelle D) hebdomadaire		312	156		216		
4	Biote : Fleuve St-Laurent Canal de rejet Fermes laitières	63	A) poissons B) plantes aquatiques C) plantes fourragères D) sédiment dynamique E) mollusques	A) mensuelle B) annuelle C) annuelle D) quadrimestrielle E) annuelle		12 4	12 2 4 1			12 2 4 9 1	

ITEM	VOLET	TOTAL	MATRICE	FRÉQUENCE	NOMBRE ET NATURE DES ANALYSES						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iodes	β total	spectro γ	α total
5	Produits de consommation : Zone éloignée Municipalités Fermes laitières Producteurs locaux	112	A) eau potable B) eau potable C) coquilles d'œufs D) sols arables E) produits de l'érable F) fruits et légumes	A) mensuelle B) trimestrielle C) semestrielle D) semestrielle E) annuelle F) annuelle		60 8 1 4	 2 4		20	 8 1 4	
6	Lait de vache : Zone éloignée Fermes laitières	112	A) lait frais B) lait frais	A) hebdomadaire B) mensuelle		 48	 12			52	
7	Eaux souterraines : Zone éloignée ASDR IGDRS ASSCI	468	A) horizon A B) horizon B C) horizon C	A) trimestrielle B) mensuelle C) mensuelle		72 204 120			12 36 24	ABSD ABSD ABSD	
8	Eau de surface : Zone d'exclusion	96	A) eau surface	A) mensuelle		60			36	ABSD	
9	Suivi spécial #1 : ASDR	84	A) horizon A B) horizon B C) horizon C	A) semestrielle : / année / trois ans B) semestrielle : / année / trois ans C) semestrielle : / année / trois ans		8 20 8 20 8 20					

ITEM	VOLET	TOTAL	MATRICE	FRÉQUENCE	NOMBRE ET NATURE DES ANALYSES						
					Cristaux NaI/FAG	H-3	C-14	Iodes	β total	spectro γ	α total
10	Autres eaux : Zone d'exclusion Fleuve St-Laurent Drainage pluvial Étang aéré	63	A) fleuve St-Laurent points A/B/C	A) trimestrielle		9	9		9		
			B) drainage pluvial MCH 1/2/3	B) trimestrielle		9	9		9		
			C) étang aéré	C) trimestrielle		3	3			3	
11	Seuils du PEID : Zone d'exclusion	32	A) horizon A	A) semestrielle		12					
			B) horizon A	B) trimestrielle		20					
12	Dépôt à neige : (cinq semaines de fonte) Zone d'exclusion	50	A) horizon C	A) hebdomadaire		12				12	
			B) horizon C	B) mensuelle		8				8	
			C) eau de surface	C) hebdomadaire		3				3	
			D) eau de surface	D) mensuelle		2				2	
13	PSE entendu avec le MDDEP : Zone d'exclusion	42	A) horizon A	A) semestrielle		14					
			B) horizon B	B) semestrielle		14					
			C) horizon C	C) semestrielle		14					
14	Précipitations : Zone éloignée IGDRS	240	A) précipitations	A) mensuelle		120			120	ABSD	
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.									

TABLEAU B2**ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
Ambiance gamma	
Deux méthodes sont utilisées pour mesurer l'ambiance gamma : - Dosimètres thermoluminescents (DTL) - Débitmètre d'ambiance gamma	- Cristaux de fluorure de calcium dopés au dysporium ($\text{CaF}_2(\text{Dy})$). Cette technique permet d'obtenir un débit de dose moyen puisque les DTL sont laissés pour une longue période aux points d'échantillonnage. - Appareil servant à mesurer un débit de rayonnement en un point donné. Résultat immédiat obtenu par lecture directe de l'appareil.

