

CENTRALE NUCLÉAIRE GENTILLY-2

4900, Boul. Bécancour, Bécancour, G9H 3X3

RÉSULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE GENTILLY

RAPPORT ANNUEL 2010

RAPPORT TECHNIQUE G2-RT-2011-00518-003

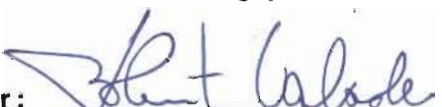
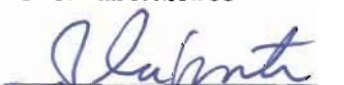
DOCUMENT

- ☒ PUBLIC
☐ NON PUBLIC
☐ CONFIDENTIEL

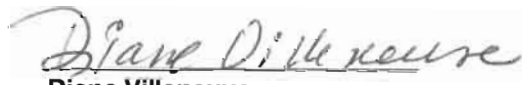
Préparé par :


Dominique Bélanger
Conseillère Environnement,
Performance et Encadrements
Volet conventionnel
Stéphan Chapdelaine
Conseiller Environnement
Volet radiologique

Vérifié par :


Robert Valade, chimiste
Chef Laboratoires
Richard Laporte, chimiste
Chef Chimie

Approuvé par :


Diane Villeneuve
Chef Environnement

U.S.I. 00511
00518
00528
16000
67830

Le 10 avril 2011

RÉSULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE GENTILLY: RAPPORT ANNUEL 2010

SOMMAIRE

Les activités d'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2 font l'objet d'un programme de surveillance de l'environnement couvrant à la fois les effluents gazeux et liquides sur la base des paramètres radiologiques et physico-chimiques. Ce rapport annuel présente l'ensemble des mesures et constats tirés des données récoltées tout au long de l'année 2010.

Les rejets radiologiques gazeux et liquides de la centrale sont tous demeurés inférieurs à 1% des limites opérationnelles dérivées en vigueur, valeurs qui n'ont fait l'objet d'aucun changement en 2010. Par ailleurs, des valeurs temporaires de limites opérationnelles dérivées ont été adoptées dès le début de l'année 2011, valeurs attentistes équivalentes à 20% des limites opérationnelles dérivées en vigueur en 2010. Ces mêmes valeurs temporaires seront toutefois appelées à être revues à moyen terme, suite à l'approbation de la CCSN de valeurs de limites opérationnelles dérivées proposées par Hydro-Québec, et calculées conformément à la norme CSA N288.1-08.

En 2010, la dose annuelle de radiations reçues par les membres du groupe critique domiciliés à proximité de la centrale Gentilly-2 a été estimée à 0,96 μ Sv. Cette estimation de dose a été calculée par l'intégration des données provenant des rejets radiologiques pouvant avoir un impact potentiel sur la fraction de la population la plus exposée. Cette même estimation correspond à moins de 0,1 % de la limite légale de dose pour un membre de la population qui est de 1 mSv. Elle se veut également une fraction encore moindre de la dose annuelle totale que peuvent occasionner les multiples sources d'origine naturelle comme le rayonnement cosmique, la présence de radon émanant du sol ou toute autre exposition au rayonnement autre que celle liée à l'exploitation d'un réacteur de type CANDU. De plus, ce résultat est cohérent en regard des estimations de dose à la population évaluées aux autres centrales canadiennes par le passé.

Pour l'année 2010, la présentation des résultats intègre les nouvelles modalités de surveillance radiologique de l'environnement relatives à la phase II de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). Lesdits résultats sont discutés dans une section spécifiquement dédiée à l'IGDRS, qui pourra être consultée à la section 5 du présent rapport annuel.

En ce qui concerne les résultats physico-chimiques, bien que la grande majorité des résultats soient dans l'ordre de la limite de détection, les valeurs décrites dans le présent rapport font état de concentrations qui ne sauraient représenter de risques ou d'impacts sur l'environnement.

Comme à chaque année, des observations relatives à la mortalité des populations de poissons se sont déroulées au canal de rejet des effluents liquides, entre autres lors des arrêts du réacteur. En 2010, aucune mortalité significative de poissons n'a été observée au canal de rejet.

Par ailleurs, les résultats et constats issus de la surveillance radiologique montrent que les réels impacts de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sur l'environnement et sur la population avoisinante sont négligeables. Pour la majorité des prélèvements effectués au-delà de la zone rapprochée de la centrale Gentilly-2, les différents paramètres pouvant être en concentration suffisamment élevée pour être mesurable sont dans un même ordre de grandeur que le bruit de fond naturel ou anthropique dont les sources n'impliquent pas les activités de la centrale nucléaire de Gentilly-2, à l'exemple des retombées atmosphériques d'essais nucléaires passés.

Selon les critères d'optimisation énoncés par la CCSN dans le document G-129 (CCSN, 2004), il est finalement possible de conclure que, tout comme pour les années antérieures, les impacts de l'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2 ont été négligeables en 2010.

LISTE DE DISTRIBUTION

HYDRO-QUÉBEC PRODUCTION NUCLÉAIRE : CENTRALE GENTILLY-2

Mario Désilets	Directeur Production nucléaire
Claude Gélinas	Chef de centrale Gentilly-2
Diane Villeneuve	Chef Environnement
Patrice Desbiens	Chef Services techniques
Ann Faler	Chef Gestion intégrée des travaux
Pierre-Luc Lavoie	Chef Services administratifs et financiers
Patricia Veillet	Chef Assurance qualité
Claude Drouin	Directeur adjoint projet de réfection
Bureau des chefs de quart	Salle de commande
Véronique Trépanier	Conseillère Relations avec le Milieu
Archives Gentilly-2	Centre de documentation
Alain Pelletier	Centre de santé Gentilly-2
Michel Plante	Santé et Sécurité - direction générale

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

François Rinfret (2)	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Christopher Taylor	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Robert Lojk	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Don Howard	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Claude David	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Jean-Baptiste Robert	280, rue Slater, C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CCSN - Gentilly (2)	Bureau CCSN G2 4 ^e B/A

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

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

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC

Yves Mailhot	2-100, rue Laviolette, bureau 207, Trois-Rivières, G8Z 4L7
Philippe Brodeur	2-100, rue Laviolette, bureau 207, Trois-Rivières, G8Z 4L7

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

Réjean Deschênes	2700, rue Einstein, local C-2-105, Ste-Foy, G1P 3W8
Pierrette Cardinal	200A, chemin Ste-Foy, 12e étage, Ste-Foy, G1R 4X6
Guy Auclair	200A, chemin Ste-Foy, 11e étage, Ste-Foy, G1R 4X6
Guy Caron	5195, boul. des Forges, bureau 55, Trois-Rivières, G8Y 4Z3
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 Jonhson	775, chemin Brookfield, AL 6302D1, Ottawa (Ontario) K1A 0K9

ENVIRONNEMENT CANADA

Claudia Lobo	105, 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

Maurice Richard, maire	1295, rue Nicolas Perrot, Bécancour, G0X 1B0
------------------------	--

MUNICIPALITÉ DE CHAMPLAIN

Jean-Robert Barnes, maire	819, rue Notre-Dame, Champlain, G0X 1C0
---------------------------	---

MUNICIPALITÉ DE SAINT-PIERRE-LES-BECQUETS

Jean-Guy Paré, maire	110, rue Des Loisirs, St-Pierre-Les-Becquets, G0X 2Z0
----------------------	---

UNIVERSITÉ LAVAL

Dominic Larivière 1045, avenue de la Médecine, bureau 1207, Québec, G1V 0A6

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

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

ÉNERGIE ATOMIQUE DU CANADA LIMITÉE

Ricky Khaloo EACL, Mississauga (Ontario) L5K 1B2
Bibliothèque EACL, Main Library Stn13, Chalk River (Ontario) K0J 1J0

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

H.W. Chan 480, University Avenue, Suite 200, Toronto (Ontario) M5G 1V2

Communauté autochtone de Wôlinak

Raymond Bernard 1975, rue Colipaïo, Wôlinak, G0X 1B0

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION.....	1
2.0	EFFLUENTS	3
2.1.	Effluents aériens	3
2.1.1.	Paramètres radiologiques.....	3
2.1.2.	Paramètres physico-chimiques.....	5
2.1.2.1.	Halocarbures	6
2.1.2.2.	Autres contaminants atmosphériques.....	6
2.2.	Effluents liquides	8
2.2.1.	Paramètres radiologiques.....	8
2.2.1.1.	Réservoirs de stockage des eaux radioactives	10
2.2.1.2.	Drainage pluvial.....	10
2.2.2.	Paramètres physico-chimiques.....	12
2.2.2.1.	Réservoir de stockage des eaux radioactives	12
2.2.2.2.	Eau de circulation (EDC)	12
2.2.2.3.	Eau brute de refroidissement (EBR)	16
2.2.2.4.	Eaux sanitaires	17
2.2.2.5.	Séparateur d'huile	18
2.2.2.6.	Drainage pluvial.....	18
2.2.3.	Consommation d'eau.....	19
3.0	MATIERES DANGEREUSES, RESIDUELLES ET DEVERSEMENTS ACCIDENTELS.....	21
3.1.	Matières dangereuses utilisées au travail	21
3.2.	Matières dangereuses résiduelles	21
3.3.	Matières résiduelles	22
3.3.1.	Biomasse à la prise d'eau	22
3.4.	Bilan des déversements accidentels	24
4.0	SURVEILLANCE DU MILIEU ENVIRONNANT	26
4.1.	Surveillance atmosphérique	26
4.1.1.	Ambiance gamma	26
4.1.2.	Tritium	31
4.1.3.	Carbone-14 atmosphérique.....	34
4.1.4.	Aérosols	36
4.2.	Surveillance de la qualité de l'eau	37
4.2.1.	Précipitations.....	37
4.2.2.	Eaux de surface	39
4.2.3.	Eaux d'infiltration	44
4.2.4.	Eaux de la nappe phréatique.....	47
4.2.4.1.	Tritium	49
4.2.5.	Suivi du dépôt à neige	52
4.2.5.1.	Eaux souterraines.....	52
4.2.5.2.	Eaux de surface.....	53

4.2.6.	Eau potable	54
4.3.	Surveillance de la qualité des sols et des sédiments.....	54
4.3.1.	Sol arable	54
4.3.2.	Sédiments dynamiques	55
4.4.	Surveillance de la faune et de la flore.....	56
4.4.1.	Plantes fourragères	56
4.4.2.	Plantes aquatiques	56
4.4.3.	Poissons et mollusques.....	57
4.5.	Produits comestibles	58
4.6.	Données météorologiques	59
5.0	INSTALLATION DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS SOLIDES (IGDRS).....	64
5.1.	Résultats de la surveillance radiologique de l'IGDRS	64
5.2.	Bilan du suivi environnemental 2010.....	71
6.0	ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE.....	72
7.0	PROGRAMME ASSURANCE-QUALITÉ.....	74
7.1.	Aspect radiologique.....	74
7.2.	Aspects physico-chimique et radiochimique.....	74
8.0	CONCLUSION	75
9.0	RÉFÉRENCES.....	79

LISTE DES ANNEXES

	PAGE
ANNEXE A : Aspect statistique des résultats	93
ANNEXE B : Échantillonnage, méthodes d'analyse et limites de détection	94
ANNEXE C : Programme assurance-qualité	106

LISTE DES TABLEAUX

	PAGE
TABLEAU 1 : Principales limites de rejets radiologiques aériens à Gentilly-2	3
TABLEAU 2 : Quantité de produits pétroliers consommée à la centrale de Gentilly-2	6
TABLEAU 3 : Émissions (kg) totale des produits de combustion à Gentilly-2	7
TABLEAU 4 : Principales limites de rejets radiologiques liquides à Gentilly-2	8
TABLEAU 5 : Activité de différents contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2010	11
TABLEAU 6 : Résultats des analyses physico-chimiques du réservoir de stockage des eaux Radioactives, Centrale Gentilly-2, 2010	12
TABLEAU 7 : Résultats des analyses physico-chimiques de L'EDC, Centrale Gentilly-2, 2010	13
TABLEAU 8 : Concentrations de morpholine et hydrazine mesurées à la purge des GV, Centrale Gentilly-2, 2010	15
TABLEAU 9 : Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop plein du décanteur, Centrale Gentilly-2, 2010	16
TABLEAU 10 : Résultats d'analyses de l'eau brute de refroidissement, Centrale Gentilly-2, 2010	16
TABLEAU 11 : Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires, Centrale Gentilly-2, 2010	17

TABLEAU 12 : Épaisseur d'huile, de dépôts et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles, Gentilly-2, 2010	18
TABLEAU 13 : Concentration de différents contaminants chimiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2010	19
TABLEAU 14 : Consommation de produits chimiques, Gentilly-2, 2010	21
TABLEAU 15 : Quantité de matières dangereuses résiduelles non contaminées radiologiquement générées, Gentilly-2, 2010	22
TABLEAU 16 : Quantité de matières résiduelles recyclées, récupérées ou disposées, Gentilly-2, 2010	22
TABLEAU 17 : Quantité de contaminants émis à l'environnement lors de déversements accidentels sur le site de Gentilly-2, 2010	24
TABLEAU 18 : Résultats (moyenne) des analyses physico-chimiques et en tritium pour les eaux souterraines, horizons A, B et C, Gentilly-2, 2010	48
TABLEAU 19 : Mesure du niveau à partir du couvercle du piézomètre, Gentilly-2, 2010	51
TABLEAU 20 : Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2010	52
TABLEAU 21 : Résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2010	53
TABLEAU 22 : Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent dans la région immédiate de Gentilly-2, 2010	55
TABLEAU 23 : Activité de ^{137}Cs , ^{40}K , ^{131}I , ^{14}C et ^{60}Co dans les plantes aquatiques du fleuve St-Laurent dans la région de Gentilly-2, 2010	57

LISTE DES FIGURES

	PAGE
FIGURE 1: Production électrique de la centrale nucléaire Gentilly-2 en 2010	2
FIGURE 2: Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2010 exprimés en % LOD	4
FIGURE 3: Rejets aériens annuels pour la période 1991-2010 exprimés en % LOD	5
FIGURE 4: Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2010 exprimés en % LOD	9
FIGURE 5: Rejets liquides annuels pour la période 1991-2010 exprimés en % LOD	10
FIGURE 6: Différences de température entre l'affluent et les effluents (EBR et EDC) de la centrale Gentilly-2, 2010	14
FIGURE 7: Consommation d'eau potable, Centrale Gentilly-2, 2010	19
FIGURE 8: Consommation d'eau de procédé, Centrale Gentilly-2, 2010	20
FIGURE 9: Biomasse captée aux dégrilleurs de la station de pompage de Gentilly-2 de 2006 à 2010	23
FIGURE 10: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2010	27
FIGURE 11: Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2006-2010	27

FIGURE 12:	
Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASDR pour l'année 2010	29
FIGURE 13:	
Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2006-2010	29
FIGURE 14:	
Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2010	30
FIGURE 15:	
Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2006-2010	31
FIGURE 16:	
Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone rapprochée) pour l'année 2010	32
FIGURE 17:	
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 2010	33
FIGURE 18:	
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 2006-2010	34
FIGURE 19:	
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 2010	35
FIGURE 20:	
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 2006-2010	36
FIGURE 21:	
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 2010	37
FIGURE 22:	
Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2010	38
FIGURE 23:	
Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2010	39

FIGURE 24: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et de l'ASSCI pour l'année 2010	40
FIGURE 25: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et l'ASSCI pour la période 2006-2010	41
FIGURE 26: Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons composites d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'ASDR pour l'année 2010	42
FIGURE 27: Moyenne mensuelle de l'activité bêta-total dans les eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2010	43
FIGURE 28: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour l'année 2010	44
FIGURE 29: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour la période 2006-2010	45
FIGURE 30: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour l'année 2010	46
FIGURE 31 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour la période 2006-2010	47
FIGURE 32 : Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique aux points A-1, D-1, D'-1, E-5, A'-5 et EP-2 pour l'année 2010	50
FIGURE 33: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2010	51
FIGURE 34: Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour l'année 2010	61

FIGURE 35: Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2006-2010	61
FIGURE 36: Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2006-2010	63
FIGURE 37: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2010	65
FIGURE 38: Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2010	66
FIGURE 39: Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2010	67
FIGURE 40: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2010	68
FIGURE 41: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau de pluie aux points IGDRS-5 à 8 et la station de référence pour l'année 2010	69
FIGURE 42: Moyenne mensuelle de tritium dans les échantillons d'eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'IGDRS pour l'année 2010	70
FIGURE 43: Dose annuelle estimée (méthode rétrospective) pour les membres du groupe critique pour la période 2006-2010	73
FIGURE 44: Comparaison de différentes doses radiologiques de sources diverses pouvant affecter les membres de la population	73

LISTE DES CARTES

	PAGE
CARTE 1 : Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence	83
CARTE 2 : Localisation des fermes et des stations de contrôle radiologique	84
CARTE 3 : Localisation des mesures d'ambiance gamma : rayon de 4 km	85
CARTE 4 : Localisation des points d'échantillonnage aquatique	86
CARTE 5 : Zone d'exclusion : localisation des points d'échantillonnage : rayon de 1 km	87
CARTE 6 : ASDR : localisation des points d'échantillonnage	88
CARTE 7 : IGDRS ET ASSCI : localisation des points d'échantillonnage	89
CARTE 8 : Schéma du drainage pluvial et de surface du site de Gentilly	90
CARTE 9 : Localisation des piézomètres pour le suivi du dépôt à neige	91

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACNOR	Association C anadienne de NOR malisation
AIEA	Agence Internationale d'Énergie A tomique (International Atomic Energy Agency)
ALARA	A s L ow A s R easonably A chievable (principe d'optimisation en radioprotection)
ASDR	Aire de S tockage des D échets R adioactifs
ASSCI	Aire de S tockage à S ec du C ombustible I rradié
CANDU	CAN ada D euterium U ranium
CANSTOR	CAN du STOR age, module de stockage à sec du combustible irradié
CCEA	Commission de C ontrôle de l'Énergie A tomique (maintenant CCSN)
CCSN	Commission C anadienne de S ûreté N ucléaire
COGIS	C andu O wner's G roup I nterlaboratory S tudy
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
HCFC	H ydro C hloro F luoro C arbures
IGDRS	Installation de G estion des D échets R adioactifs S olides
LD	Limite de D étection
LDP	Limite de D étection P ratique
LOD	Limite O opérationnelle D érivée
MDDEP	M inistère du D éveloppement D urable, de l' E nvironnement et des P arcs du Québec
MRAD	M ulti-Media R adiochemistry
MES	M atières E n S uspension
NCRP	N ational C ouncil on R adiation P rotection and Measurements
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	Station de C ontrôle R adiologique

1.0 INTRODUCTION

Le présent document regroupe les résultats des mesures radiologiques et physico-chimiques des activités de surveillance environnementale du site de la centrale Gentilly-2 pour l'année 2010.

Le document d'encadrement, reconduit en 2004 et intitulé *Programme de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly* (Hydro-Québec, 1999) définit les activités de surveillance, dont les principaux objectifs sont :

- d'effectuer le contrôle radiologique du milieu ;
- de permettre une évaluation de la dose à la population due à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 ;
- 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.

Notez qu'une révision importante du programme de surveillance radiologique de l'environnement fut soumise à la CCSN en début d'année 2011. Suite à leur acceptation des modifications apportées, Hydro-Québec propose d'appliquer les nouvelles modalités de surveillance en début juillet 2011.

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 la qualité physico-chimique des effluents liquides de la centrale de Gentilly-2 ;
- 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.

Le suivi des effluents aériens et liquides de la centrale est abordé au chapitre 2 tandis que le chapitre 3 présente une récapitulation de la production de matières résiduelles, dangereuses ou non, ainsi que des déversements accidentels de contaminants survenus sur le site de Gentilly au cours de l'année 2010. Le chapitre 4 présente les résultats des analyses effectuées sur les échantillons provenant du milieu environnant et le chapitre 5, les résultats de la surveillance environnementale de l'IGDRS. La dose radiologique au groupe critique est discutée au chapitre 6. Le chapitre 7 présente finalement la description des études interlaboratoires faisant partie du programme d'assurance-qualité.

La figure 1 présente la production électrique de la centrale nucléaire Gentilly-2 pour l'année 2010.