TABLEAU B2 (SUITE)**ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<i>Tritium atmosphérique</i>	
Le tritium atmosphérique est échantillonné à l'aide de tamis moléculaire	- L'air est aspiré à l'aide d'une pompe dans une cellule contenant du tamis moléculaire. Le débit est contrôlé et modifié selon les saisons pour tenir compte de la variation d'humidité de l'air. Lors de l'échantillonnage, l'humidité de l'air est adsorbée sur le tamis moléculaire. Un intégrateur de volume permet de connaître le volume total d'air aspiré qui est utilisé pour les calculs d'activité volumique. L'échantillonnage est réalisé en continu sur une période d'un mois. - La cellule est chauffée en laboratoire pour récupérer l'eau. - L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.
<i>Carbone-14 atmosphérique</i>	
Le carbone-14 atmosphérique est mesuré par une méthode passive, c'est-à-dire qu'aucun système mécanique n'est utilisé pour recueillir l'échantillon.	- 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 CO₂ atmosphérique. Le bac est changé après un mois. - L'échantillon est acidifié pour en extraire le CO₂, qui est recueilli et concentré dans un cocktail scintillant ayant la propriété d'absorber le dioxyde de carbone. - L'échantillon est analysé par scintillation liquide.
<i>Aérosols</i>	
L'analyse gamma est effectuée si l'activité β -total dépasse un certain seuil.	- Les aérosols sont aspirés à l'aide d'une pompe et recueillis sur un filtre en fibre de verre. L'échantillonnage est fait en continu pendant un mois. Le débit d'échantillonnage est contrôlé. - Le filtre est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta.
<i>Radioiodes</i>	
L'analyse des cartouches d'iode n'est pas faite de façon routinière.	- Des cartouches de charbon activé sont placées après le filtre aérosols dans le système d'échantillonnage des stations. La cartouche est changée aux 6 mois. - En cas d'incident, l'analyse des cartouches de charbon serait faite par spectrométrie gamma sur GeHP.

TABLEAU B3**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 m². - 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	
La mesure du tritium est la seule analyse radiologique effectuée sur ce type d'échantillon.	- 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 ces échantillons : - 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 B4**ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<i>Sol arable</i>	
Deux fois par année (généralement au printemps et à l'automne), des échantillons de sols sont prélevés dans les fermes qui font la culture de plantes fourragères. Deux paramètres sont analysés : - Tritium non-lié (^3H dans l'humidité du sol) - Gamma	Pour chaque séance d'échantillonnage, une dizaine de prélèvements de surface sont effectués. Ces prélèvements sont espacés de 4 à 5 mètres et la surface totale échantillonnée est d'environ 100 m². L'échantillon doit avoir un poids total d'environ 2 kilogrammes. - Une extraction d'eau par lyophilisation est réalisée sur une fraction du sol frais. L'eau ainsi recueillie est analysée par scintillation liquide. - Une fraction de l'échantillon de sol est séchée puis placée dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.
<i>Sédiments dynamiques</i>	
Les sédiments dynamiques sont les particules en suspension présentes dans l'eau du fleuve.	- Les particules en suspension dans l'eau sont recueillies dans des bacs à sédimentation de 0,2 m² 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 B5**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 CO₂ 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 CO₂ formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.

TABLEAU B6**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 B7
LIMITES DE DÉTECTION DES MÉTHODES D'ANALYSE

MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE	LIMITE DE DÉTECTION (L_d)
<i>Tritium</i>	
Tamis moléculaire - scintillation liquide	0,100 Bq.m ⁻³
Scintillation liquide	6 Bq.L ⁻¹
<i>Carbone-14</i>	
Échantillonnage passif - scintillation liquide	< 0,9 Bq/g-C
Bombe à oxygène - scintillation liquide	< 0,9 Bq/g-C
<i>Bêta-total</i>	
Filtres aérosols	9 x 10 ⁻⁵ Bq.m ⁻³
Eau évaporée sur planchette	0,02 Bq.L ⁻¹
Eau évaporée sur planchette (précipitations)	0,07 Bq.m ⁻²
<i>Gamma</i>¹	
Cartouches de charbon activé	2,4 x 10 ⁻² Bq/cartouche
Sol et sédiments	0,3 Bq.kg ⁻¹
Poissons et mollusques	2,6 Bq.kg ⁻¹
Plantes fourragères et aquatiques	1,0 Bq.kg ⁻¹
Légumes et sirop d'érable	0,3 Bq.kg ⁻¹
Lait	0,1 Bq.kg ⁻¹

¹ Valeurs moyennes pour le Cs-137 (excepté pour les cartouches de charbon activé).

ANNEXE C Programme d'intercomparaisons

Les tableaux C1, C2, C3 et C4 présentent les résultats de l'intercomparaison MRAD-17 alors que le tableau C5 présente le résultat de l'intercomparaison RAD-91. Ces intercomparaisons sont coordonnées par le groupe *Environmental Resource Associates* (ERA, 2012A et B) et analysés par le laboratoire de radioprotection de Trois-Rivières.

TABLEAU C1: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012: INTERCOMPARAISON ERA, FILTRES D'AIR (MRAD-17)

ANALYSE	ACTIVITÉ PAR FILTRE (pCi.filtre ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
α -total	66,0	87,5	29,3 - 136	0,75
β -total	70,0	62,7	39,6 – 91,4	1,12
²⁴¹ Am	69	67,1	41,4 – 90,8	1,03
⁶⁰ Co	600	521	403 - 651	1,15
¹³⁴ Cs	335	429	273 - 532	0,78
¹³⁷ Cs	873	793	596 – 1 040	1,10
⁵⁴ Mn	< 4,1	< 50,0	0 – 50,0	N/A
²³⁸ U	58	54,7	35,3 – 75, 6	1,06
⁶⁵ Zn	938	692	496 - 955	1,36

**TABLEAU C2: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE SOL (MRAD-17)**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
²²⁸ Ac	1 241	1 240	795 - 1 720	1,00
²⁴¹ Am	757	728	426 - 946	1,04
²¹² Bi	1 311	1 240	330 – 1 820	1,06
²¹⁴ Bi	1 049	1 290	777 – 1 860	0,81
¹³⁴ Cs	1 854	1 980	1 290 – 2 380	0,94
¹³⁷ Cs	3 784	3 470	2 660 – 4 460	1,09
⁴⁰ K	12 514	12 300	8 980 - 16 500	1,02
²¹² Pb	1 376	1 240	812 - 1 730	1,11
²¹⁴ Pb	1 073	1 290	753 – 1 920	0,83
⁶⁰ Co	4 730	4 310	2 910 – 5 930	1,10
⁵⁴ Mn	< 24	< 1 000	0 - 1000	N/A
²³⁸ U	3 486	3 420	2 120 – 4 340	1,02
⁶⁵ Zn	3 541	2 880	2 290 – 3 830	1,23

**TABLEAU C3: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE VÉGÉTAUX (MRAD-17)**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
²⁴¹ Am	3 919	3 540	2 160 - 4 710	1,11
⁶⁰ Co	2 132	2 030	1 400 - 2 840	1,05
¹³⁴ Cs	2 219	2 350	1 510 – 3 050	0,94
¹³⁷ Cs	2 108	2 070	1 500 – 2 880	1,02
⁵⁴ Mn	< 43	< 300	0 - 300	N/A
²³⁸ U	4 027	4 280	2 860 – 5 440	0,94
⁴⁰ K	30 541	29 600	21 400 - 41 500	1,03
⁶⁵ Zn	2 170	1 970	1 420 - 2 760	1,10

**TABLEAU C4: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS AQUEUX (MRAD-17)**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.litre ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
²⁴¹ Am	116	91,8	61,8 - 123	1,26
⁶⁰ Co	1 346	1 260	1 090 – 1 470	1,07
¹³⁴ Cs	865	876	643 – 1 010	0,99
¹³⁷ Cs	2 330	2 040	1 730 – 2 440	1,14
⁵⁴ Mn	< 12	< 100	0 - 100	N/A
²³⁸ U	153	158	120 - 194	0,97
⁶⁵ Zn	1 035	879	733 – 1 110	1,18
³ H	19 170	18 700	12 500 - 26 700	1,03

**TABLEAU C5: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON ERA (RAD-91)**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.litre ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
α -total	33	58,6	30,6 – 72,9	0,56
β -total*	24	39,2	26,0 – 46,7	0,61
¹³³ Ba	86	84,8	71,3 – 93,3	1,01
¹³⁴ Cs	78	76,6	62,6 – 84,3	1,02
¹³⁷ Cs*	212	183	165 – 203	1,16
⁶⁰ Co	84	78,3	70,5 – 88,5	1,07
¹³¹ I	28,1	24,8	20,6 – 29,4	1,13
⁶⁵ Zn	235	204	184 – 240	1,15
³ H	4 980	4 890	4 190 – 5 380	1,02

* Résultats hors de la plage acceptable.

Le tableau C6 présente les résultats de l'intercomparaison organisée par le laboratoire de Radioécologie de l'Université Laval pour des échantillons de lait (Groleau, S. 2013).