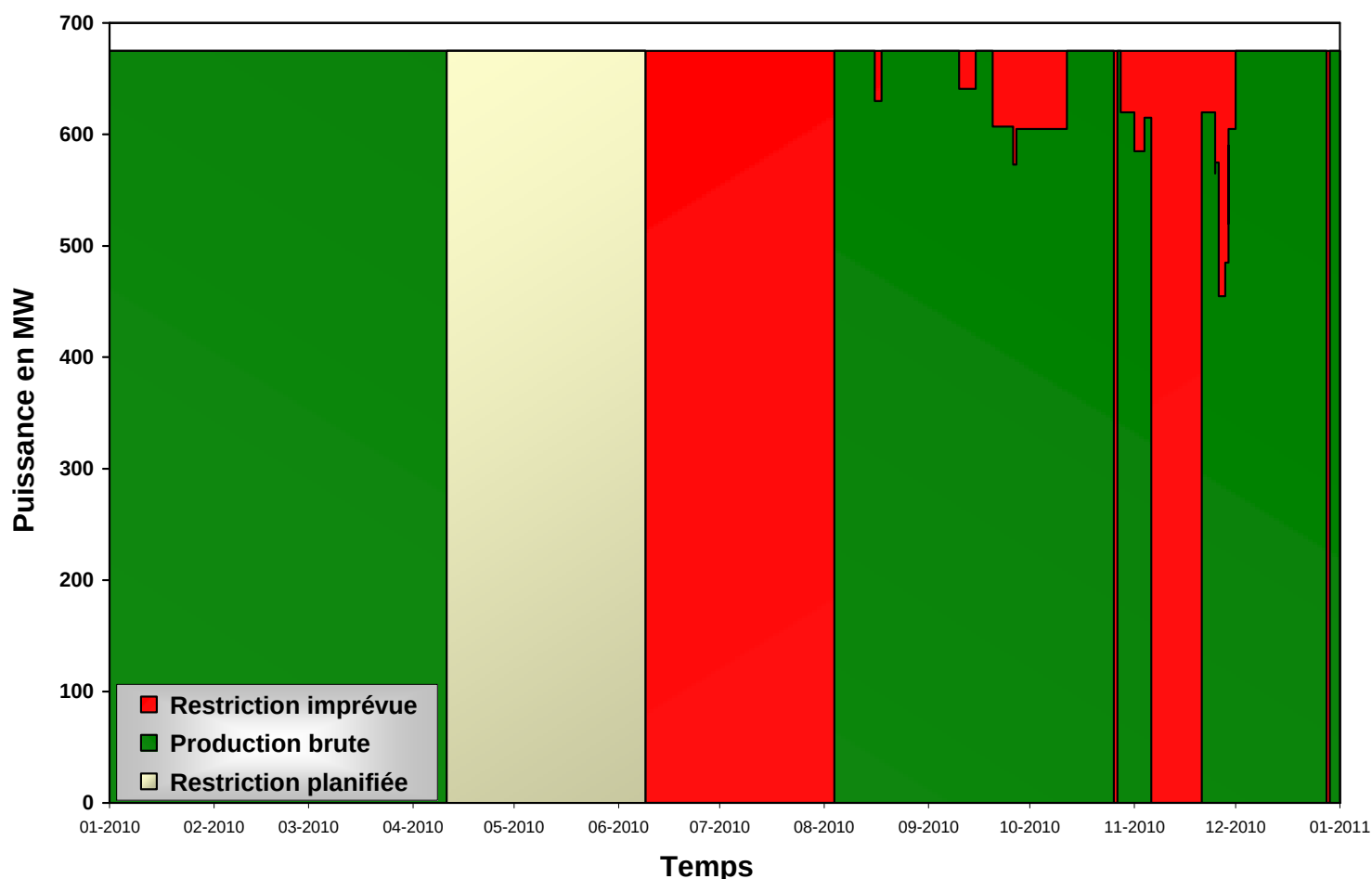


Figure 1 : Production électrique de la centrale nucléaire Gentilly-2 en 2010

En regard de la production électrique de la centrale Gentilly-2, l'année 2010 a été marquée par quatre arrêts de production imprévus ainsi que six baisses de puissance momentanées du réacteur. À cela s'ajoute un arrêt de production planifié de sorte que le coefficient de production brute de la centrale nucléaire de Gentilly-2, pour l'année 2010, fut de 60,1 %. Les informations qui suivent résument les événements d'exploitation qui ont été à la source des arrêts ou baisses de puissance illustrés ci-haut :

- 10 avril 2010 : Arrêt annuel planifié de la centrale pour entretien et maintenance ;
- 8 juin 2010 : Prolongation imprévue de l'arrêt planifié ;
- 16 août 2010 : Limitation de puissance par manque de réactivité ;
- 10 septembre 2010 : Limitation de puissance par surchauffe isolée ;
- 20 septembre : Limitation de puissance par manque de réactivité ;
- 01 octobre 2010 : Limitation de puissance par manque de réactivité ;
- 24 octobre 2010 : Recul rapide de puissance par déclenchement de la turbine ;
- 29 octobre 2010 : Limitation de puissance par manque de réactivité ;
- 6 novembre 2010 : Arrêt non planifié pour réparation d'une vanne de confinement ;
- 21 novembre 2010 : Limitation de puissance par manque de réactivité ;
- 29 décembre 2010 : Arrêt non planifié pour réparation d'une fuite de vapeur côté turbine.

2.0 EFFLUENTS

2.1. EFFLUENTS AÉRIENS

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 manoeuvres d'exploitation qui y sont exécutées.

2.1.1. Paramètres radiologiques

À partir de la limite légale de dose 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, donneraient à l'individu critique la dose maximale prescrite pour le public, telle que définie par la Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire (CCSN); ce 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 liquides et aériens spécifiques à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont décrites dans un rapport technique de l'entreprise (Hydro-Québec, 1990). L'année 2011 aura marqué la fin de l'utilisation des valeurs de LOD figurant aux tableaux 1 et 4. À la demande de la CCSN, l'exploitation de la centrale Gentilly-2 intègre depuis le 1^{er} janvier 2011 des valeurs temporaires de LOD qui sont en fait basées sur les anciennes, minorées d'un facteur cinq, à l'instar de la réduction de la limite de dose radiologique annuelle à la population. Parallèlement, Hydro-Québec a déposé à la CCSN en décembre dernier des propositions d'autres valeurs de LOD, conformes à la norme CSA N288.1-08. La date d'intégration visée pour ces nouvelles valeurs, une fois acceptées par la CCSN, est fixée au 1^{er} juillet 2011.

Lors de l'exploitation d'un réacteur CANDU en conditions normales, les radionucléides les plus susceptibles d'être présents dans les émissions à la cheminée sont classifiés et détaillés au tableau 1. Ce tableau liste également les limites opérationnelles dérivées aériennes correspondantes.

Tableau 1: Principales limites de rejets radiologiques aériens à Gentilly-2

CLASSIFICATION	LIMITES DE REJETS AÉRIENS (Bq.semaine ⁻¹)
Gaz rares	$3,2 \times 10^{15} \text{ } \gamma\text{Bq.MeV}$
Aérosols	$3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
¹³¹ I	$2,5 \times 10^{10} \text{ Bq}$
³ H	$8,5 \times 10^{15} \text{ Bq}$
¹⁴ C	$1,7 \times 10^{13} \text{ Bq}$

À la figure 2, il est possible d'apprécier l'ensemble des rejets aériens de l'année 2010, exprimés en pourcentage des limites de rejets aériens (LOD) sur une base mensuelle. En plus d'être toutes en-deçà de l'objectif d'exploitation de la centrale Gentilly-2, objectif se chiffrant à 1 % de la limite opérationnelle dérivée spécifique à chacun des radioéléments, les valeurs mensuelles de rejets radiologiques aériens de 2010 ont de surcroît toutes été en deçà de 0,1 % des mêmes LOD.

En 2010, la seconde moitié du mois d'août a été marquée par de très faibles valeurs quotidiennes d'activité d'iode-131 à la cheminée principale de la centrale. La période de sept jours consécutifs qui regroupe les valeurs d'activité en iode-131 les plus élevées montre une atteinte de la LOD à raison de 0,002 % seulement, ce qui est négligeable. À première vue, ces quelques émissions d'iode-131 semblent correspondre au sortir de l'arrêt planifié prolongé, moment où plusieurs systèmes ont été remis en pression. Bien que durant cette période, une hausse locale d'activité gamma soit survenue suite à une manœuvre routinière de déchargement de grappes de combustible irradié, il est difficile d'affirmer que cette manœuvre d'exploitation soit la source de la présence du gaz de fission.

À l'analyse de la distribution de données de la figure 2, il importe de faire une mise en garde relative à son échelle logarithmique, échelle qui permet bien entendu de présenter des données d'une ampleur très variable mais qui peut également laisser entrevoir des concentrations démesurées pour un œil moins averti. Il est donc de mise de considérer les valeurs absolues liées à ces concentrations mesurées. Les concentrations mensuelles des deux radioéléments les plus présents dans les rejets atmosphériques de la centrale Gentilly-2 ont été relativement stables tout au long de l'année 2010. Quant aux gaz rares et aux aérosols, leur faible présence se trouve dans des valeurs attendues.

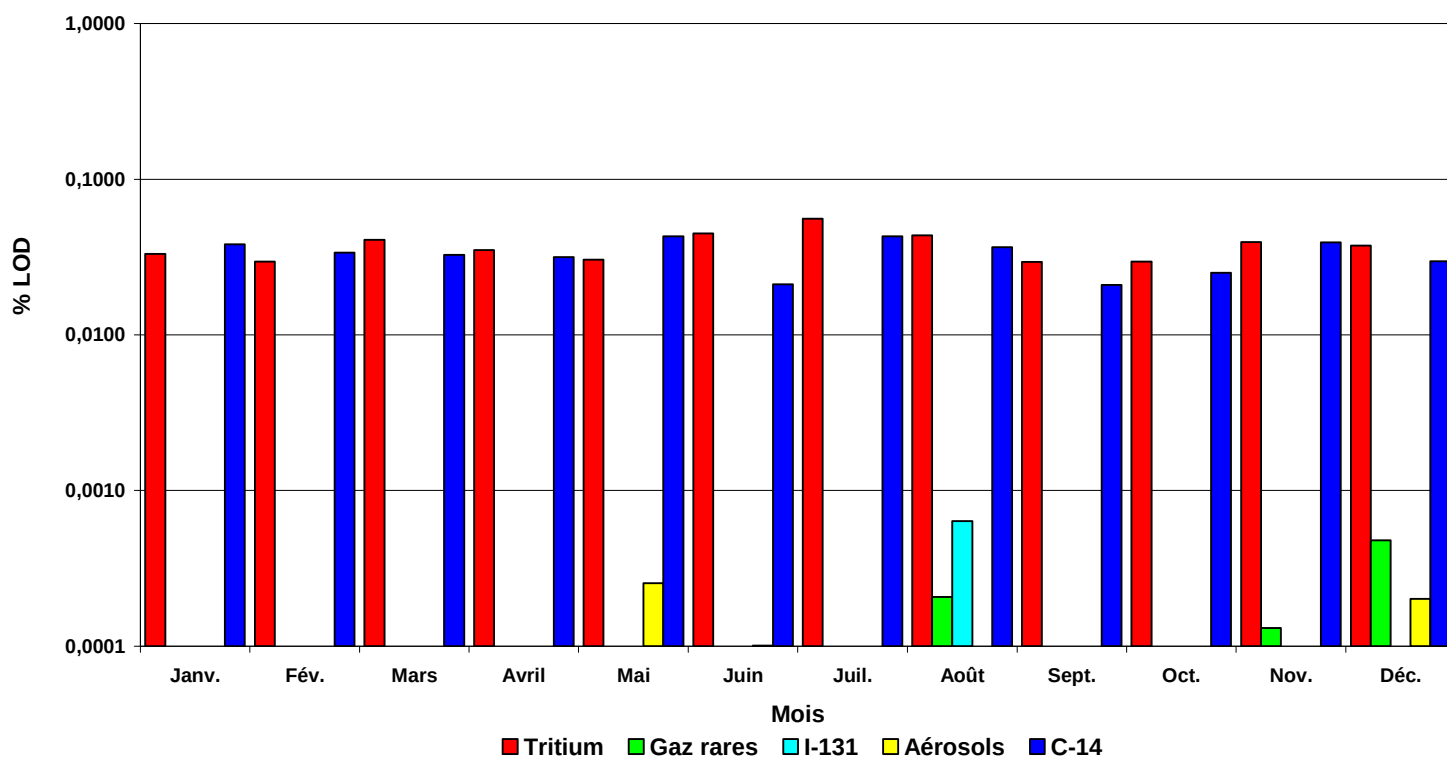


Figure 2: Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2010 exprimés en % LOD

En comparant les valeurs annuelles de rejets aériens des 20 dernières années, la figure 3 permet de constater l'évolution générale des rejets atmosphériques. Comparativement à l'année précédente, l'activité totale relative aux deux principaux radioéléments, le tritium et le carbone-14, est en faible baisse. Ces baisses sont respectivement de 13,7 % et 2,6 %. Toute proportion gardée, seule l'activité des aérosols marque une hausse en 2010. Cependant, son ratio LOD demeure inférieur à 0,0001% LOD, expliquant qu'elle ne soit pas visible à la figure 3. Sur une base annuelle, la figure 3 témoigne également du respect d'une valeur de 0,1 % des LOD pour tous les principaux radioéléments mesurés aux différents points d'émissions atmosphériques de la centrale nucléaire Gentilly-2.

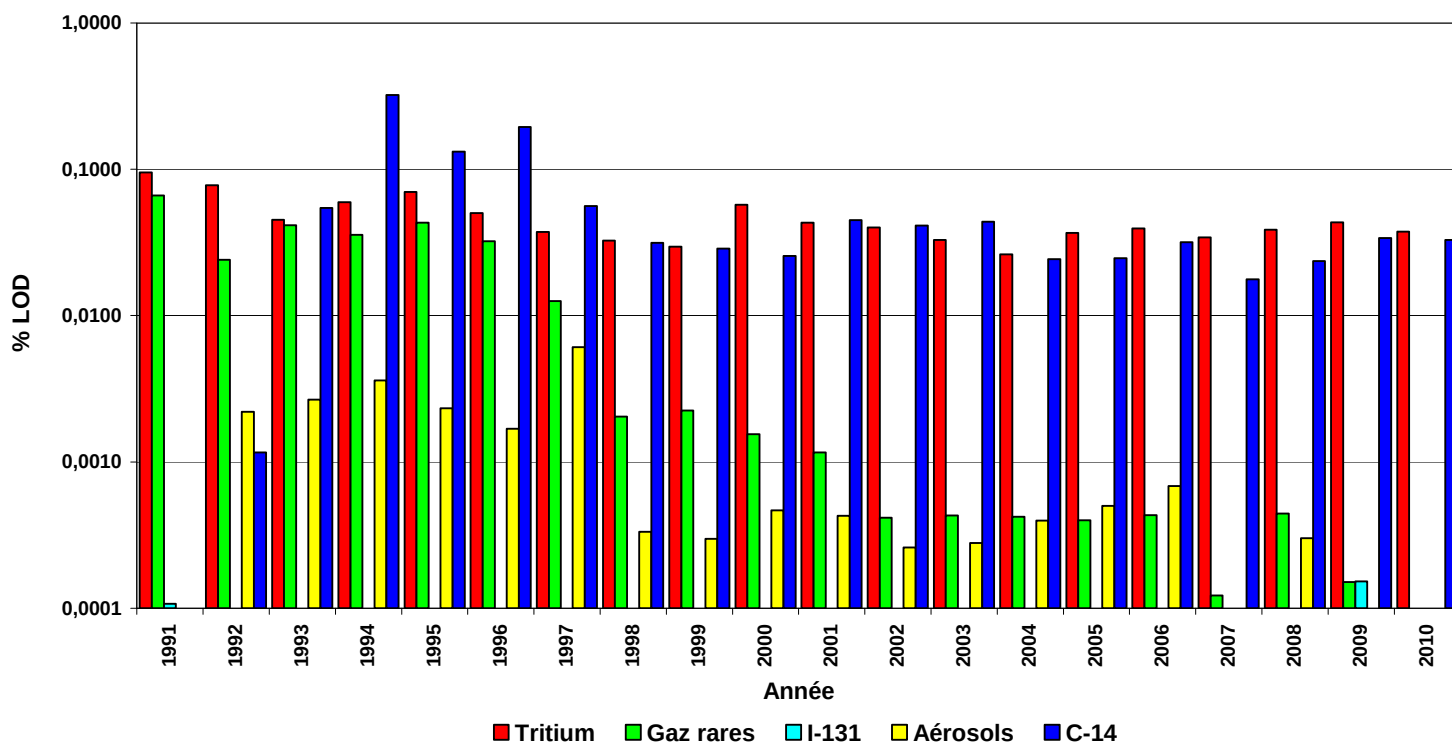


Figure 3: Rejets aériens annuels pour la période 1991-2010 exprimés en % LOD

2.1.2. Paramètres physico-chimiques

Les principales sources d'émissions atmosphériques de contaminants physico-chimiques ne sont pas liées à la cheminée principale ni à celles des autres bâtiments annexes. Ces sources sont plutôt ponctuelles et spécifiques à certaines activités. Les principaux contaminants physico-chimiques sont les halocarbures, dont les émissions sont de nature accidentelle, et les produits de combustion.

2.1.2.1. Halocarbures

À Gentilly-2, on utilise les halocarbures pour la réfrigération, la climatisation et la protection incendie. Les principales familles chimiques d'halocarbures utilisées sont les halons (protection incendie), les CFC, les HCFC et les HFC (climatisation, réfrigération). Pour chaque intervention sur les systèmes, un registre est tenu afin de comptabiliser les pertes et recharges. La comptabilisation des émissions d'halocarbures dans l'environnement se fait en considérant les quantités de gaz réfrigérants ajoutées dans ces équipements. En 2010, environ 120 kg de gaz R-22 ont été perdus à l'atmosphère, dont 89,5 kg proviennent d'événements accidentels où la quantité de gaz perdue est supérieure à 10 kg (Règlement fédéral sur les halocarbures). La section 3 du rapport présente un bilan des quantités de contaminants perdus lors de déversements accidentels ayant atteint l'environnement.

2.1.2.2. Autres contaminants atmosphériques

Les émissions atmosphériques sont calculées en considérant la consommation de carburants fossiles (propane, diesel, huile légère). Ces carburants sont utilisés par les véhicules, par la chaudière temporaire utilisée lors de l'arrêt annuel de même que par les quatre génératrices d'urgence qui fonctionnent environ 80 heures par année. Le tableau suivant présente les quantités de produits pétroliers consommés pour les trois dernières années.

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

Types de produits pétroliers ¹	Quantités consommées par année (litres)		
	2008	2009	2010
Gaz de pétrole liquéfié (propane) <i>Utilisé par les chariots élévateurs</i>	3 895	3 865	3 665
Diésel clair <i>Utilisé par les véhicules lourds</i>	11 871	7 682	9 661
Diésel rouge <i>Utilisé par les génératrices d'urgence</i>	311 719	215 463	261 145
Huile légère #2 <i>Chaudière temporaire (arrêt)</i>	ND	196 229	134 912

¹ Depuis le 1^{er} janvier 2010, la DPN n'est plus responsable des achats d'essence légère. Cette responsabilité a été centralisée à Hydro-Québec Équipements et services partagés. Il n'y a donc plus d'entreposage d'essence sur le site de la centrale Gentilly-2.

Pour obtenir les quantités de contaminants émis à l'atmosphère, la consommation de combustible est multipliée par un facteur d'émission, tiré du *Guide de l'utilisateur du calculateur d'émissions liées au transport urbain* de Transports Canada (2008). Le tableau 3 présente les émissions des produits de combustion pour les années 2008, 2009 et 2010. En 2010, ont été ajoutées les émissions de certains contaminants de même que les émissions associées à la consommation de propane. De plus, les émissions des véhicules de la Direction principale Sécurité industrielle ne sont pas intégrées puisqu'elles ne sont pas directement liées à l'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2. Elles sont cependant comptabilisées à la reddition de comptes d'Hydro-Québec, pour toutes ses directions.

Tableau 3 Émissions (kg) totale de produits de combustion de la centrale Gentilly-2.

Contaminants	TOTAL émission (kg)		
	2008	2009	2010
NO _x	17 719	12 380	23 891
CO	16 422	11 015	5 837
SO _x	11	8	29
Particules totales	548	403	1 123
CO ₂	1 069 873	732 871	1 111 093
COV	1 194	791	1 169
CH ₄	--	--	14
N ₂ O	--	--	13

2.2. EFFLUENTS LIQUIDES

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

2.2.1. Paramètres radiologiques

Les radionucléides les plus susceptibles d'être relâchés dans les effluents liquides, lors de l'exploitation en conditions normales de la centrale Gentilly-2, sont présentés au tableau 4 de même que les LOD liquides leur étant associées. Elles sont calculées de façon similaire aux LOD aériennes.

Tableau 4 Principales limites de rejets radiologiques liquides à Gentilly-2.

CLASSIFICATION	LIMITES DE REJETS LIQUIDES (Bq.mois ⁻¹)
β -total (⁹⁰ Sr)	$7,2 \times 10^{12}$
³ H	$1,0 \times 10^{17}$
¹⁴ C	$8,6 \times 10^{12}$
⁶⁰ Co	$2,1 \times 10^{12}$
⁹⁵ Zr	$3,5 \times 10^{13}$
⁹⁵ Nb	$8,6 \times 10^{13}$
¹²⁴ Sb	$7,7 \times 10^{13}$
¹²⁴ Sb	$2,2 \times 10^{14}$
¹³¹ I	$1,5 \times 10^{13}$
¹³⁴ Cs	$4,4 \times 10^{11}$
¹³⁷ Cs	$6,2 \times 10^{11}$

Les valeurs mensuelles de la figure 4 sont associées aux principaux radioéléments en présence dans les rejets liquides de la centrale Gentilly-2 pour l'année 2010, valeurs aussi exprimées en pourcentage de LOD. Tout comme pour les rejets aériens, il s'est avéré que les rejets liquides sont tous demeurés, et ce tout au long de l'année, en deçà d'une valeur correspondant à 0,1 % des LOD mensuelles, respectant du coup l'objectif d'exploitation de la centrale fixé à 1 % des LOD. À la revue des données, aucune variation inattendue n'est constatée pour les principaux radioéléments. Aucune corrélation franche ne peut non plus être perçue entre les valeurs mensuelles de rejets et la principale période d'arrêt, période s'étant étalée du 10 avril au 3 août 2010. À l'exemple du mois de mars, la variation de données constatée pour le carbone-14 peut être liée à l'acheminement des résines échangeuses d'ions aux réservoirs de stockage de résines usées notamment utilisées pour la purification de l'eau lourde de la centrale. À ces occasions, un surplus d'eau des réservoirs peut être conduit à l'effluent.

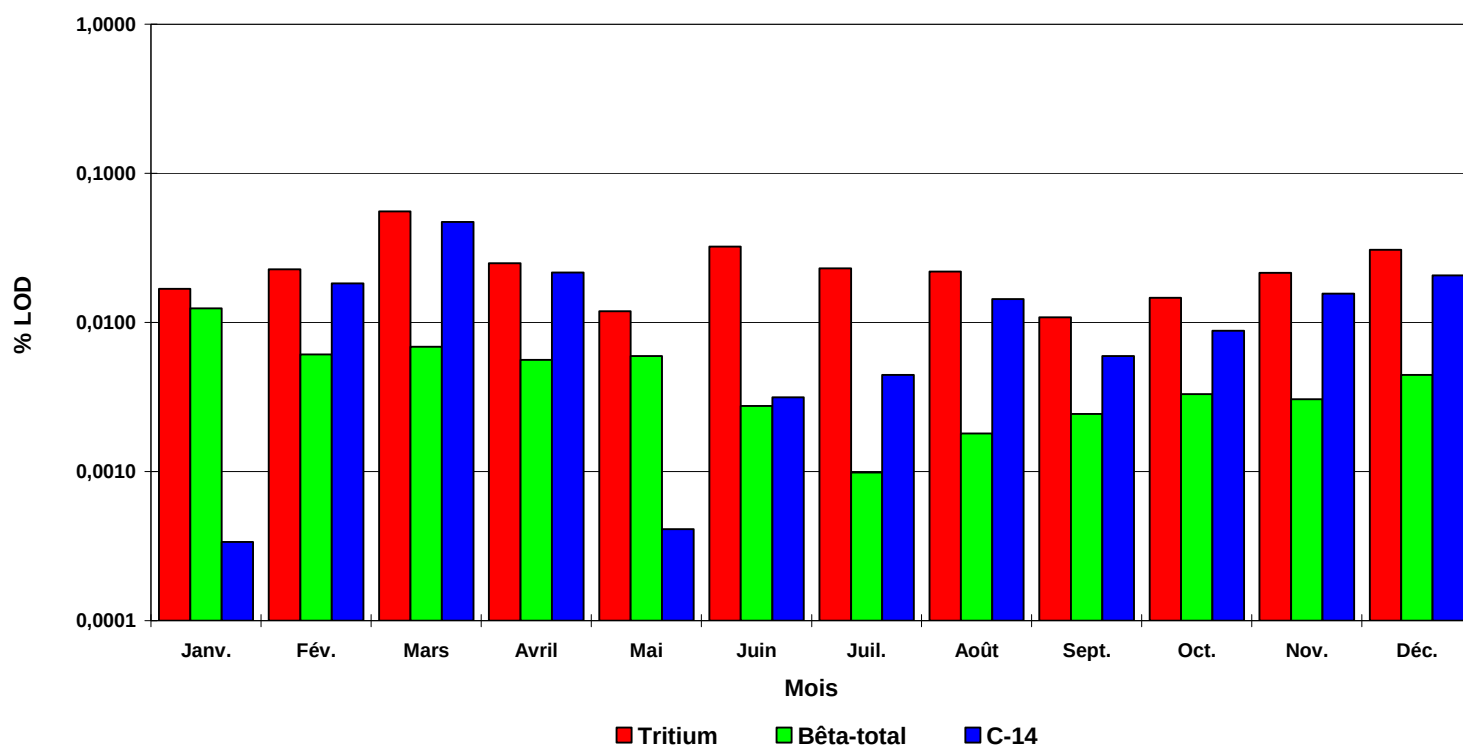


Figure 4: Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2010 exprimés en % LOD

La revue des données d'activité radiologique dans les rejets liquides récapitulant les 20 dernières années d'exploitation de la centrale, à la figure 5, témoigne également d'une légère baisse pour les deux principaux radioéléments que sont le tritium et le carbone-14. Ces deux baisses sont d'ailleurs de la même ampleur que celles évoquées pour les rejets annuels atmosphériques à la figure 3.

D'autre part, une légère hausse d'activité Bêta-total est constatée. Bien qu'une seule valeur mensuelle de l'année 2010 ait été supérieure à 0,01 % LOD, la hausse annuelle de ce paramètre dit intégrateur suggère tout de même une présence accrue de radioéléments, autres que le carbone-14 et le tritium, dans les effluents liquides de la centrale. Depuis maintenant plus de 15 ans, l'ensemble des rejets liquides de la centrale Gentilly-2 montrent des activités inférieures, pour tous les radioéléments suivis, à une valeur de 0,1 % LOD, respectant du coup l'objectif d'exploitation de la centrale fixé à 1% LOD.

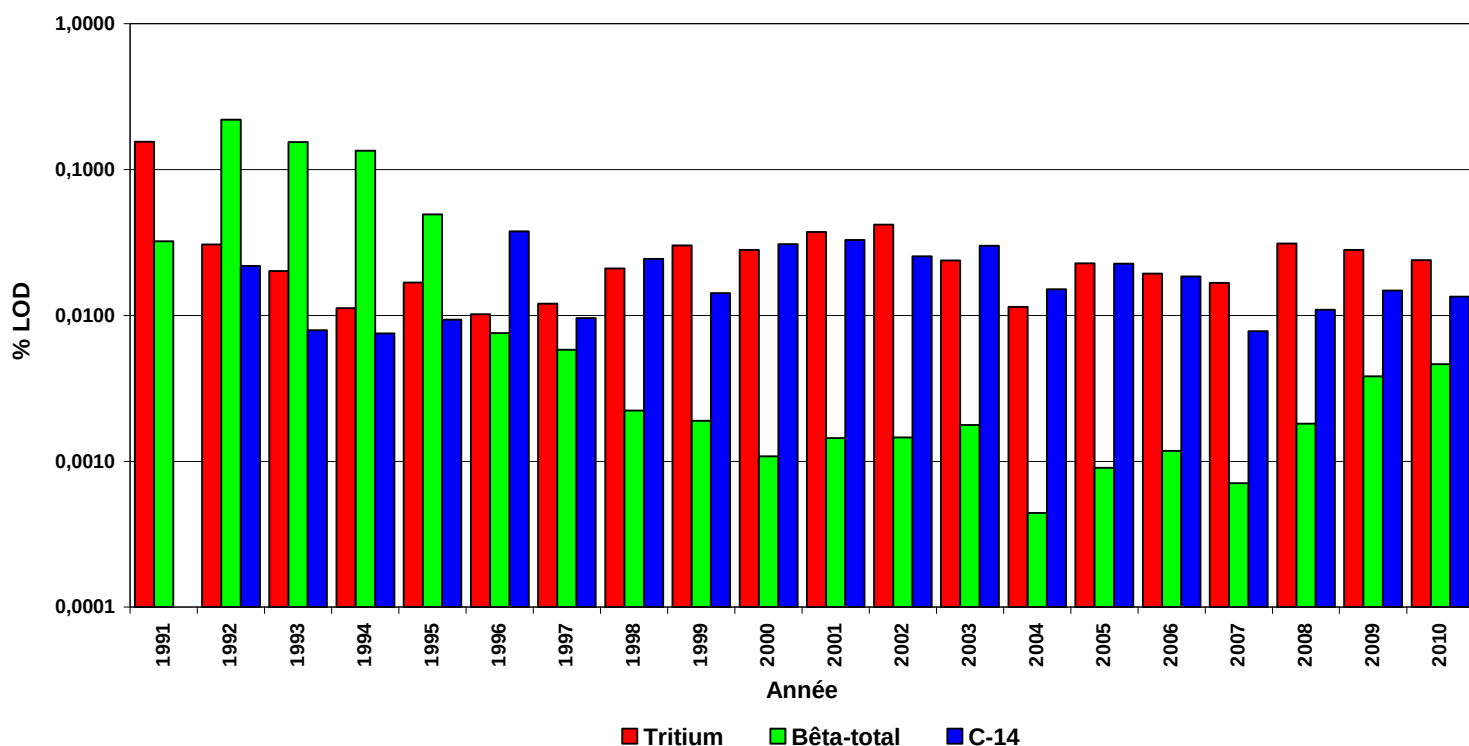


Figure 5: Rejets liquides annuels pour la période 1991-2010 exprimés en % LOD

2.2.1.1. Réservoirs de stockage des eaux radioactives

La série de réservoirs (5) de récupération des eaux radioactives reçoivent les eaux potentiellement radioactives provenant de différents systèmes de la centrale. L'eau de ces réservoirs est analysée avant rejet (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 (LOD). Le débit moyen associé à cet effluent est quant à lui estimé à $64 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$.

2.2.1.2. Drainage pluvial

Les eaux de certains puits du site de la centrale Gentilly-2, de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) lorsque certaines concentrations sont supérieures aux critères établis, ainsi que les eaux usées industrielles sont acheminées à l'unité de traitement des eaux industrielles par le biais d'un réservoir mobile. Les eaux de l'unité mobile de traitement des eaux industrielles sont analysées avant leur vidange dans les réservoirs de récupération des eaux radioactives.

Le tableau 5 présente la qualité radiologique des échantillons d'eau de surface prélevés dans les puisards pluviaux au cours de l'année 2010.

Tableau 5. Activité de différents contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, centrale Gentilly-2, 2010

PUISARD	DATE	TRITIUM (Bq.L ⁻¹)	β-TOTAL (Bq.L ⁻¹)	¹⁴ C (Bq.L ⁻¹)
MCH-1	2010-03-10	757 ± 8	< 0,02	< 0,5
	2010-03-24	7 962 ± 79	0,03 ± 0,02	< 0,5
MCH-2	2010-03-10	679 ± 8	0,05 ± 0,02	< 0,5
	2010-03-24	290 ± 6	0,03 ± 0,02	< 0,5
MCH-3	2010-03-10	40 ± 3	0,04 ± 0,02	< 0,5
	2010-03-24	1 826 ± 19	0,05 ± 0,02	< 0,5

En 2010, les concentrations d'activités bêta-total et de carbone-14 provenant de tous les échantillons prélevés aux puisards pluviaux sont considérées normales compte tenu de la proximité des surfaces drainées en rapport avec le principal point de rejet aérien qu'est la cheminée du bâtiment réacteur. En ce qui concerne cependant les concentrations de tritium, une valeur élevée fut relevée au puisard MCH-1 en toute fin du mois de mars 2010, valeur excédant même la limite maximale permise pour l'eau potable, soit 7 000 Bq.L⁻¹ (MDDEP, 2007).

Bien que plus élevée que les valeurs de concentration de tritium historiquement associées à ce puits de drainage pluvial, cette valeur correspond néanmoins à une période active de fonte de neige. Or, ce puisard en particulier (MCH-1) draine par ailleurs des superficies ceinturant la cheminée principale sur une importante distance. Les concentrations de tritium contenues dans les neiges accumulées au pied de la cheminée du bâtiment réacteur pourraient expliquer, du moins en partie, cette valeur mesurée en fin du mois de mars 2010. Bien que d'ampleur plus faible, on retrouve également ce schème au puisard pluvial MCH-3, qui draine une importante partie du stationnement ainsi que de l'IGDRS.

2.2.2. Paramètres physico-chimiques

Cette section présente un bilan des résultats de la surveillance physico-chimique des effluents. Les différents paramètres et critères de surveillance entendus avec le MDDEP sont documentés dans le Programme de surveillance environnementale de la centrale de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2009).

2.2.2.1. Réservoir de stockage des eaux radioactives

Le tableau 6 présente les résultats des analyses physico-chimiques réalisées dans les 5 réservoirs de stockage des eaux radioactives.

Tableau 6 Résultats des analyses physico-chimiques du réservoir de stockage des eaux radioactives, centrale Gentilly-2, 2010.

PARAMÈTRES	NORMES	Résultats		
		moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
C ₁₀ C ₅₀	5 mg.L ⁻¹	0,34 mg.L ⁻¹	2,5 mg.L ⁻¹	< 0,1 mg.L ⁻¹
Morpholine	48 mg.L ⁻¹	< 20 mg.L ⁻¹	<20 mg.L ⁻¹	< 20 mg.L ⁻¹
Hydrazine	0,04 mg.L ⁻¹	0,0021 mg.L ⁻¹	0,042 mg.L ⁻¹	< 0,0001 mg.L ⁻¹
pH	5,5 à 9,5	7,7	9,5	6,3

Les résultats pour les analyses des C₁₀C₅₀ sont tous inférieures à la norme. Il en est de même pour la morpholine qui se situe bien en deçà de la limite de 48 mg.L⁻¹. Pour l'hydrazine, un seul dépassement de 0,002 mg.L⁻¹ a été mesuré en août 2010 dans le réservoir #1. Cependant, la teneur en hydrazine est neutralisée avec de l'hypochlorite de sodium avant le rejet. En ce qui concerne le pH, 657 mesures ont été effectuées au cours de l'année dans les 5 réservoirs. Un pH maximum de 9,5 a été mesuré dans le réservoir #2 en août 2010, la moyenne étant de 7,7.

2.2.2.2. Eau de circulation (EDC)

L'eau de circulation (EDC) sert à refroidir les condenseurs de la turbine de la centrale. Elle a un débit d'environ 2 125 000 m³.jour⁻¹ et constitue le principal volume d'eau rejeté au canal de rejet. Les principaux paramètres suivis à l'effluent de l'EDC sont le pH, l'hydrazine, la morpholine, les toxicités aiguë et chronique ainsi que la différence de température entre l'effluent et l'affluent ($\Delta T^{\circ}\text{C}$). Notons que le système de chloration a été inopérant pendant toute l'année. Des inspections seront effectuées en 2011 afin d'évaluer l'impact de l'absence de chlore sur l'encrassement de la tuyauterie des systèmes. S'il y a lieu, l'absence de chloration sera maintenue en 2011.

Les résultats pour l'année 2010 sont présentés au tableau suivant.

Tableau 7 Résultats des analyses physico-chimiques de l'EDC, centrale Gentilly-2, 2010.

PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	Résultats		
			moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
pH	5,5 à 9,5	----	7,4	8,1	6,7
Hydrazine ²	---	---	0,002 mg.L ⁻¹	0,007 mg.L ⁻¹	0,002 mg.L ⁻¹
Morpholine ³	---	---	<20 mg.L ⁻¹	<20 mg.L ⁻¹	<20 mg.L ⁻¹
Toxicité aiguë	< 1 UTa	----	<1UTa	---	---
Toxicité chronique	< 2,3 UTc	---	<2,3UTc	---	---
T°C	---	---	19,0 °C	36,2 °C	6,1 °C
Δ T°C	----	14,1°C en exploitation	10,8 °C	14,9 °C	---

Les mesures de pH donnent des résultats variant entre 6,7 et 8,1, ce qui respecte la plage imposée qui varie de 5,5 à 9,5. Tous les résultats de concentration d'hydrazine sont demeurés sous la valeur de 0,04 mg.L⁻¹, tandis que les mesures de morpholine se situent toutes sous le seuil de détection. En ce qui concerne les résultats des tests de toxicité aiguë et chronique, les normes sont également respectées.

Hydro-Québec observe également les variations de température entre l'affluent et l'EDC. La température de l'eau du canal d'amenée (affluent) est mesurée de façon continue à l'entrée du pulsateur tandis que celle de l'EDC est mesurée dans la conduite d'évacuation qui se jette dans le canal de rejet.

La figure 6 montre l'ensemble des différences de température entre l'affluent et les effluents (EDC et EBR) pour l'année 2010. Les données manquantes s'expliquent par la fermeture temporaire de vannes d'admission d'eau à l'analyseur pour entretien ou encore à cause de bris sur ces systèmes, tel que survenu à l'automne 2010.

Le delta T s'est maintenu en 2010 en moyenne à 7,9°C avec un maximum de 14,9°C mesuré le 29 mars 2010 en après midi, causé par l'arrêt d'une pompe EDC. Lors de telles manœuvres, il y a augmentation de la température de l'effluent au canal de rejet d'environ 6 degrés Celsius.

Les travaux de calibration et de nettoyage des sondes de température et de pH des systèmes présents aux canalisations de l'EDC ont été réalisés mensuellement selon la cédule convenue dans le programme de surveillance environnementale.

² LD : 0, 0005 mg.L⁻¹ de la méthode d'analyse la moins sensible.

³ LDP : 20 ppm

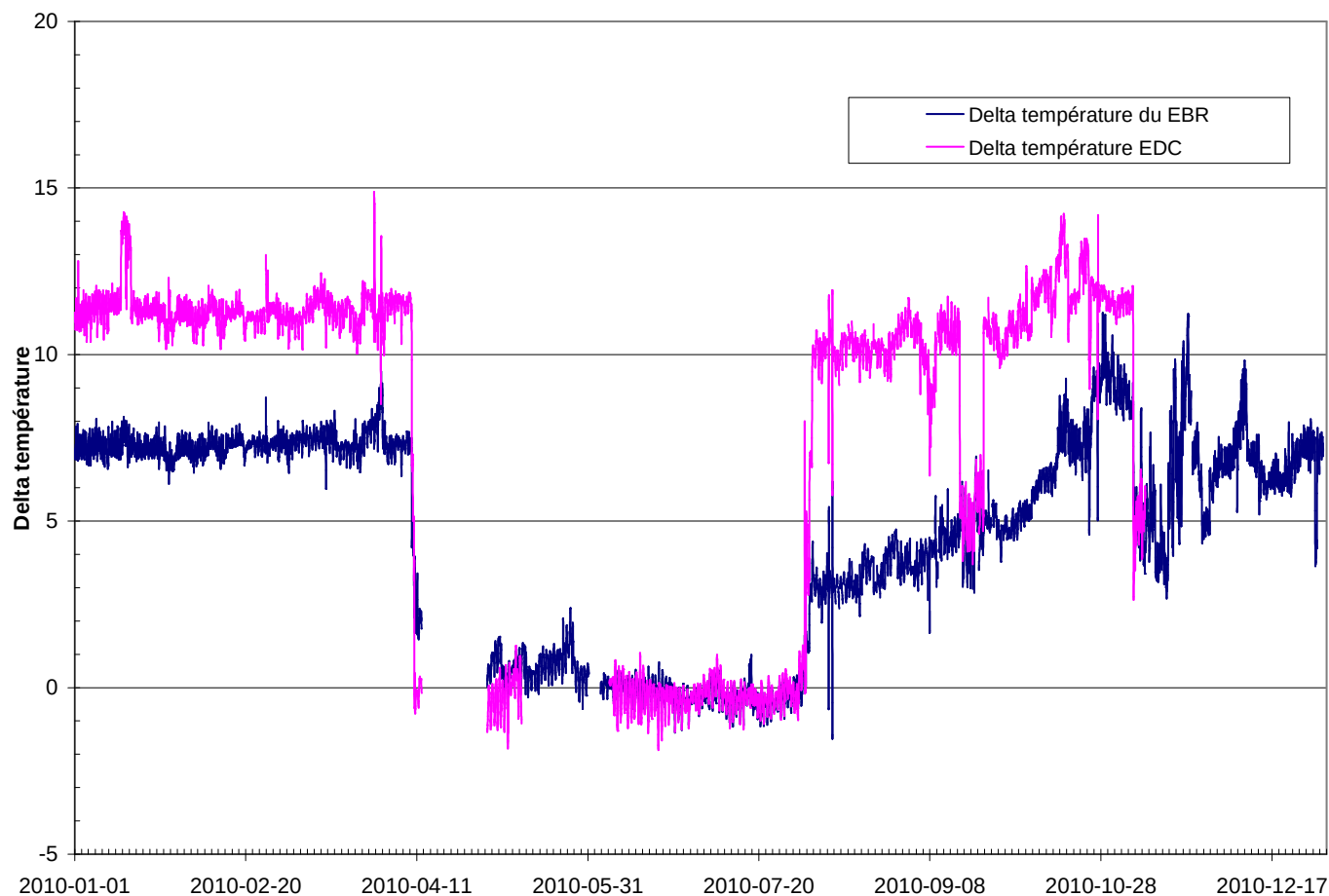


Figure 6: Différences de température entre l'affluent et les effluents (EBR et EDC) de la centrale Gentilly-2, 2010.