TABLEAU C6: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012 : INTERCOMPARAISONS DU LABORATOIRE DE RADIOÉCOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ LAVAL, ÉCHANTILLONS DE LAIT

ANALYSE	ÉCHANTILLON	ACTIVITÉ (Bq/L)		
		G2	UL	G2 / UL
³ H	UL2012-01	< 21	0	----
	UL2012-02	34 ± 14	35 ± 5	0,97
	UL2012-03	< 21	0	---
	UL2012-04	< 21	0	---
	UL2012-05	52 ± 14	47 ± 14	1,11
	UL2012-06	47 ± 5	47 ± 6	1,00
	UL2012-07	52 ± 4	58 ± 6	0,90
¹³³ Ba	UL2012-01	< 0,10	0	---
	UL2012-02	< 0,10	0	---
	UL2012-03	< 0,11	0	---
	UL2012-04	39,8 ± 0,5	37 ± 1	1,08
	UL2012-05	< 0,09	0	---
	UL2012-06	42,8 ± 0,6	42 ± 1	1,02
	UL2012-07	50,6 ± 0,6	49 ± 1	1,03
⁴⁰ K	UL2012-01	56 ± 2	55 ± 2	1,02
	UL2012-02	54 ± 2	55 ± 2	0,98
	UL2012-03	54 ± 2	55 ± 2	0,98
	UL2012-04	58 ± 2	56 ± 6	1,04
	UL2012-05	55 ± 2	55 ± 6	1,00
	UL2012-06	53 ± 2	58 ± 6	0,91
	UL2012-07	54 ± 2	59 ± 6	0,91

Le tableau C7 présente les résultats du COGIS 55.

**TABLEAU C7: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON COGIS 55 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Chlorure	0,0085 0,358	0,0084 0,350	0,007 0,298	0,010 0,403	1,01 1,02
Sulfate	0,0054 0,448	0,006 0,45	0,005 0,383	0,0069 0,518	0,90 1,00
Sodium	0,0087 0,614	0,0087 0,620	0,007 0,527	0,010 0,713	1,00 0,99
Fer	0,063 0,229	0,062 0,210	0,053 0,179	0,071 0,242	1,02 1,09
Cuivre	0,093 0,440	0,089 0,42	0,076 0,357	0,102 0,483	1,05 1,05
Aluminium	0,681 0,949	0,610 0,850	0,519 0,723	0,702 0,978	1,12 1,12
Zinc	0,074 0,303	0,064 0,260	0,054 0,221	0,074 0,299	1,16 1,17
Silice	0,041 0,62	0,039 0,64	0,031 0,544	0,047 0,736	1,05 0,97
Plomb	0,104 0,474	0,091 0,42	0,077 0,357	0,105 0,483	1,14 1,13
Hydrazine	0,194 2,78 0,102	0,1955 2,95 0,094	0,166 2,508 0,080	0,225 3,393 0,108	0,99 0,94 1,09
Conductivité (mS/m)	0,509 35,8 2,35	0,4685 37,82 2,00	0,422 34,038 1,80	0,515 41,602 2,20	1,09 0,95 1,18
pH (pas d'unité)	6,00 9,70 4,54 10,36	5,78 9,43 4,45 10,21	5,68 9,33 4,35 10,110	5,88 9,53 4,55 10,310	1,04 1,03 1,02 1,02
Morpholine	41,0	36,2	30,770	41,630	1,13
Lithium dans D₂O	0,14 0,71	0,14 0,75	0,119 0,690	0,161 0,810	1,00 0,95

**TABLEAU C7 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2012:
INTERCOMPARAISON COGIS 55 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Fluorure	0,0033 0,147	0,0032 0,15	0,0026 0,120	0,004 0,180	1,03 0,98
NO₃	0,0018	0,0025	0,002	0,0029	0,72
NH₃	0,257 2,98	0,24 2,69	0,192 2,152	0,288 3,228	1,07 1,11
Bore dans D ₂ O	0,138 1,278 4895	0,14 1,24 4356	0,119 1,054 3702	0,161 1,426 5009	0,99 1,03 1,12
Gadolinium	20,2 5506	21,7 5260	20,615 4997	22,785 5523	0,93 1,05
TOC	0,39 2,80	0,35 2,85	0,28 2,28	0,42 3,42	1,11 0,98
D₂O (%)	0,43	0,41	0,328	0,492	1,05
D₂ (%)	1,745 1,952	1,82 2,09	1,638 1,881	2,002 2,299	0,96 0,93
O₂ (%)	1,236 0,388	1,32 0,867	1,188 0,7803	1,452 0,9537	0,94 0,45
N₂ (%)	2,053 0,956	2,26 2,85	2,034 2,5650	2,486 3,1350	0,91 0,34