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, la fosse de déminéralisation, la fosse de prétraitement, le retour des condensats des tours de reconcentration d'eau lourde et le rejet des réservoirs de stockage des eaux radioactives. Les prochaines sous-sections décrivent les principaux tributaires de l'EDC où s'effectuent des analyses.

2.2.2.2.1. Purge et vidange du système de générateurs de vapeur

La purge commune des quatre générateurs de vapeur s'effectue en continu à un débit total de $475 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$. La purge des GV est utilisée afin de réduire les impuretés et les matières solides et ainsi, protéger leur intégrité. Les paramètres suivis à la purge des GV sont les concentrations d'hydrazine et de morpholine. Dès que la centrale est en arrêt, les purges des GV cessent jusqu'au moment où le réacteur reprend sa puissance. En 2010, la principale période d'arrêt s'est échelonnée du 10 avril au 8 août.

Le tableau 8 présente les résultats d'analyses de la purge des GV. La concentration moyenne annuelle d'hydrazine mesurée dans la purge des GV est de $0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Il n'y a eu aucun dépassement de norme ($0,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) au cours de l'année. En ce qui concerne la morpholine, les résultats indiquent que la concentration moyenne a été de $20,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectant ainsi la norme de rejet en vigueur ($48 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). La concentration maximale mesurée a été de $36,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Tableau 8 Concentrations de morpholine et d'hydrazine mesurées à la purge des GV, centrale Gentilly-2, 2010.

PARAMÈTRES	NORMES	Résultats		
		moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
Hydrazine	$0,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$0,02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$0,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Morpholine	$48 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$20,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$36,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$6,7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

2.2.2.2.2. Fosse de prétraitement et fosse de déminéralisation

Le traitement effectué à l'usine de traitement d'eau comprend trois phases : la clarification, la filtration et la déminéralisation. La clarification élimine d'abord les particules en suspension à l'aide d'un flocculant et d'un coagulant. L'eau est ensuite filtrée sur filtres de sable. Les boues produites lors de la décantation représentent environ 75 kg de matières sèches par jour. Les rejets provenant du lavage des filtres de sable sont ensuite collectés dans la fosse de prétraitement. L'eau est déminéralisée à l'aide d'un système échangeur d'ions; les solutions d'hydroxyde de sodium et d'acide sulfurique ainsi que les eaux de lavage et de rinçage provenant de la régénération des résines échangeuses d'ions sont dirigées dans la fosse de déminéralisation. Le pH y est vérifié et ajusté, au besoin, avant rejet à la conduite de l'EDC à un débit d'environ $215 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$.

Le contenu des fosses de déminéralisation et de prétraitement est pompé et les fosses nettoyées à une fréquence approximative de cinq ans. En 2010, Hydro-Québec avait planifié un nettoyage mais compte tenu de l'état des fosses ne nécessitant pas de vidange immédiate, cette étape a été reportée.

Tableau 9 Résultats d'analyses pour les fosses de déminéralisation, de prétraitement et du trop-plein du décanteur, centrale Gentilly-2, 2010.

ORIGINE DE L'EFFLUENT	PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	RÉSULTATS		
				moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
Fosses de déminéralisation	Aluminium extractible	----	3,8 mg.L ⁻¹	7,03 mg.L ⁻¹	17 mg.L ⁻¹	1,5 mg.L ⁻¹
	pH	5,5 à 9,5	----	7,62	8,41	7,06
Fosse de prétraitement	Aluminium extractible	----	3,8 mg.L ⁻¹	11,82 mg.L ⁻¹	42 mg.L ⁻¹	0,94 mg.L ⁻¹
	pH	5,5 à 9,5	----	7,41	7,94	6,85
Trop-plein du décanteur	MES	30 mg.L ⁻¹	----	<3 mg.L ⁻¹	<3 mg.L ⁻¹	<3 mg.L ⁻¹

Au cours de l'année 2010, aucun dépassement de norme relative au pH n'est survenu aux fosses de prétraitement et de déminéralisation. Cependant, la cible de concentration d'aluminium extractible total n'a pu être respectée que dans 30 % des mesures. L'ampleur des dépassements a été variable. La concentration maximale mesurée en 2010 a été de 42 mg.L⁻¹, dans la fosse de prétraitement. La construction d'une nouvelle usine de traitement d'eau permettra d'améliorer cette situation dès 2012.

2.2.2.3. Eau brute de refroidissement (EBR)

L'eau brute de refroidissement (EBR) sert au refroidissement de l'eau de service recirculée (ESR), une boucle en circuit fermé qui sert au refroidissement des équipements dans le bâtiment réacteur, le bâtiment turbine et le bâtiment services. L'EBR a un débit d'environ 656 000 m³.jour⁻¹ en été et 328 000 m³.jour⁻¹ en hiver. Tel que mentionné précédemment, le système de chloration a été maintenu inopérant en 2010. Les résultats des paramètres suivis à l'EBR figurent au tableau 10.

Tableau 10 Résultats d'analyses de l'eau brute de refroidissement, centrale Gentilly-2, 2010.

PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	RÉSULTATS		
	valeurs maximales	valeurs maximales	moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
pH	5,5 à 9,5	----	7,37	8,13	6,77
Toxicité aigüe	< 1 UTa	----	< 1 UTa	< 1 UTa	< 1 UTa
Toxicité chronique	< 2,3 UTC	----	< 2,3 UTC	< 2,3 UTC	< 2,3 UTC
T°C	---	---	15,2 °C	30,5 °C	5,1 °C
Δ T°C	----	8,0°C en exploitation	4,6 °C	12,1 °C	NA

Les valeurs montrent que le pH a varié de 6.77 à 8.13. Les résultats de toxicité aigüe et chronique sont inférieurs aux normes. La différence de température entre l'affluent et l'effluent (delta T) s'est située en moyenne à une température de 4,6°C alors qu'en marche normale, il est de 6 à 8°C.

Le delta T maximum a été de 12,1°C sur une période de quelques heures en novembre dû à une augmentation de température de l'eau de service recirculée (ESR). En fait, l'ESR doit être maintenue à une température d'environ 20°C. En période automnale, la température de l'eau du fleuve baisse, forçant l'exploitant à diminuer le nombre d'échangeurs de chaleur en fonction afin de maintenir la température de l'ESR à 20°C. Ainsi, lorsqu'il y a moins de débit dans l'EBR, cette eau augmente en température accroissant du même coup le delta T. Au 23 novembre 2010, le delta T revenait sous la cible d'exploitation de 8°C.

Les travaux de calibration et de nettoyage des sondes de température et de pH des systèmes présents aux canalisations de l'EBR ont été réalisés mensuellement selon la cédule convenue dans le programme de surveillance environnementale.

2.2.2.4. Eaux sanitaires

Les eaux sanitaires de la centrale Gentilly-2 et de ses dépendances sont traitées dans des étangs aérés d'épuration. Le débit de cet effluent est d'environ 100 m³.jour⁻¹ en exploitation normale de la centrale. Les eaux usées sanitaires traitées sont consultées dans le canal de rejet en continu. La qualité de ces eaux est vérifiée mensuellement. Les résultats des principales analyses effectuées pour ces effluents sont présentés au tableau suivant.

Tableau 11 Résultats d'analyses de l'effluent des eaux usées sanitaires, centrale Gentilly-2, 2010.

PARAMÈTRES	NORMES	CIBLES	Résultats		
			moyenne	valeurs maximales	valeurs minimales
DBO ₅	<30 mg.L ⁻¹	---	7,41	16,0	5,0
Coliformes fécaux	< 20 000 c.f.100 ml ⁻¹	---	2 098	5500	290
Phosphore total	---	---	3,69	15,0	0,4
	mg P.L ⁻¹				
Huile et graisse	Absence de film visible à la surface	---	1,17	2,0	1,0
	mg.L ⁻¹				
Oxygène dissous (O ₂)	---	> 2 mg.L ⁻¹	7,69	13,0	3,2

En 2010, aucun dépassement des normes ou cible n'a été observé. De plus, comme à chaque automne, Hydro-Québec a retiré les lentilles aquatiques dans le but d'éviter un relargage des phosphates fixés dans ces plantes. En 2010, les travaux ont été exécutés les 4 et 5 octobre. La végétation qui s'était développée sur les berges des étangs a également été enlevée mécaniquement au cours de l'automne 2010.

2.2.2.5. Séparateur d'huile

Le système de récupération des huiles se compose d'un bassin de récupération et d'un séparateur d'huile. Les huiles qui peuvent se retrouver dans ce système sont des huiles minérales isolantes provenant des trois transformateurs de puissance situés près de la centrale. L'eau exempte d'huile est par la suite conduite au puisard pluvial MCH-1 qui lui, se déverse dans le canal de rejet (carte 1).

Advenant la présence significative d'huile dans le séparateur, l'eau huileuse du bassin est pompée et acheminée 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.

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 retirer au besoin les dépôts solides. Les résultats des mesures effectuées en 2010 sont présentés au tableau suivant.

Tableau 12 Épaisseur d'huile, de dépôts et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles, Gentilly-2, 2010.

DATE	Système	NIVEAUX MESURÉS (cm)		
		HUILE	DÉPÔTS	EAU
2010-10-06	Bassin de récupération	0,0	5	68,6
	Séparateur d'huile	0,0	17,5	205,8

En 2010, la sonde de détection d'huile du séparateur d'huile n'a pas été nettoyée selon les modalités prévues dans le programme de surveillance environnementale. Mais compte tenu de l'absence de film d'huile aux mesures d'octobre, l'impact de cet écart est considéré mineur.

2.2.2.6. Drainage pluvial

Trois puisards assurent le drainage des eaux pluviales sur le site : MCH-1, MCH-2 et MCH-3 (carte 8). Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques applicables, l'eau des puisards est échantillonnée quatre fois par année, soit deux fois au cours du premier et du troisième trimestre. Le tableau 13 présente une moyenne des quatre échantillonnages de l'année 2010.

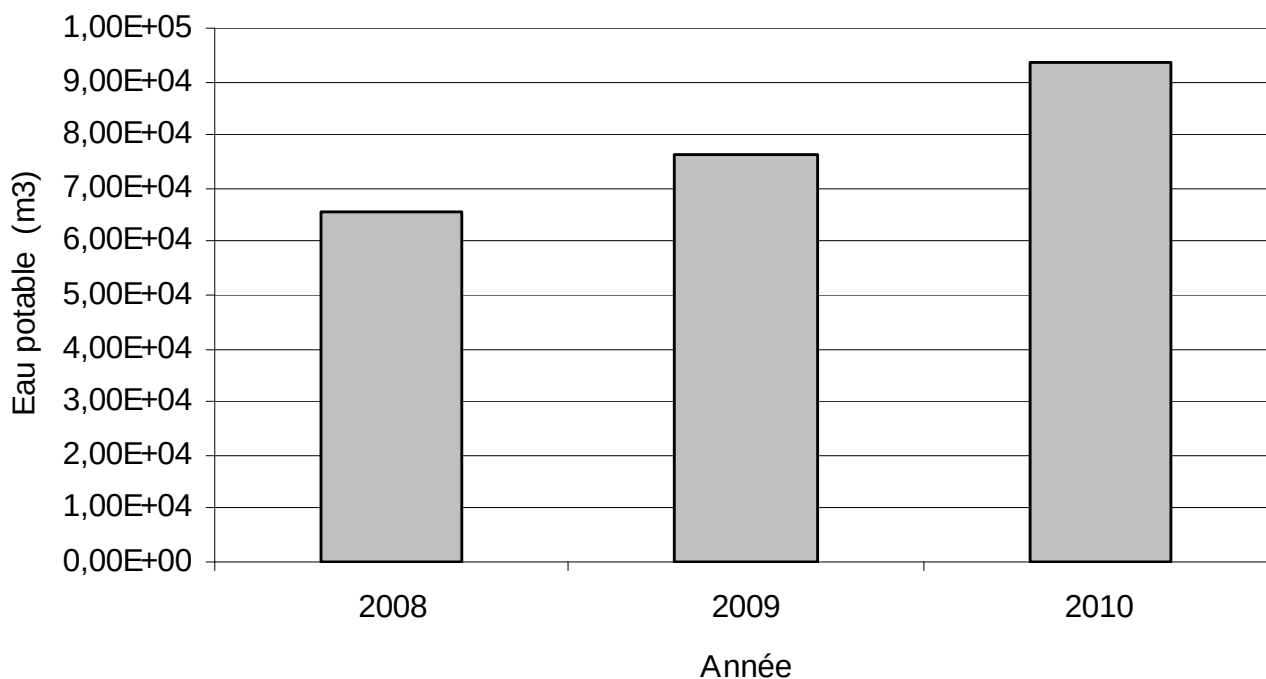
Tableau 13 Concentration de différents contaminants chimiques dans les puisards pluviaux, centrale Gentilly-2, 2010.

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	91,8	0,17	0,06	66,3	0,53	330
MCH-2	33,8	0,01	0,02	1,15	0,18	4
MCH-3	158	0,02	0,04	18,4	< 0,1	56

L'analyse des données des quatre séries d'échantillonnage ne démontre aucun dépassement de norme pour l'année 2010 dans le réseau du drainage pluvial.

2.2.3. Consommation d'eau

La consommation d'eau potable traitée et distribuée par la ville de Bécancour s'élève en 2010 à 93 518 m³. On observe une augmentation de la quantité d'eau potable consommée depuis les trois dernières années. Pour toute l'année 2010, la consommation d'eau industrielle, utilisée principalement à des fins de refroidissement par les systèmes de l'EBA, l'EBR et l'EDC est quant à elle été estimée à 6,82 x 10⁸ m³. Les figures suivantes comparent les volumes d'eau potable et de procédé consommés depuis 2008.

**Figure 7 Consommation d'eau potable, centrale Gentilly-2, 2010.**

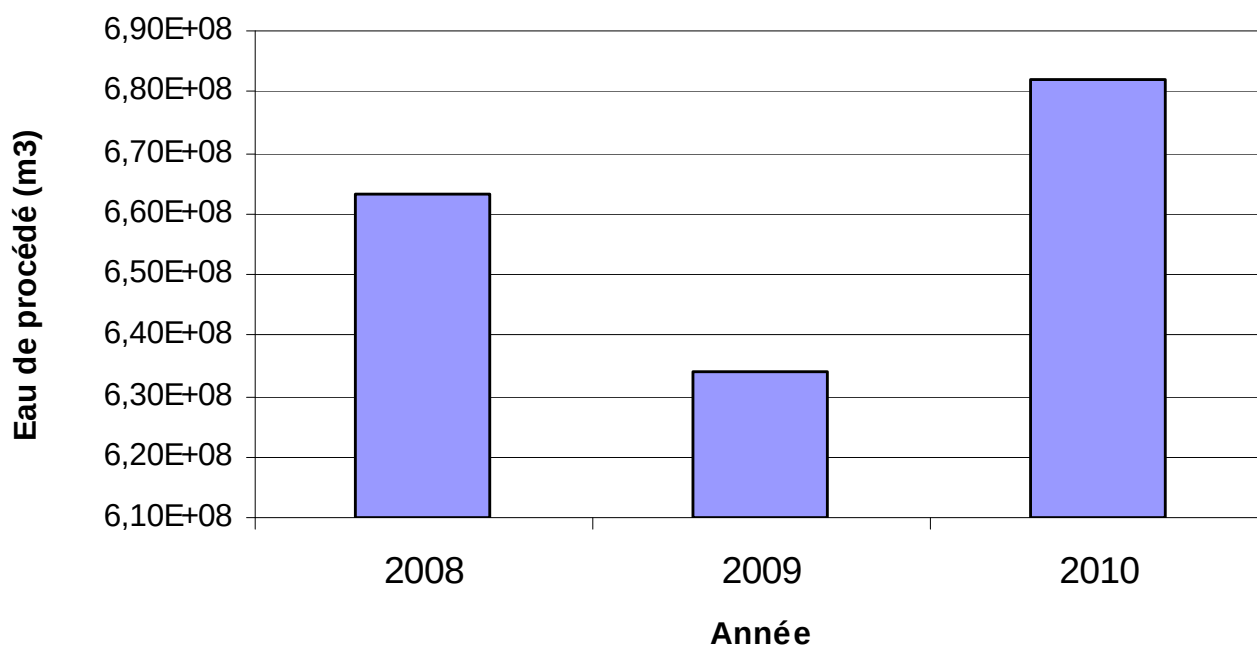


Figure 8 Consommation d'eau de procédé, centrale Gentilly-2, 2010.

À la figure 8, bien qu'une hausse de consommation annuelle d'eau de procédé ait été perçue comme très évidente en 2010, elle ne représente tout de même que 7%. Dans les faits, le coefficient de production brute de l'année 2010 fut moindre que celui de l'année précédente. Mais ce paramètre n'indique pas nécessairement l'état de marche des pompes dédiées au refroidissement, principal consommateur d'eau de procédé. Ce qui pourrait expliquer un volume plus grand en 2010, en dépit d'un coefficient de production légèrement plus faible. Une analyse plus détaillée des sources de consommation d'eau sera cependant réalisée en 2011, si les volumes colligés sont encore en hausse.

3.0 MATIERES DANGEREUSES, RESIDUELLES ET DEVERSEMENTS ACCIDENTELS

Le chapitre 3 présente la consommation des matières dangereuses utilisées dans le cadre de l'exploitation de la centrale Gentilly-2, un bilan des matières dangereuses résiduelles et des matières résiduelles produites au cours de l'année dont également la biomasse captée à la station de pompage ainsi qu'un résumé des déversements accidentels ayant atteint l'environnement.

3.1. MATIÈRES DANGEREUSES UTILISÉES AU TRAVAIL

Les détails de la consommation de produits chimiques de la centrale sont présentés au tableau suivant.

Tableau 14 Consommation de produits chimiques, centrale Gentilly-2, 2010.

Substance	État	Concentration	Consommation	Unité
Acides et bases				
Acide sulfurique	Liquide	96%	205 557	kg
Alun	Liquide	50%	47 859	kg
Morpholine	Liquide	80%	4 100	L
Hydroxyde de sodium	Liquide	50%	167 807	kg
Bicarbonate de sodium	Solide	N/A	1 566	kg
Matières oxydantes				
Chlore	Liquide	100%	0	kg
Matières réductrices				
Hydrazine	Liquide	35%	820	L
Gaz				
Azote	Gazeux	100%	42	m ³
Hélium	Gazeux	100%	1 597	m ³
Hydrogène	Gazeux	100%	5 615	m ³
Dioxyde de carbone	Gazeux	100%	3 763	kg
Produits pétroliers				
Huiles	Liquide	N/A	19 417	L
Autres				
Résines ioniques	Solide	N/A	31,2	m ³

Les quantités de produits chimiques consommées sont tributaires à la fois des activités d'exploitation et des activités de maintenance, réalisées au cours de l'année.

3.2. MATIÈRES DANGEREUSES RÉSIDUELLES

En 2010, 24 392 kg de matières dangereuses résiduelles (MDR) non contaminées radiologiquement ont été produites dans le cadre des activités d'exploitation et de maintenance de la centrale Gentilly-2.

La majorité de ces MDR ont été transférées au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

Tableau 15 Quantité de matières dangereuses résiduelles non contaminées radiologiquement générées, centrale Gentilly-2, 2010.

MDR	Recyclage, récupération, valorisation ou élimination (tonne)
Huiles usées	5,3
Accumulateurs	19,3
Tubes fluorescents, lampes et ballasts	3,6
Solvants et autres liquides inflammables	0,9
Absorbants et matériaux poreux	2,3
Résidus de peinture	0,4
Piles sèches	0,4
Boîte de combustible	2,9
Déchets biomédicaux non anatomiques	0,0037
Total	35,1

3.3. MATIÈRES RÉSIDUELLES

En 2010, plus de 95 tonnes de matières résiduelles (MR) non radioactives ont été récupérées ou recyclées alors que 1 043 tonnes ont été éliminées, soit principalement des matériaux de construction (tableau 16).

Tableau 16 Quantité de matières résiduelles recyclées, récupérées ou éliminées, centrale Gentilly-2, 2010.

MR	Recyclage et récupération (tonne)	Élimination (tonne)
Papier et carton	26,5	--
Métaux	68	--
Cartouche encre	0,64	--
Déchets domestiques (zones 1 et 2)	--	67,6
Algues (débris flottants)	--	37,6
Boue de la station de pompage	--	87
Déchets de construction	--	851
Total	95,14	1 043,2

3.3.1. Biomasse à la prise d'eau

En 2010, 37,6 tonnes de débris flottants, d'algues et de poissons ont été interceptés par les dégrilleurs de la station de pompage des eaux du fleuve Saint-Laurent, une augmentation d'environ 6 tonnes par rapport à l'année 2009. La proportion de poissons dans cette biomasse a été estimée par

Alliance Environnement (2006) à 5%, représentant ainsi pour 2010, 1,9 tonnes de poissons. Ces débris organiques ont été acheminés au centre d'enfouissement opéré par l'entreprise Waste Management Inc. à Saint-Étienne-des-Grès. La figure 9 présente la biomasse captée à la prise d'eau de Gentilly-2 pour les années 2006 à 2010.

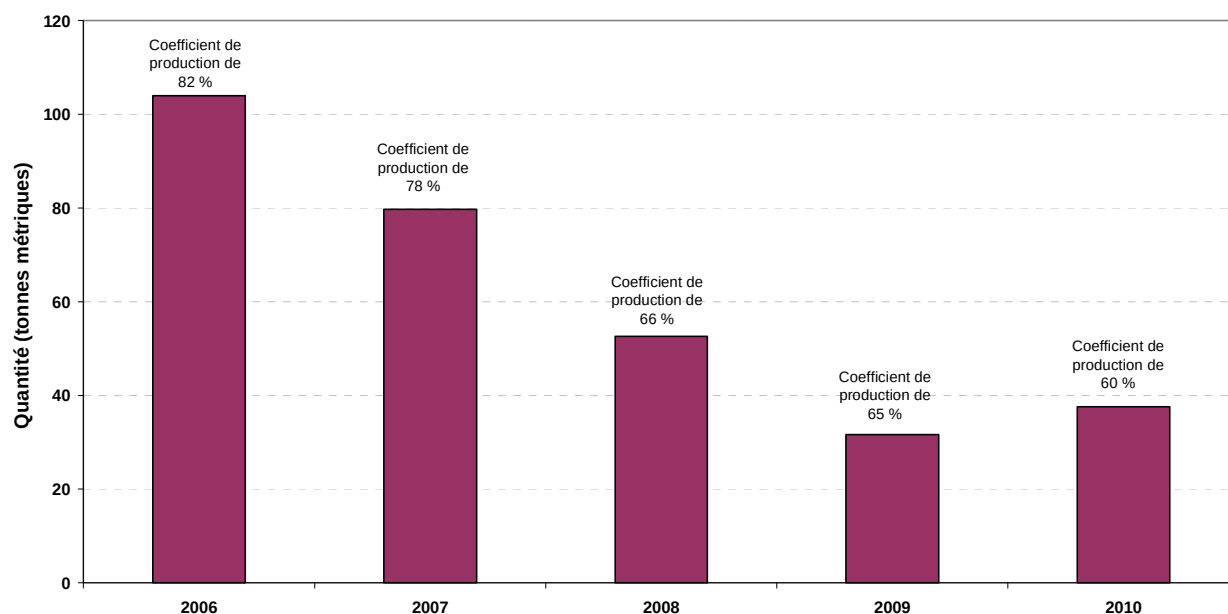


Figure 9 : Biomasse captée aux dégrilleurs de la station de pompage de Gentilly-2 de 2006 à 2010.

Hormis l'année 2010, nous observons au cours des dernières années une tendance à la baisse des quantités de biomasse captée à la station de pompage. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation. Mentionnons notamment la baisse des volumes d'eau pompée causée par la prolongation de certains arrêts planifiés qui, s'ils surviennent en période d'abondance d'algues habituellement longue de quelques semaines, peuvent contribuer à cette diminution substantielle des quantités d'algues tamisées. L'estacade de sécurité installée depuis 2008 pourrait aussi constituer un obstacle supplémentaire au passage d'une certaine quantité de débris végétaux.

Par ailleurs, il y a eu en 2010 une augmentation du volume d'eau consommée de $4,80 \times 10^7 \text{ m}^3$ pour les différents procédés, pouvant expliquer la hausse de biomasse captée à la station de pompage.

3.4. BILAN DES DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS

En 2010, 29 déversements accidentels de contaminants ayant atteint l'environnement sont survenus à Gentilly-2. Dans tous ces cas, les intervenants responsables avisent les ministères concernés conformément au plan de mesures d'urgence. Le tableau suivant présente les quantités de contaminants liquide, solide et gazeux ayant atteint l'environnement du site.

Tableau 17 Quantité de contaminants émis à l'environnement lors de déversements accidentels sur le site de Gentilly-2, 2010.

Contaminants	litres	kg	m³
Antigel	1		
Diésel	30,5		
HCFC (R-22)		89,5	
Eau contaminée (hydrazine et morpholine)			210
Eau de chauffage	750		
Eau sanitaire			202
Graisse	0,25		
Huile	27		
Mousse à base de pétrole		2,4	
Solvant	350		
Total	1158,75	91,9	412

L'année 2010 a été marquée par quatre déversements plus importants impliquant des liquides contaminés par des produits chimiques. D'abord le 3 juin 2010, il y a eu refoulement du réseau sanitaire vers un puisard du système d'eau pluvial. Une inspection du panneau électrique de la station de pompage du système d'eau sanitaire nous indiquait qu'il était hors fonction. Il n'y a donc pas eu de déversement au canal de rejet. La pompe du système pluvial MCH-3 a été arrêtée pendant près d'un mois, et une pompe temporaire a été installée pour pomper l'eau contaminée bactériologiquement du MCH-3 vers la station de pompage de l'eau sanitaire afin d'assurer le traitement adéquat de ces eaux. La pompe temporaire a été utilisée jusqu'à ce les critères du MDDEP soient rencontrés dans le MCH-3. Une fois les critères rencontrés, la pompe du MCH-3 a été réalimentée et la pompe temporaire a été remise. Nous avons donc estimé un volume de 202 m³ d'eau qui a été pompée du réseau pluvial vers le réseau sanitaire.

Suite à une pluie abondante le 15 octobre dernier, un scellant qui venait tout juste d'être posé a été en partie dissous et lessivé dans le système d'eau pluvial du site de l'IGDRS phase II. Il est important de mentionner que durant les événements, le système de drainage d'eau pluvial était isolé, ce qui a permis de confiner le scellant. Des analyses de toxicité ont été réalisées et ont démontré la conformité aux normes de rejets. Il a alors été convenu avec le MDDEP d'évacuer ces eaux vers le système de drainage pluvial du site.

De plus, le 16 novembre 2010, l'excès d'eau du condenseur a été retourné à la bêche alimentaire de réserve par le contrôle normal du niveau du condenseur. La bêche alimentaire a commencé à déborder via sa ligne de trop plein vers le canal de rejet. Le volume d'eau rejetée est estimé à environ 180 m³. Les échantillons prélevés au canal de rejet les 15 et 16 novembre 2010 ont toutefois démontré le respect des critères du MDDEP.

Enfin le 18 novembre 2010, lors de la ronde en salle de commande, le niveau de la bêche de réserve a été constaté bas pendant plusieurs heures (baisse de 15 %). La cause était le non fonctionnement des pompes du réservoir 4323-TK40. Celui-ci débordait et se déversait vers le canal de rejet. Le volume d'eau rejetée a été estimé à 30 m³. Cette eau était potentiellement contaminée par l'hydrazine et la morpholine. Les échantillons prélevés au canal de rejet les 18 et 19 novembre 2010 démontrent que les normes du programme de surveillance environnementale ont été respectées.

4.0 SURVEILLANCE DU MILIEU ENVIRONNANT

Les multiples volets de la surveillance radiologique de l'environnement de la centrale nucléaire Gentilly-2 comptent plusieurs installations et structures localisées aux cartes 1 à 9. Les résultats qui en sont issus sont la plupart du temps comparés à ceux provenant d'échantillons récoltés à 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). Cette station, nommée station de référence, fournit des indications précises se rapportant à différents paramètres qui, contrairement aux autres stations utilisées au programme de surveillance, ne sauraient être affectés par l'exploitation de la centrale.

4.1. SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

4.1.1. *Ambiance gamma*

La figure 10 présente les moyennes trimestrielles d'ambiance gamma à 11 stations de contrôle radiologique sises dans la zone rapprochée pour l'année 2010. Les valeurs annuelles de dose gamma enregistrées aux mêmes installations pour les cinq dernières années sont à la figure 11.

À cette figure 10, les moyennes trimestrielles d'exposition gamma mesurée en 2010 sont comprises dans une plage variant de 0,05 à 0,11 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. Quant à la valeur mensuelle maximale de ces stations, elle fut mesurée à la station SCR-5 au mois de juillet 2010. Cette dernière est aussi impliquée à la valeur trimestrielle maximale citée précédemment. Par ailleurs, les premier et quatrième trimestres marquent les valeurs plus élevées pour la station SCR-8, station dont la grande proximité du bâtiment réacteur semble influencer les mesures de champs de radiation créés selon le mode d'exploitation du réacteur de la centrale. Tel qu'attendu et conformément aux années passées, la valeur annuelle la plus élevée est celle mesurée à la station de contrôle SCR-11, située à même le périmètre clôturé de l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI). Cette station est donc dans les faits, la plus rapprochée des neuf modules de stockage actuellement en exploitation. Ces taux d'exposition gamma à la limite de l'installation indiquent, notamment à la CCSN, le respect des conditions de permis.

En 2010, mise à part la station SCR-8 sous influence des alternances d'arrêts et de marche de la centrale, les variations les plus importantes ont été constatée à SCR-5. Sa valeur maximale du mois de juillet n'a pu être corroborée par la mesure mensuelle complémentaire faite au moyen du débitmètre gamma, en date du 15 juillet 2010. Bien qu'il soit difficile d'avancer une explication certaine, c'est néanmoins une situation bien connue que celle de l'influence d'autres activités industrielles susceptibles de faire varier l'ambiance gamma, activités telles que le transport routier ou fluvial de marchandises à rayonnement ou la gammagraphie industrielle permettant le contrôle de qualité lors de la production de pièces métalliques. La station SCR-5 est localisée en bordure de l'installation portuaire de la ville de Bécancour, mais également au cœur de son parc industriel.

Le taux d'exposition gamma est aussi mesuré mensuellement en quelques 23 autres points, à l'aide d'un débitmètre gamma, à environ un mètre du sol, autres points qui sont indiqués sur la carte 3.

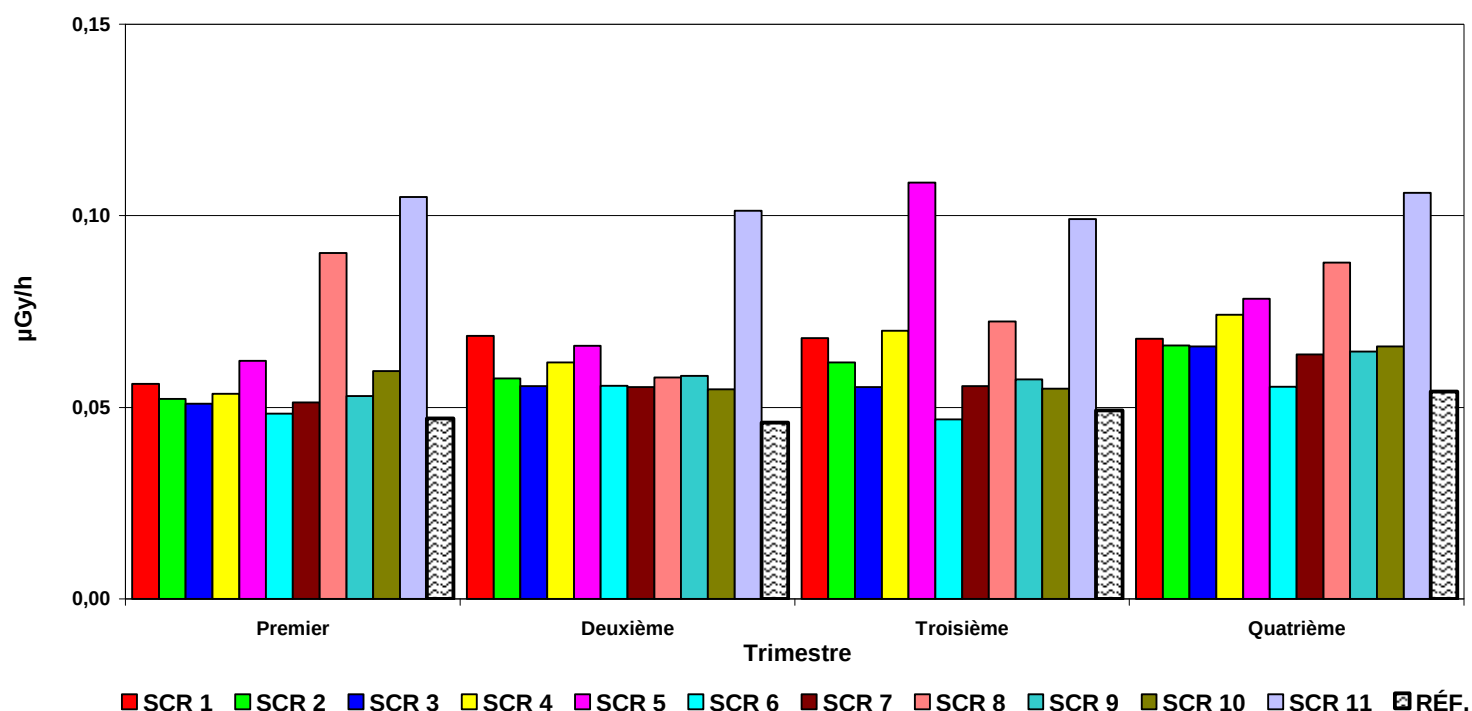


Figure 10: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2010

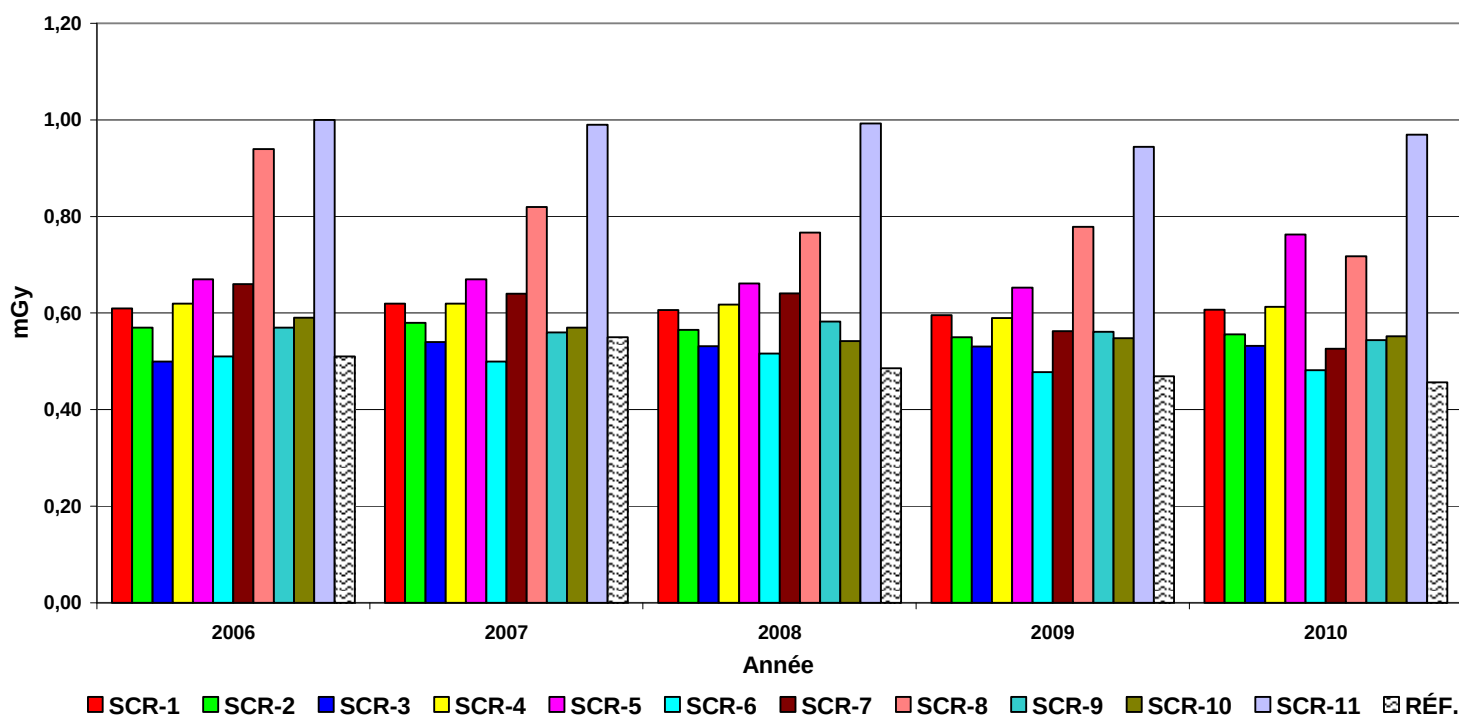


Figure 11: Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2006-2010

À la figure 11, la comparaison des valeurs annuelles de dose des deux années les plus récentes indique un statu quo au niveau des ambiances gamma relevées aux stations de contrôle, toutes sauf une ne variant à la hausse que de 4% ou moins. Pour la station SCR-5, la seule valeur élevée de juillet se traduit cependant par une hausse de la dose annuelle moyenne de 16,7 %. Autrement, aucune variation n'indique un quelconque changement dans les opérations ou les rejets de la centrale Gentilly-2. Encore en 2010, une des variations à la baisse constatées implique la station SCR-7, située à proximité de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR). Cette tendance est fort possiblement liée au fait que l'ASDR soit maintenant moins sollicitée en raison des transferts de déchets se faisant dorénavant à l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). À l'analyse des figures 10 et 11, soit des taux d'exposition et des doses annuelles gamma, on constate que l'ambiance gamma mesurée aux différents points de suivi demeure dans les variations de la station de référence, exceptions faites des stations SCR-5, SCR-8 et SCR-11 pour lesquelles les mesures distinctives ont été précédemment expliquées ou reliées à des contextes spécifiques.

Les quatre prochaines séries de mesures impliquent exclusivement les installations de stockage de déchets radioactifs et de combustible irradié. La figure 12 présente les résultats des mesures d'ambiance gamma de l'ASDR (carte 6) pour l'année 2010 et la figure 13, les doses annuelles gamma du même site pour les années 2006-2010. La figure 14 fait de même pour l'ambiance gamma autour de l'ASSCI (carte 7) pour l'année 2010 alors que la figure 15 y récapitule les doses pour les cinq dernières années. Les dosimètres (DTL) mesurant le rayonnement gamma, à l'ASDR et à l'ASSCI, sont fixés en des endroits stratégiques aux différentes clôtures des installations.

Les valeurs d'ambiance gamma de l'ASDR, à la figure 12, varient relativement peu au cours des quatre trimestres de l'année 2010. À titre de référence, une bande pointillée bleue y a été tracée : elle représente le taux annuel moyen de rayonnement gamma pour la station de référence de Drummondville, station hors d'atteinte des radiations potentielles prévalant autour de l'ASDR. Comme par le passé, le point B est celui impliquant le taux annuel moyen de rayonnement le plus élevé pour l'ensemble des mesures, à $0,066 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. Peu d'écart sépare les valeurs trimestrielles minimale et maximale, valeurs qui sont respectivement de $0,047 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ et de $0,069 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$.

La comparaison des cinq dernières années à l'ASDR, à la figure 13, montre que la situation tend à un retour aux valeurs de la station de référence, toujours représentée par la bande pointillée bleue. Mise à part le point C, dont la dose annuelle a été en augmentation de 1,0 % en 2010, la dose annuelle enregistrée à tous les autres points fut en baisse comparativement à l'année précédente, baisses variant de 2,3 % à 15,7 %. Compte-tenu que la majorité des fosses sont maintenant remplies à pleine capacité, et que leur ouverture n'est pratiquement plus nécessaire mais aussi de la décroissance radioactive des déchets entreposés, le rayonnement gamma mesuré en 2010 à l'ASDR continue sur cette tendance en baisse marquée.