**TABLEAU C7(SUITE) : RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ
POUR 2012: INTERCOMPARAISON COGIS 55
(PARAMÈTRES RADIOLOGIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS ($\mu\text{Ci/kg}$ si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
^3H bas	14,01	14,3	12,87	15,73	0,98
^3H élevé	141,6	166	149,40	182,60	0,85
^3H très élevé (Ci/kg)	8,81	10,1	9,09	11,11	0,87
Bêta (dpm/filtre)	1361	1181	1062,9	1299,10	1,15
^{241}Am	2,28	2,17	1,9486	2,3816	1,05
^{109}Cd	31,25	28,50	25,65	31,35	1,10
^{57}Co	0,71	0,66	0,5961	0,7286	1,08
^{139}Ce	1,07	1,00	0,9042	1,1051	1,07
^{203}Hg	2,38	2,14	1,9274	2,3557	1,11
^{113}Sn	1,83	1,76	1,5869	1,9395	1,04
^{85}Sr	2,42	2,13	1,9215	2,3485	1,14
^{137}Cs	0,91	0,86	0,7736	0,9455	1,06
^{88}Y	3,08	2,90	2,61	3,19	1,06
^{60}Co	1,37	1,35	1,215	1,485	1,02
^{14}C bas	12,07	11,7	10,53	12,87	1,03
^{14}C élevé	95,23	92,60	83,34	101,86	1,03

Le tableau C8 présente les résultats du COGIS 56.

**TABLEAU C8: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2012:
INTERCOMPARAISON COGIS 56 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Sodium	0,008 0,62	0,0087 0,62	0,0070 0,527	0,010 0,713	0,92 1,00
Fer	0,068 0,24	0,062 0,21	0,053 0,179	0,071 0,242	1,10 0,88
Cuivre	0,099 0,46	0,089 0,42	0,076 0,357	0,102 0,483	1,11 1,10
Aluminium	0,995 0,70	0,85 0,61	0,723 0,519	0,978 0,702	1,17 1,15
Zinc	0,078 0,320	0,064 0,26	0,054 0,221	0,074 0,299	1,22 1,23
Silice	0,038 0,77	0,039 0,64	0,031 0,544	0,047 0,736	0,97 1,20
Plomb	0,111 0,50	0,091 0,42	0,077 0,357	0,105 0,483	1,22 1,19
Hydrazine	0,24 0,11	0,24 0,11	0,204 0,094	0,276 0,127	1,00 1,00
Conductivité (mS/m)	0,48 39,0	0,46 37,82	0,414 34,038	0,506 41,602	1,04 1,03
pH (pas d'unité)	5,9 9,94 4,40 10,57	5,63 9,50 4,33 10,07	5,53 9,400 4,23 9,97	5,73 9,600 4,43 10,17	1,05 1,05 1,02 1,05
Morpholine	34,3	36,2	30,770	41,630	0,95
Lithium dans D₂O	0,14 0,77	0,14 0,75	0,119 0,690	0,161 0,810	1,00 1,03

**TABLEAU C8 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2012:
INTERCOMPARAISON COGIS 56 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
NH₃	0,32 2,70	0,24 2,69	0,192 2,152	0,288 3,228	1,33 1,00
Bore dans D ₂ O	0,140 1,34	0,14 1,24	0,119 1,054	0,161 1,426	1,00 1,08
Gadolinium	5337	5260	4997	5523	1,02
COT	0,34 3,00	0,35 2,85	0,28 2,28	0,42 3,42	0,97 1,05
H₂ (%)	0,26	1,81	1,629	1,991	0,14
D₂ (%)	0,67 1,26	0,69 1,32	0,621 1,188	0,759 1,452	0,97 0,96
O₂ (%)	0,82 1,55	0,845 1,58	0,7605 1,422	0,9295 1,738	0,97 0,98
N₂ (%)	1,45 1,84 1,01	1,51 1,95 1,48	1,359 1,755 1,332	1,661 2,145 1,628	0,96 0,94 0,68

**TABLEAU C8 (SUITE) : RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ
POUR 2012: INTERCOMPARAISON COGIS 56
(PARAMÈTRES RADIOLOGIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS ($\mu\text{Ci/kg}$ si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
²⁴¹ Am	2,73	2,44	2,1984	2,687	1,12
¹⁰⁹ Cd	31,500	30,70	27,6657	33,8136	1,03
⁵⁷ Co	0,72	0,72	0,6512	0,7959	1,00
¹³⁹ Ce	1,08	1,11	0,9971	1,2187	0,97
²⁰³ Hg	2,31	2,26	2,0308	2,4821	1,02
¹¹³ Sn	1,87	1,90	1,7097	2,0896	0,98
⁸⁵ Sr	2,34	2,37	2,1289	2,6020	0,99
¹³⁷ Cs	0,978	0,92	0,8262	1,0098	1,06
⁸⁸ Y	3,20	3,11	2,798	3,4198	1,03
⁶⁰ Co	1,47	1,46	1,3161	1,6085	1,01