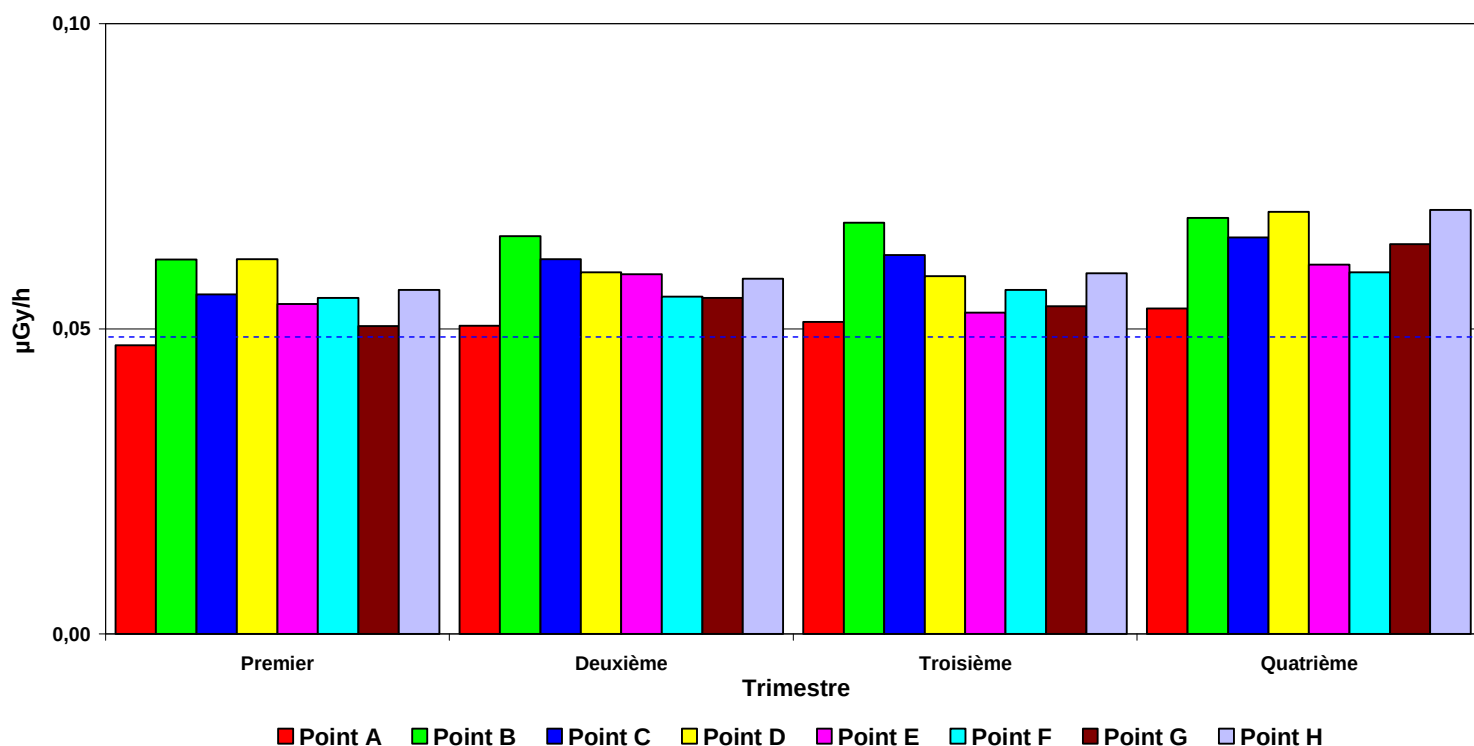


Figure 12: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASDR pour l'année 2010

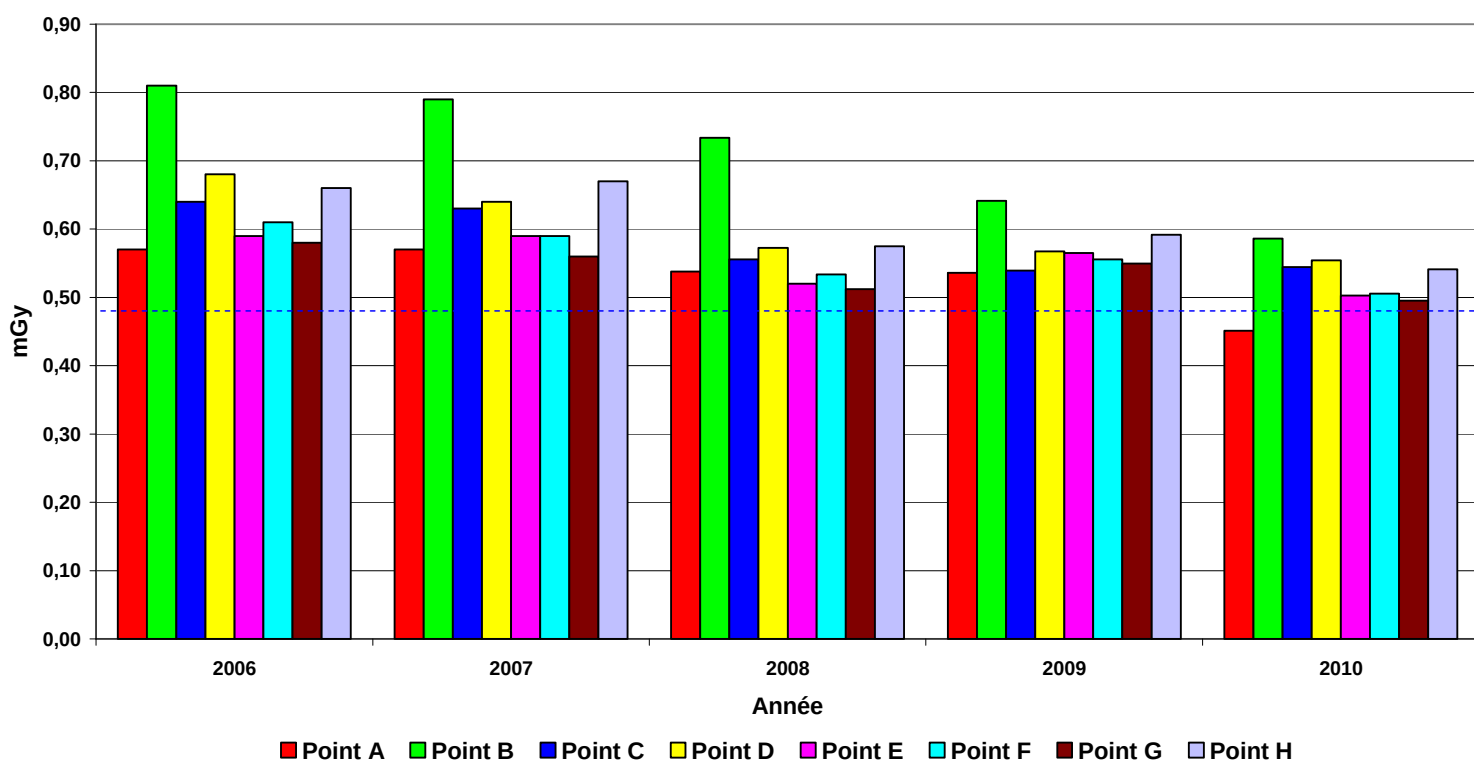


Figure 13: Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2006-2010

La figure 14 présente quant à elle les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux points de mesure (13) fixés aux clôtures de l'ASSCI pour l'année 2010. Bien que des différences significatives existent entre les débits de dose gamma des 13 points, les variations trimestrielles respectives sont tout de même faibles. La différence la plus notable est l'absence de valeurs pour les deux derniers trimestres de l'année pour les points #10 et #11. Ces deux dosimètres thermoluminescents ont effectivement été définitivement retirés suite à l'enlèvement d'une portion de la clôture de l'ASSCI, dans sa section est, au cours du troisième trimestre de l'année 2010. Cette portion a dû être démantelée puisque la mise en service de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS), elle-même clôturée et de même zonage de radioprotection, la rendait inutile.

Toujours à la figure 14, la bande pointillée bleue témoigne aussi des écarts des ambiances gamma autour de l'ASSCI de celle régnant à la station de référence. Le point #4 est toujours celui qui présente le taux de radiation le plus élevé principalement parce qu'il est situé face à deux enceintes de stockage CANSTOR qui sont maintenant remplies à pleine capacité de grappes de combustible irradié. L'influence d'un rayonnement plus élevé issu d'une grille de ventilation de l'enceinte #2 pourrait aussi contribuer. On constate également que le point #6 a connu une hausse de débit de dose gamma à partir du troisième trimestre. Cette situation était attendue puisque ce point est le plus rapproché de l'enceinte CANSTOR en cours de remplissage (enceinte #7) et qu'exactement 9 000 grappes de combustible irradié y ont été conduites au cours des deuxième et troisième trimestres.

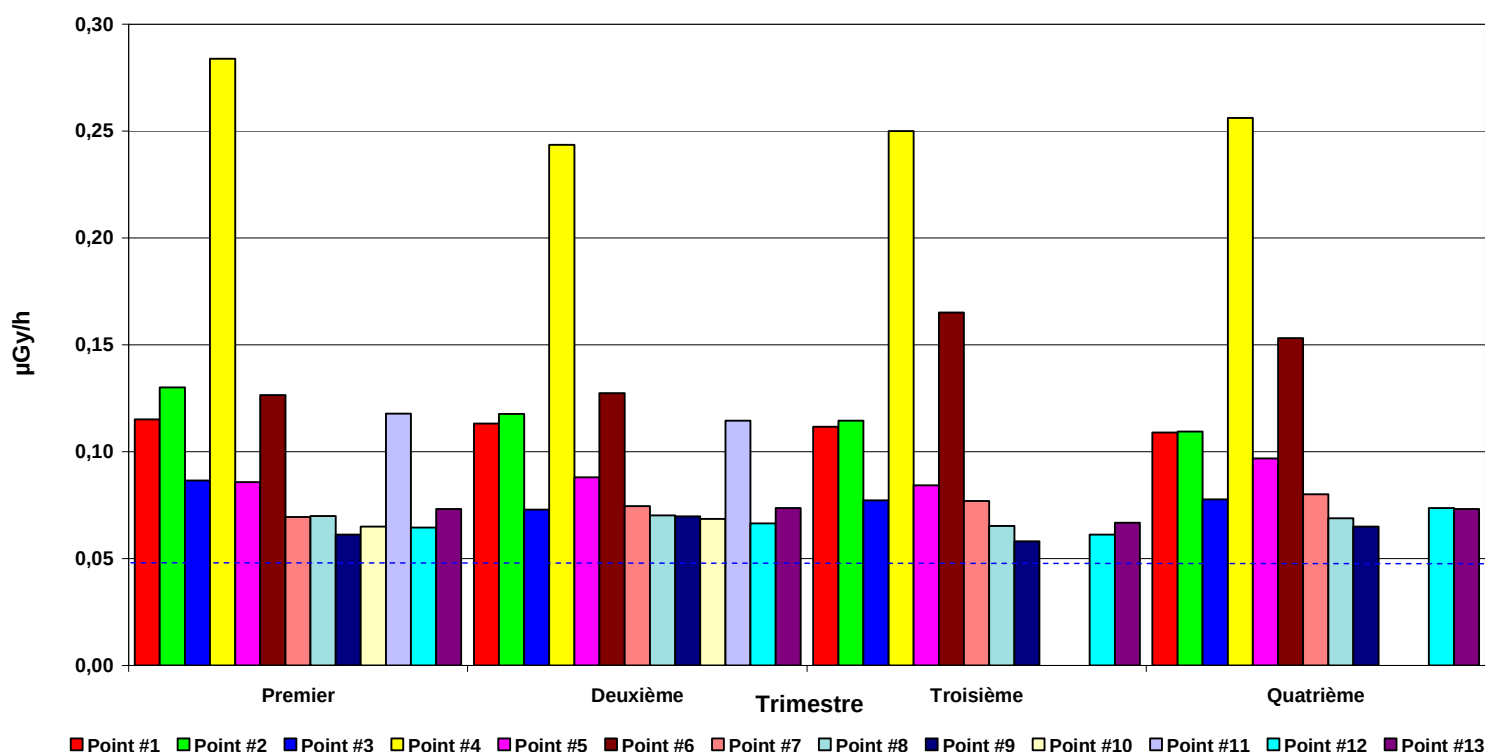


Figure 14: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2010

À l'analyse de la figure 15 reprenant les doses annuelles gamma des cinq dernières années aux clôtures de l'ASSCI, on constate une situation très stable. Si abstraction est faite des variations marquées aux trois points (#6, #10 et #11) discutés dans le cadre de l'analyse de la figure 14, la variation à la hausse la plus importante devient celle du point #7, à 3,3 %. Cette situation permet de confirmer l'absence de toute défaillance de blindage aux enceintes de stockage de combustible irradié actuellement sollicitées. La dose annuelle gamma de la station de référence est toujours représentée par la bande pointillée bleue. Faisant référence au contexte du point #4, les valeurs de l'année 2010 confirment la stabilisation de dose annuelle depuis l'année 2007. Par ailleurs, deux nouvelles enceintes CANSTOR (enceintes # 8 et #9) ont été mis en service au cours de l'année 2010 mais n'ont cependant pas été utilisées, à ce jour, pour le stockage de combustible irradié.

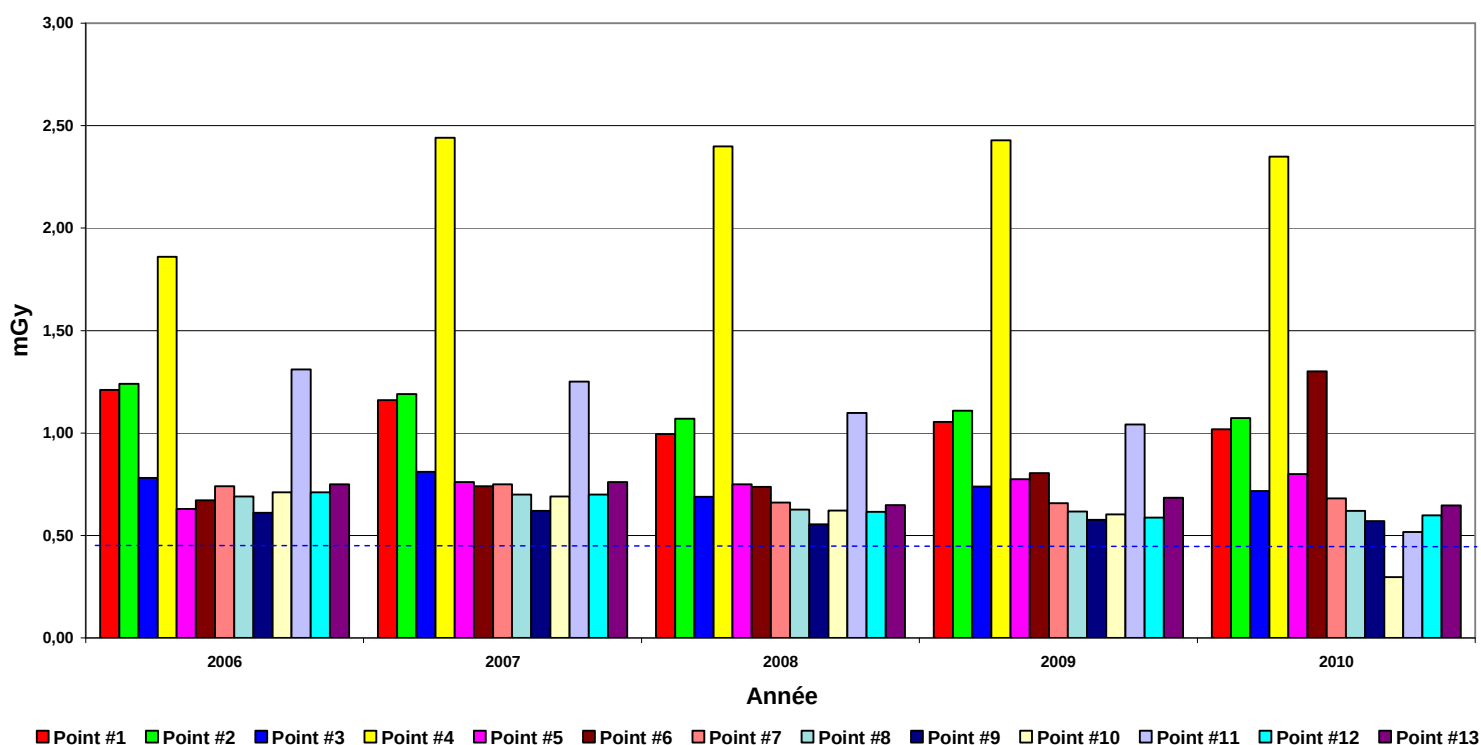


Figure 15: Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2006-2010

4.1.2. Tritium

La figure 16 présente les valeurs mensuelles de l'année 2010 relatives aux concentrations de tritium atmosphérique aux stations de contrôle radiologique de la zone d'exclusion (carte 5) ainsi qu'aux deux postes, 1 et 2, situés sur le toit du bâtiment administratif principal. La figure 17 détaille les mêmes résultats mensuels de l'année 2010 mais aux stations de contrôle radiologique de la région (carte 2) délimitée par un rayon de 2 à 15 km de la centrale Gentilly-2. La figure 18 présente la concentration atmosphérique annuelle moyenne de tritium dans la même région, pour la plage 2006-2010.

À la figure 16, les valeurs des huit stations de ce regroupement (sur le site de la centrale nucléaire) couvrent une plage de données plutôt étendue, la valeur mensuelle minimale est de $0,67 \text{ Bq.m}^{-3}$ à la station SCR-6 tandis qu'à l'opposé, la valeur mensuelle maximale est de $58,70 \text{ Bq.m}^{-3}$, mesurée à la station SCR-8. Un clivage important est remarqué de longue date entre ces huit stations. Historiquement, les concentrations des postes #1 et #2 de même que celles de la station SCR-8 étaient significativement plus élevées que les autres. Les postes #1 et #2 sont des points de mesure très rapprochés du point principal d'émissions et, qui plus est, se trouvent tous deux à une hauteur quasi-équivalente. Quant à la station SCR-8, c'est effectivement la station la moins distante de la cheminée principale. Là où le portrait diffère en 2010, c'est à la station SCR-9, sise près du canal de rejet de la centrale, soit à près de 200 mètres de la cheminée. Pour l'heure, l'analyse de la rose d'origine des vents du site pour l'année 2010 (figure 34) ne semble pas évoquer de conditions expliquant ces plus fortes concentrations, bien que des rabattements plus prononcés du panache des rejets atmosphériques pourraient en être la cause et ce, sans paraître à la rose d'origine des vents.

L'autre situation digne de mention à cette même figure 16, est celle de la prévalence plus prononcée de valeurs mensuelles élevées, de façon plutôt généralisée pour les différents points de mesure, à partir du mois d'octobre 2010. Ces valeurs élevées ne sont principalement pas causées par une augmentation de l'activité tritium dans les effluents aériens de la centrale nucléaire mais seraient plutôt dues à un entretien des systèmes d'échantillonnage. Pour éviter ce type de variations, l'entretien de ces systèmes sera dorénavant effectué sur une base annuelle plutôt qu'aux deux ans.

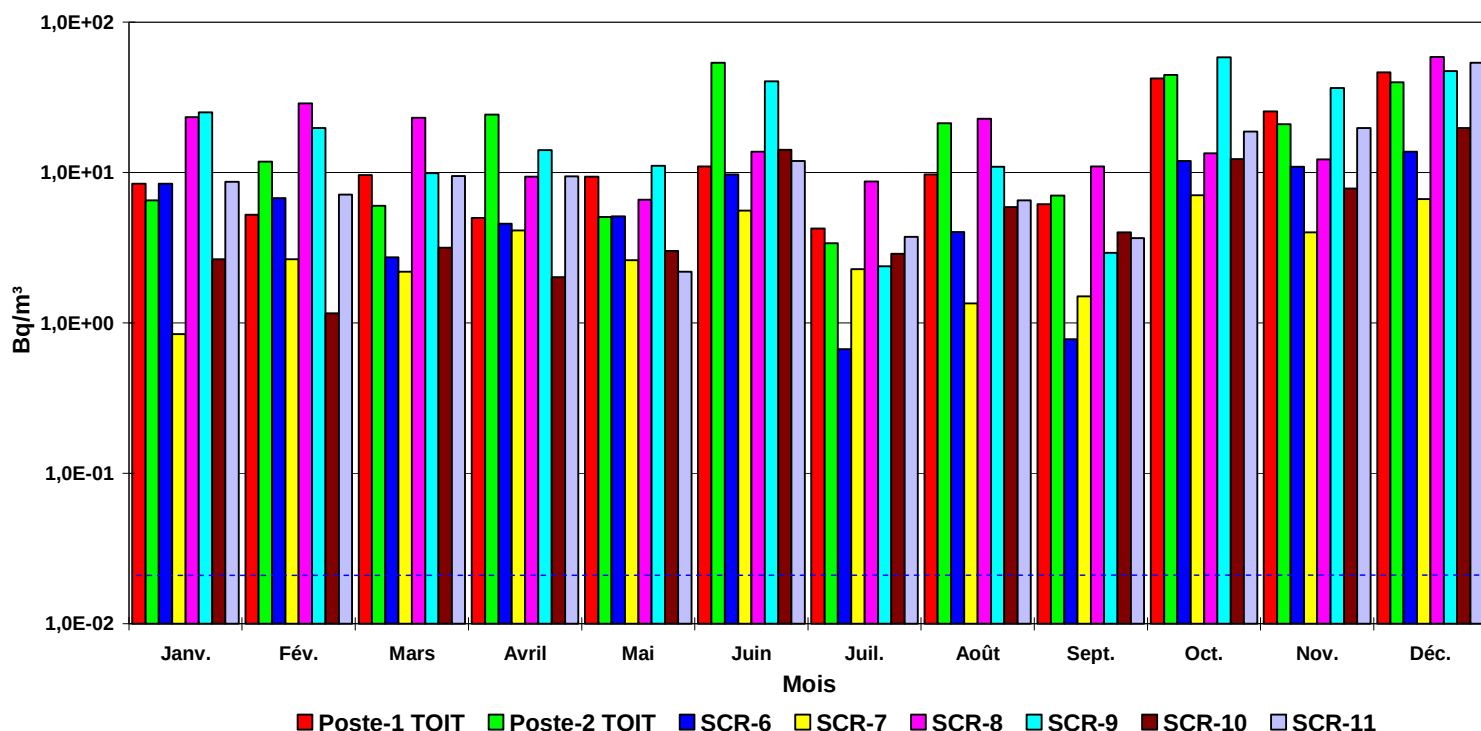


Figure 16: Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone rapprochée) pour l'année 2010

La revue de toutes les valeurs de la figure 17 relatives aux activités atmosphériques mensuelles de tritium en région pour l'année 2010 montre que les concentrations de tritium ont varié, pour une zone de rayon approximatif de trois kilomètres (Sud-1, Est-1 et Est-3), de 0,06 à 3,17 Bq.m⁻³ tandis que les autres stations (Nord-1, Est-2, Ouest-1 et Ouest-2) situées à plus de trois kilomètres ont varié de 0,01 à 0,29 Bq.m⁻³. Quant à la valeur maximale de novembre à la station Sud-1, les seuls vents d'origines nord et nord-nord-ouest ont alors été enregistrés à une fréquence de 15,31 %. La comparaison des figures 16 et 17 prouve finalement la diminution des teneurs en tritium par la dispersion atmosphérique mais aussi par la déposition des rejets en zones d'exclusion et rapprochée.

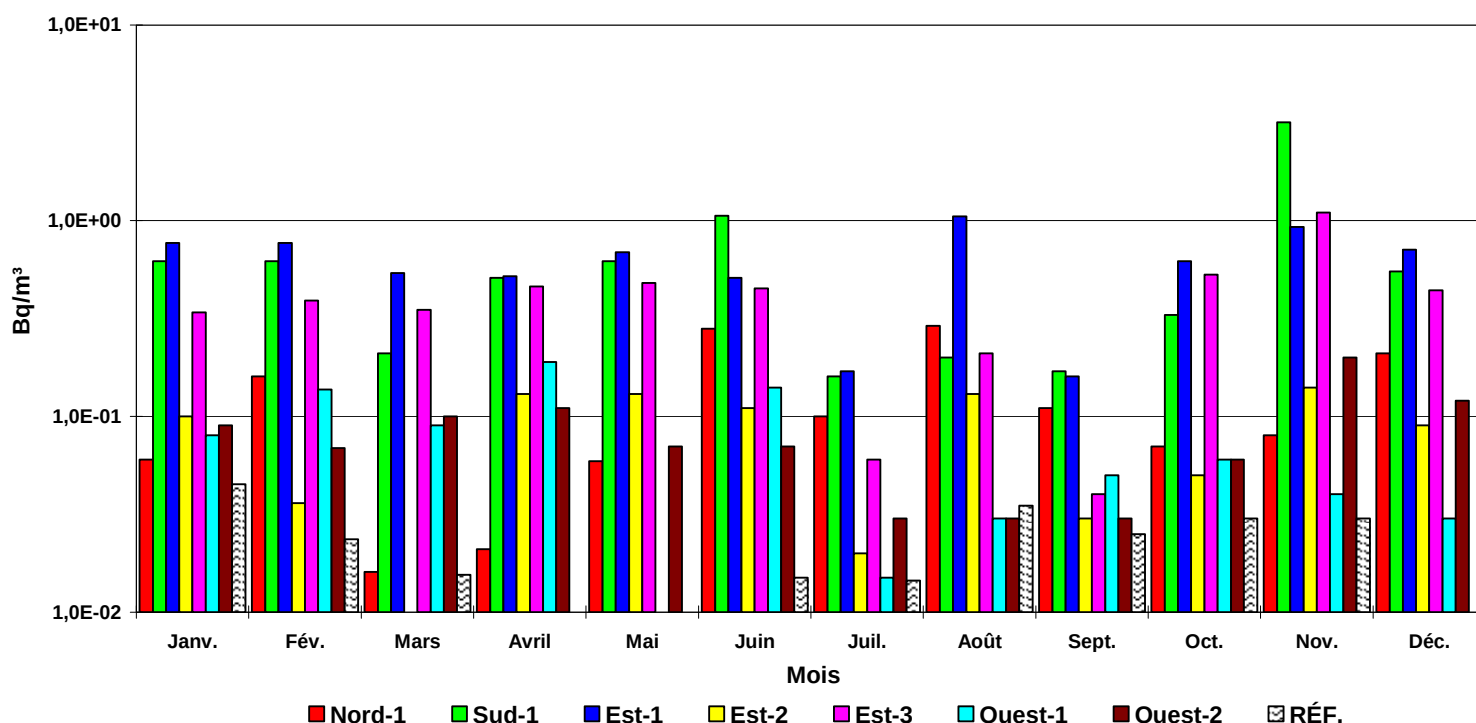


Figure 17: Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour l'année 2010

Encore en 2010, les profils de vents mesurés à la tour météo du site de la centrale nucléaire Gentilly-2 (figure 34) ainsi que le degré de distance du principal point d'émissions atmosphériques de radionucléides sont les deux facteurs les plus prépondérants soutenant les patrons de dispersion atmosphérique observés aux stations du programme de surveillance radiologique de l'environnement. À la figure 18, on remarquera que les deux stations (Sud-1 et Est-1) où sont historiquement lues les concentrations moyennes annuelles les plus élevées en tritium atmosphérique montrent des reculs d'un peu plus de 10 % et de 5%. De plus, la station affichant la valeur annuelle moyenne la plus élevée est encore en 2010 la station Sud-1, soit celle de laquelle sont tirées les données servant à l'estimation de dose radiologique aux membres du groupe critique (voir section 6.0).

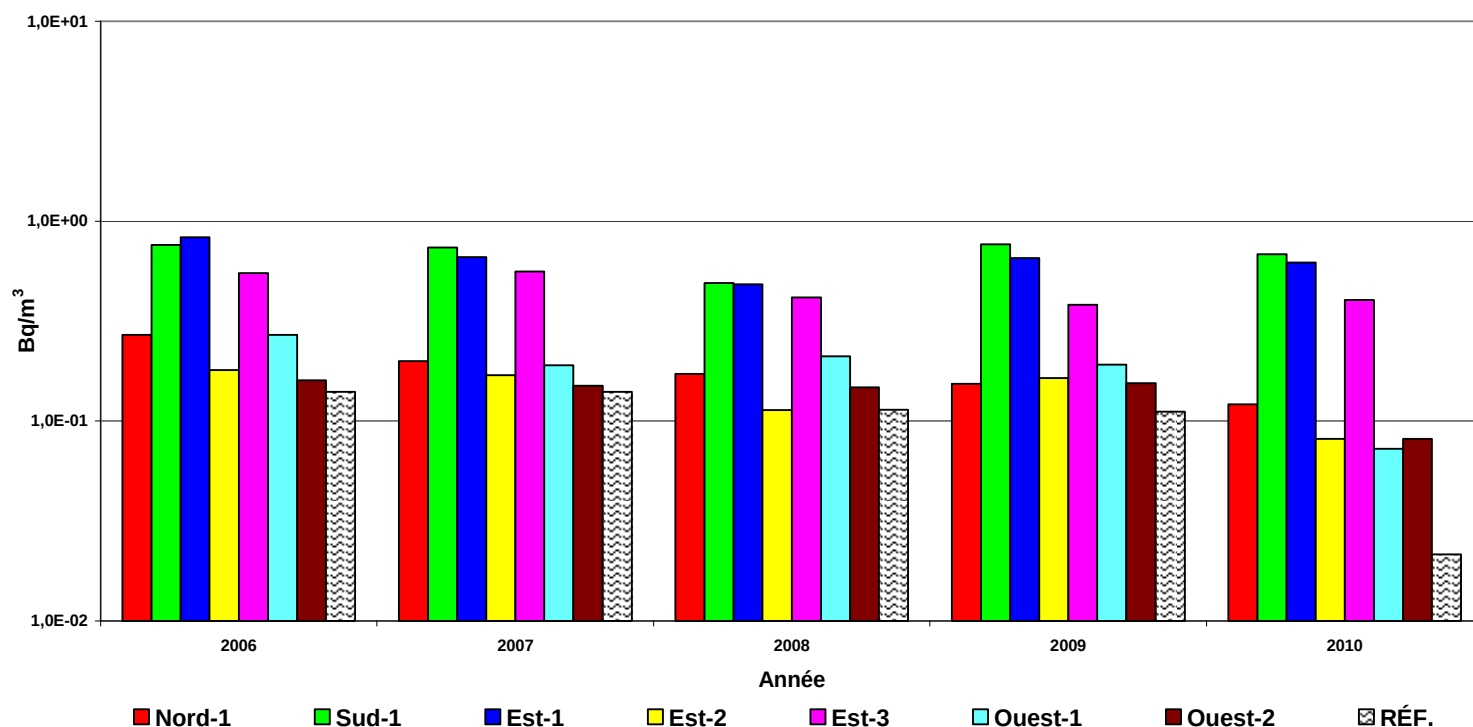


Figure 18: Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3 et Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour 2006-2010

4.1.3. Carbone-14 atmosphérique

La figure 19 présente les valeurs mensuelles de concentration de carbone-14 atmosphérique aux stations de contrôle de la zone rapprochée (carte 5) pour 2010. La figure 20 dévoile par ailleurs les moyennes annuelles aux mêmes stations, mais pour les cinq plus récentes années.

Les variations de concentration de carbone-14 mesurée mensuellement ont atteint, en 2010, des valeurs maximale à $9,86 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ et minimale à $0,19 \text{ Bq.g-C}^{-1}$. La littérature scientifique établit la concentration naturelle de carbone-14 atmosphérique aux environs de $0,23 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ (NCRP, 1985) ce que corrobore d'ailleurs la valeur moyenne annuelle de la station de référence qui en 2010 fut de $0,231 \text{ Bq.g-C}^{-1}$. Les concentrations mensuelles mesurées aux stations autres que celles adossées à l'ASDR ont été plutôt stables au cours de 2010, toutes étant égales ou inférieures à $1,0 \text{ Bq.g-C}^{-1}$. En ce qui concerne les deux stations ASDR-1 et ASDR-4, leur concentration mensuelle maximale respective fut moindre en 2010 que l'année précédente. Les fosses de l'ASDR sont réputées être une source secondaire de carbone-14 atmosphérique et les variations ainsi mesurées aux stations limitrophes peuvent être dictées par une foule de facteurs, de la fréquence d'ouverture des fosses à la pression atmosphérique ambiante durant un mois donné. Outre ces deux stations de l'ASDR, la station SCR-7 est encore en 2010, celle où les concentrations observées sont les plus élevées. De par sa localisation, elle est elle aussi, mais dans une moindre mesure, influencée par l'ASDR.

L'écart au niveau des valeurs du regroupement des stations SCR-7, ASDR-1 et ASDR-4 et celles provenant des autres stations est une situation attendue et ce, depuis la mise en place des stations ASDR-1 et ASDR-4, qui elles-mêmes avaient fait suite à la perception d'une tendance à la hausse significative des concentrations de carbone-14 à la station SCR-7. Cette hausse de concentrations avait été analysée par le Laboratoire de radioécologie de l'Université Laval (Barbeau et Groleau, 2006a) par le biais d'une étude des variations de concentrations du carbone-14 dans l'air des fosses et autour de l'ASDR. Les causes avaient été identifiées comme étant le remplacement du couvercle de la fosse C-7, le dépôt au sol de l'ancien couvercle à proximité de la station SCR-7 et une possible modification dans le taux de dégagement de carbone-14 de la fosse en tant que tel.

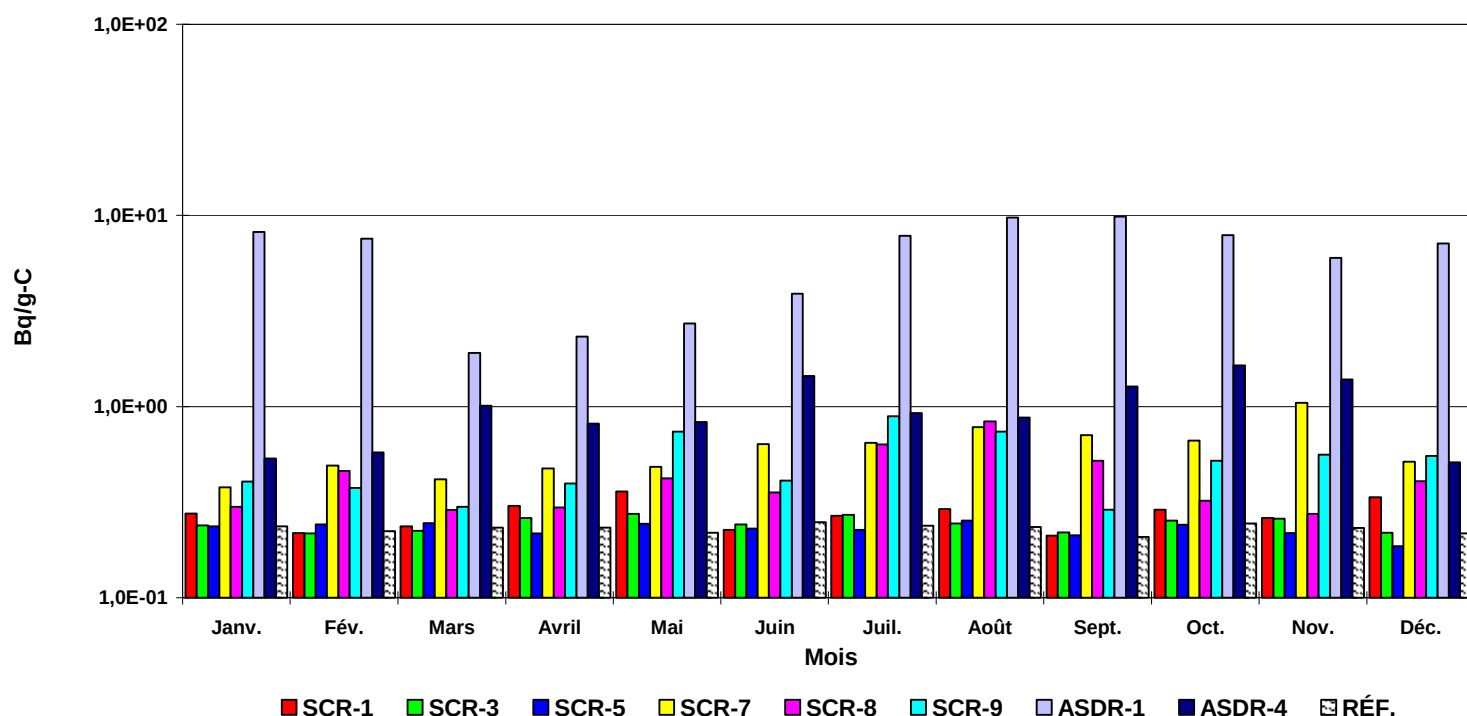


Figure 19: Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2010

À la figure 20, en comparant les concentrations annuelles des deux plus récentes années, on note quelques changements significatifs dont les deux principaux sont une hausse de l'ordre de 12,7 % à ASDR-1 ainsi que des baisses respectives de 28,0 % et 18,0 % à ASDR-4 et SCR-7. La tendance à la baisse de la valeur annuelle de SCR-7 était une situation appréhendée puisqu'en 2009, des travaux d'enveloppement et de transfert de l'ancien couvercle de la fosse C-7, dans une enceinte de stockage de l'IGDRS, ont été réalisés et qu'il s'agissait là d'une des principales contributions de carbone-14 identifiées. Par ailleurs, les concentrations issues des stations ASDR-1 et ASDR-4 auraient plutôt varié en fonction des profils de vents enregistrés près de la surface du sol (10 mètres). En effet, au cours de 2010, les origines de vents N et NNE ont été en proportion de 11,8 % vers la station ASDR-4 tandis que les vents d'origines SO et SSO, vers ASDR-1, furent plutôt de 25,63 %.

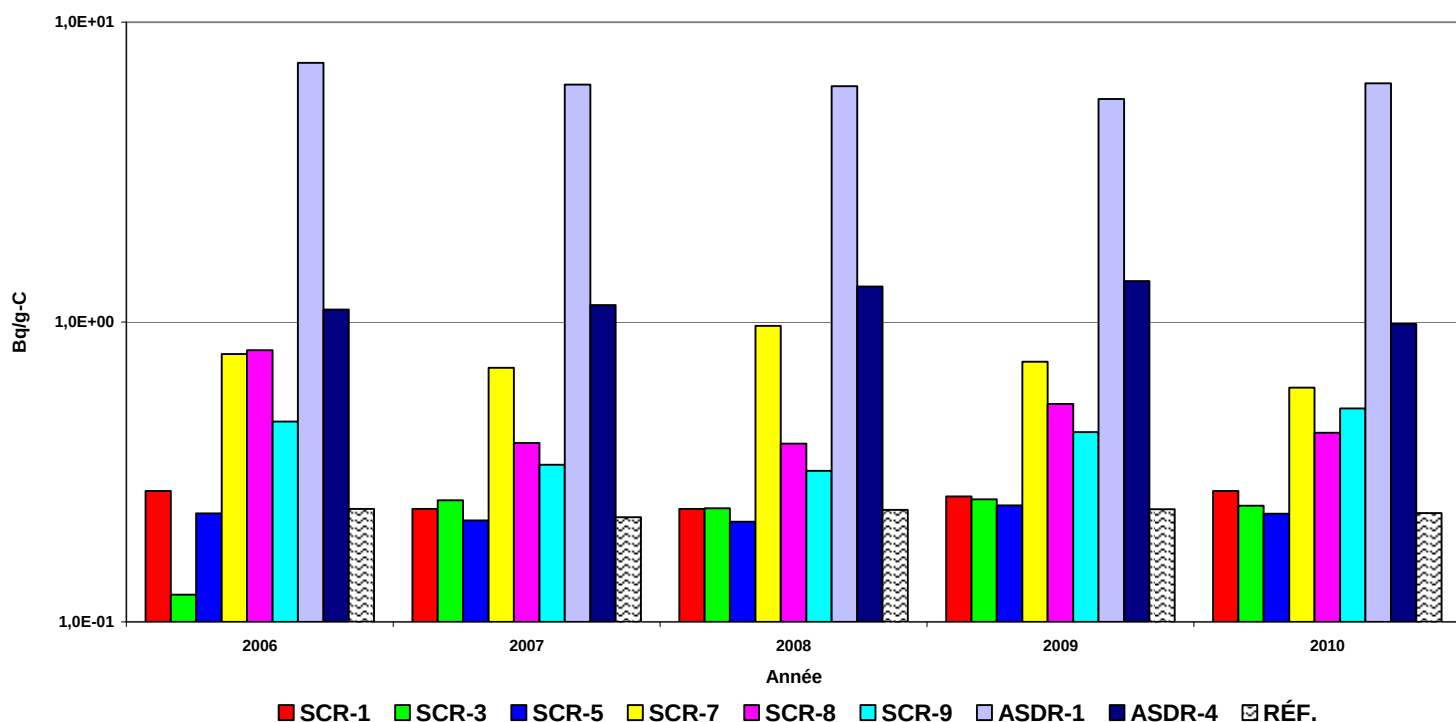


Figure 20: Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2006-2010

4.1.4. Aérosols

La figure 21 présente par trimestre, les valeurs moyennes d'activité bêta-total contenue dans les aérosols prélevés aux stations de contrôle radiologique localisées (carte 2) de telle sorte qu'elles couvrent l'ensemble des points cardinaux sur un rayon de 2 à 15 kilomètres autour de la centrale.

Les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta-total mesurée au cours de l'année 2010 aux sept points de contrôle sont toutes du même ordre que celle observée à la station de référence et, de surcroît, y sont dans la majorité des cas, inférieures. De toutes les stations dotées des analyses de ce paramètre, la valeur mensuelle maximale implique la station Nord-1 à 0,46 mBq.m⁻³. Le quatrième trimestre fut celui où furent enregistrées les valeurs d'activité bêta-total dans les aérosols les plus faibles pour toutes les stations, celle de référence incluse.

En 2010, la valeur moyenne annuelle de concentration d'activité bêta-total de la station de référence de Drummondville est la plus élevée de toutes les stations en place. Cette situation peut être due au soulèvement de particules pouvant être plus important à proximité de la station de contrôle de référence. Parce qu'autrement, compte-tenu des très faibles rejets d'aérosols mesurés à la cheminée de la centrale Gentilly-2 en 2010, les conditions d'exposition de l'ensemble des stations de contrôle radiologiques et de la station de référence ne sauraient être différentes.

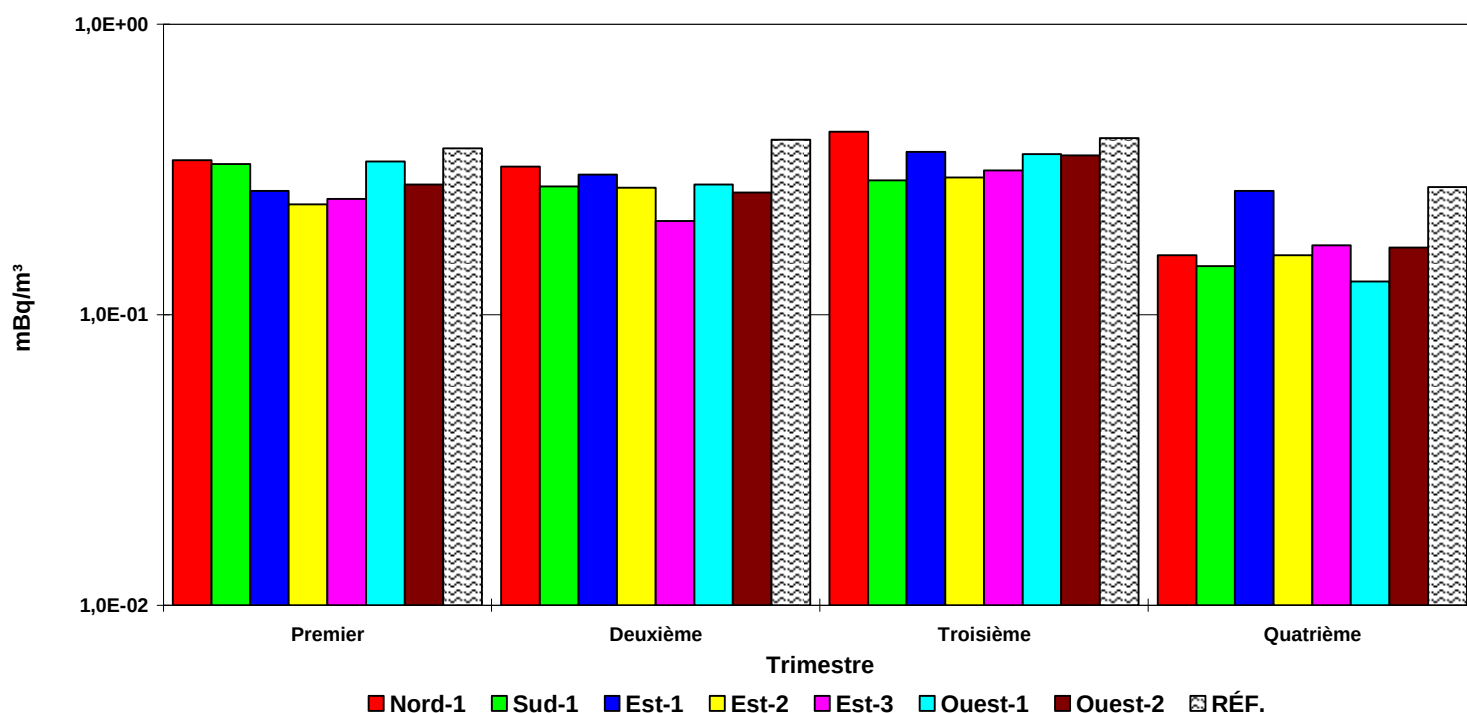


Figure 21: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et de référence pour l'année 2010

4.2. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

4.2.1. Précipitations

La figure 22 montre les moyennes trimestrielles des teneurs en tritium mesurées aux précipitations de la zone rapprochée pour l'année 2010 tandis que la figure 23 présente les mêmes moyennes trimestrielles mais témoignant de l'activité bêta-total, toujours contenue dans les précipitations récoltées de la même zone et pour la même année.

Pour un paramètre de surveillance radiologique tel que les concentrations de tritium présentes dans les précipitations, présentées à la figure 22, le coefficient de variation des données récoltées peut être beaucoup plus grand que celui d'autres paramètres radiologiques et le patron de distribution ne pas être du tout conséquent des années précédentes. La raison en est fort simple puisque plusieurs facteurs peuvent avoir une incidence prépondérante, qu'il s'agisse des taux d'émissions, des profils de vents, des taux de précipitations, de la proximité des stations du point d'émissions ou encore, la conjonction de tous ces facteurs à la fois. Un exemple concret illustrant ce fait se trouve à la valeur mensuelle maximale, mesurée en juin 2010 à la station SCR-3. Une teneur de 1 204 Bq.L⁻¹ en tritium y a été mesurée, rendant aussi élevée sa valeur trimestrielle, qui fut maximale, à 646 Bq.L⁻¹.

Cette situation s'explique entre autres par des précipitations liquides de l'ordre de 134 millimètres de pluie tout au long de ce mois de juin, largement supérieures à la moyenne, couplées à des rejets de tritium à la cheminée de 0,045% LOD, la seconde plus haute activité mensuelle en tritium pour toute l'année 2010, à des vents d'origine NNE plus soutenus que la moyenne à 7,26% plutôt que de 6,20 % et enfin par la proximité de la station, distante de moins d'un kilomètre de la cheminée.

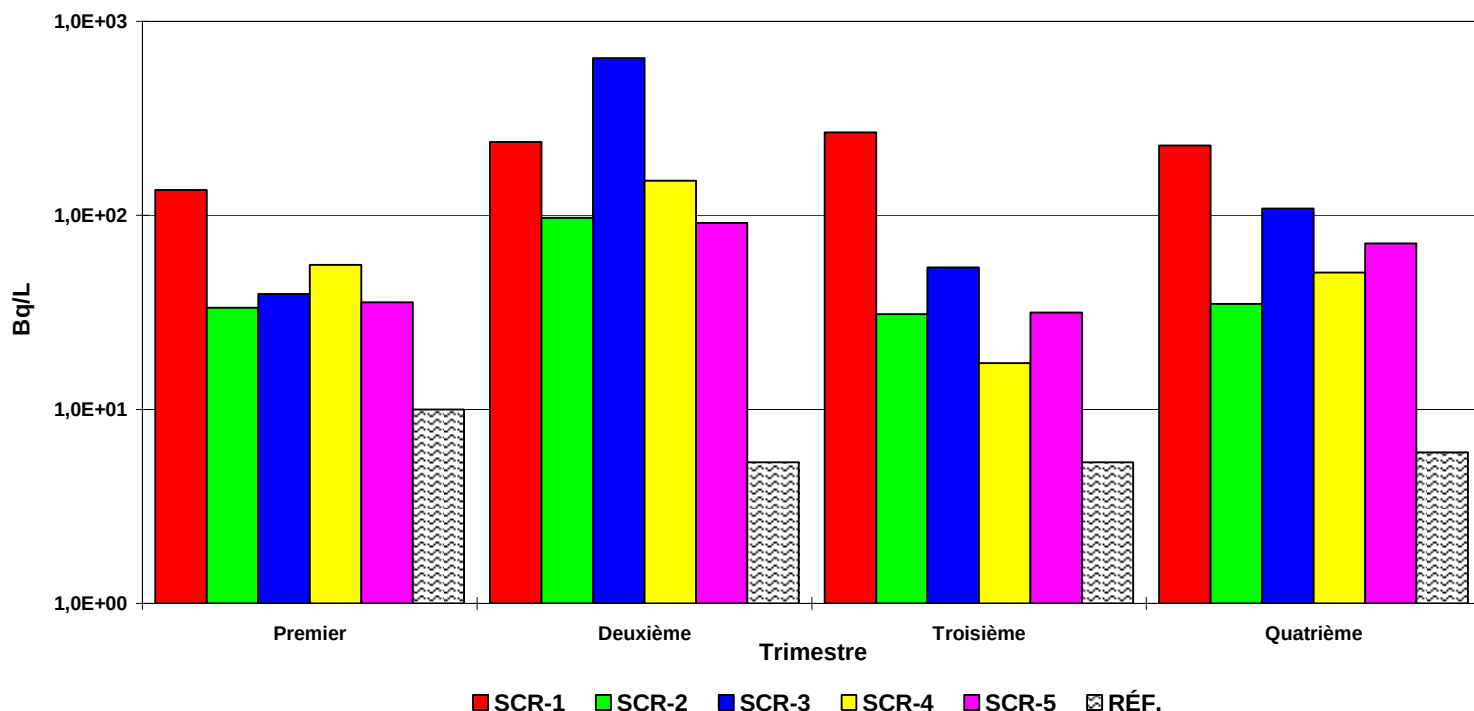


Figure 22: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2010

La figure 23 présente les moyennes trimestrielles d'activité bêta-total dans les précipitations aux mêmes stations de contrôle radiologique. À première vue, la distribution des données semble laisser présager un phénomène entraînant les activités à la hausse au second semestre de 2010.

Dans les faits, cette hausse est indéniable mais il importe cependant d'analyser ces données en sachant ce qui suit. D'une part, l'activité bêta-total moyenne annuelle de chacune des cinq stations SCR-1 à SCR-5 fut respectivement en 2010, plus faible qu'en 2009. Aussi, près de la moitié des valeurs unitaires mensuelles des mêmes stations SCR-1 à SCR-5 de l'année 2010 sont inférieures à la valeur moyenne annuelle de la station de référence, pour la même année. Finalement, les précipitations enregistrées au second semestre ont été de plus de 70% supérieures à celles enregistrées au premier semestre, signifiant quelques 280 millimètres additionnels de précipitations. Le lessivage des particules en suspension dans l'air aura donc été plus important à ce semestre. Quant à la valeur du quatrième trimestre de SCR-1, sa valeur mensuelle maximale fut de 5,7 Bq.L⁻¹.

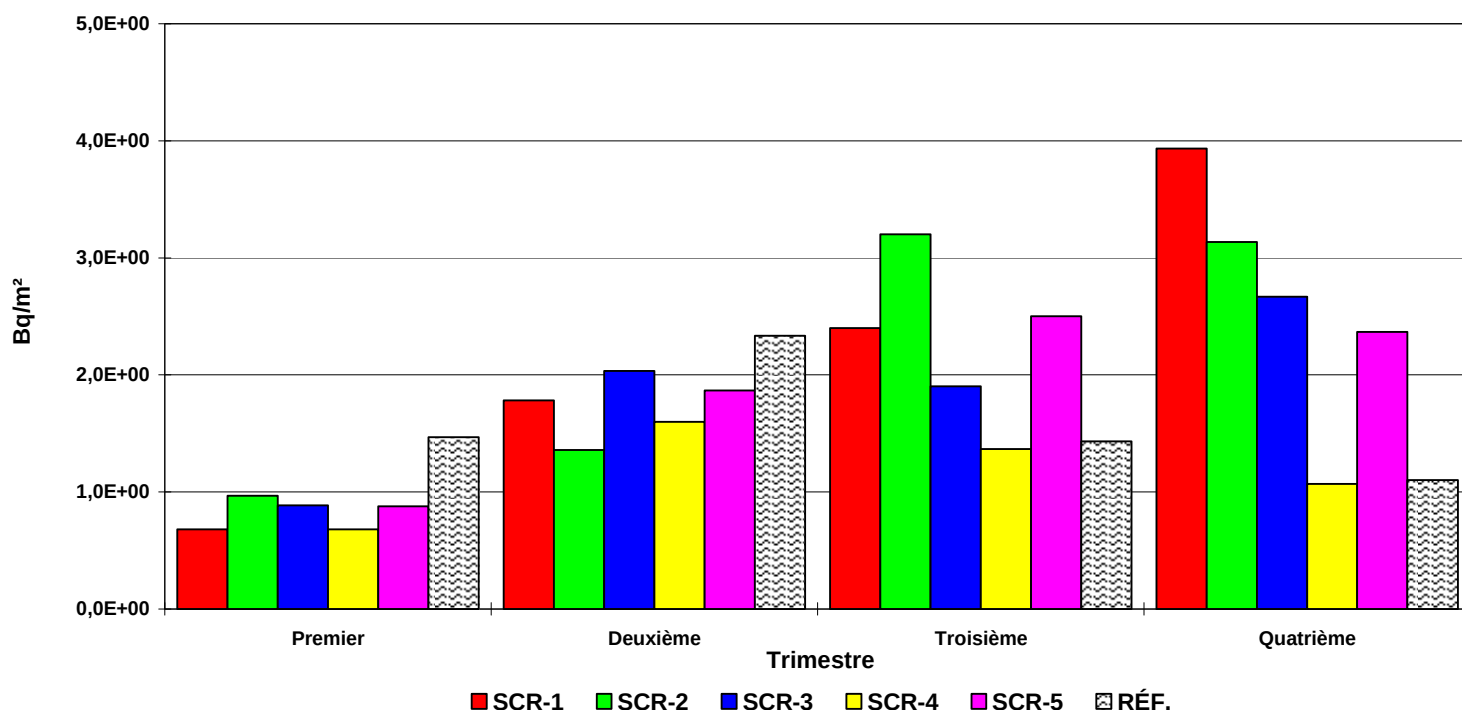


Figure 23: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2010

4.2.2. Eaux de surface

La figure 24 présente l'ensemble des résultats mensuels de concentration de tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et de l'ASSCI pour 2010. La figure 25 récapitule les résultats annuels moyens de tritium, aux mêmes endroits, pour les cinq dernières années. La figure 26 montre les valeurs mensuelles d'activité bêta-total des échantillons composites d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique autour de l'ASDR en 2010 tandis que la figure 27 reprend les valeurs mensuelles moyennes de ce même paramètre aux environs de l'ASSCI, pour la même année.

L'analyse des données de concentrations mensuelles de l'année 2010 en tritium dans les eaux de surface de l'ASDR et de l'ASSCI montre dans un premier temps que les inflexions de la courbe du point S-1 (ASSCI) suivent, à peu de choses près, celles des rejets de tritium à la cheminée, pour la même période de référence. Ceci signifie, sans surprise, que l'influence principale des concentrations de tritium des eaux de surface de cette installation de stockage est la cheminée principale. Par ailleurs, l'analyse des conditions entourant la valeur particulièrement faible du mois de septembre 2010 évoque deux raisons principales. D'abord, les émissions de tritium à la cheminée ont été, durant ce mois, les plus faibles de toute l'année 2010. L'ASSCI n'étant pas une installation elle-même reconnue comme source de tritium, puisqu'elle n'accueille exclusivement que des grappes de combustible irradié et qu'elle se trouve à grande proximité du point principal d'émissions, son seul apport de tritium aux eaux de surface fut minimal en septembre.

D'autre part, le mois de septembre 2010 fut marqué par les plus importantes précipitations liquides de toute l'année 2010, à raison de 182 millimètres de pluie durant le mois. Un apport de tritium grandement réduit doublé de très importantes précipitations, ont fait en sorte que le mois de septembre 2010 a rendu des concentrations très faibles pour cette portion du suivi, au point S-1.

Par ailleurs, les points S-16 et S-17, localisés au pourtour de l'ASDR, montrent des variations plus distinctes relativement à celles de la cheminée tout en demeurant dans les mêmes ordres de grandeur qu'en 2009. Le point S-16 est celui des deux qui procure les valeurs les plus élevées. Cette situation est cohérente lorsqu'on considère l'influence de l'ASDR ainsi que les profils de vents qui sont presque trois fois supérieurs en direction du point S-16 à 18,0%, en comparaison de 6,74% à S-17.

En 2010, aucune concentration mensuelle de tritium en eau de surface de l'ASDR ou de l'ASSCI n'a excédé la concentration maximale permise dans l'eau potable ($7\,000\text{ Bq.L}^{-1}$). À ce titre, la carte 8 détaille les schémas d'écoulement connus des eaux de surface ainsi que des différents réseaux de drainage pluviaux au site de la centrale nucléaire Gentilly-2.

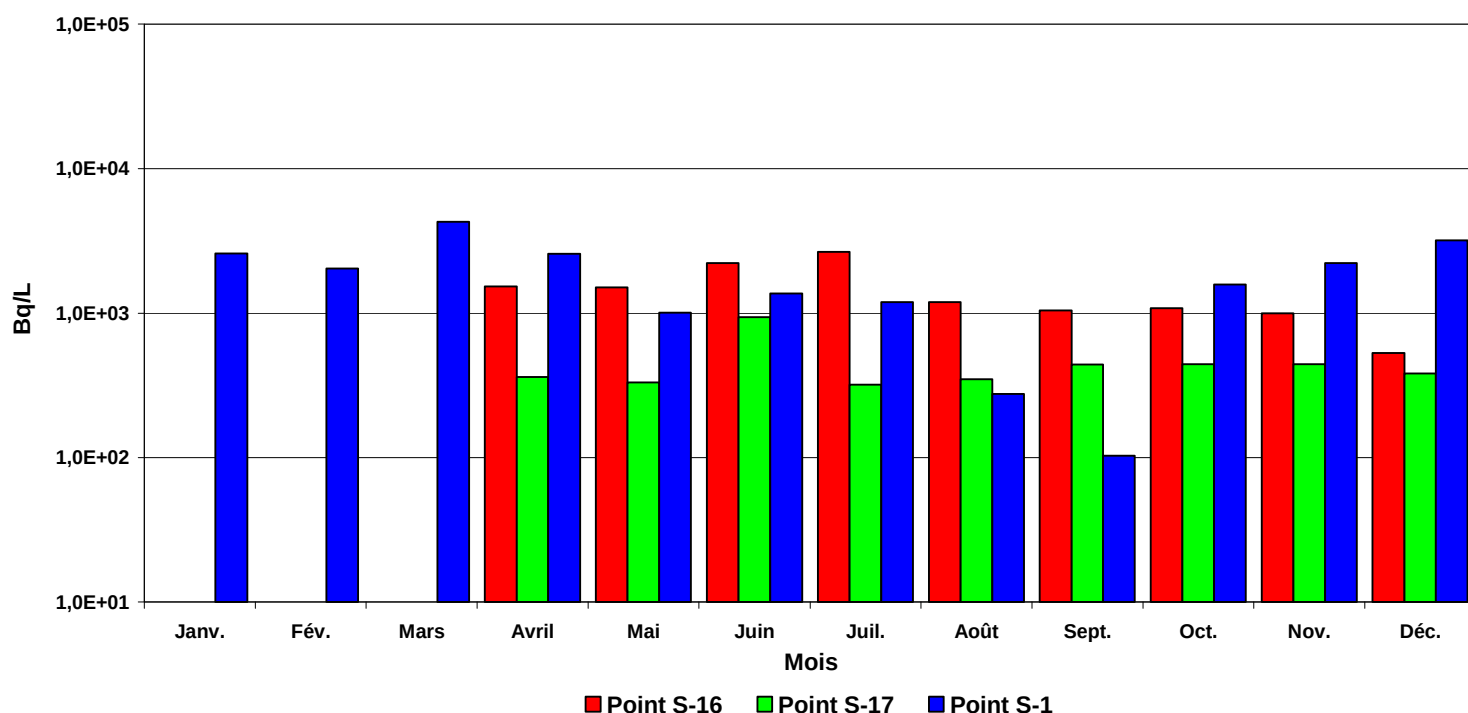


Figure 24: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et de l'ASSCI pour l'année 2010

Un sous-volet du suivi des concentrations de tritium en eau de surface implique les eaux du fleuve Saint-Laurent. La carte 4 situe les trois points d'échantillonnage localisés en amont et en aval du canal de rejet des eaux radioactives de la centrale Gentilly-2. Durant la campagne 2010, une des trois campagnes d'échantillonnage n'a pu être menée à bien dû au prolongement de l'arrêt d'exploitation faisant en sorte que les techniciens en place soient plutôt dédiés à la dosimétrie du personnel.

Or, la reddition de compte à ce chapitre ne présente, en cette année 2010, que six des neuf analyses prévues. Sur ce nombre, une seule des valeurs mesurées a été supérieure à la limite de détection révisée (6 Bq.L^{-1}) et ce, pour tous les échantillons prélevés. Il s'agit d'une valeur tirée d'un échantillon récolté au point B, en mi-juillet 2010. De fait, ce point se trouve tout juste à l'embouchure du canal de rejet de la centrale, point réputé être celui où la dilution des effluents liquides est minimale. Une valeur de 591 Bq.L^{-1} y a été mesurée, soit moins de 10 % de la concentration maximale permise dans l'eau potable ($7\,000 \text{ Bq.L}^{-1}$). Cette valeur fut mesurée alors que le réacteur nucléaire était en arrêt, ce qui ne signifie cependant pas que des rejets radiologiques liquides ne puissent être évacués.

La figure 25, qui compare les résultats annuels moyens de tritium en eau de surface pour les cinq plus récentes années, laisse voir une baisse de plus de 30 % de la valeur de S-1, ainsi qu'une hausse de près de 60 % de celle de S-16. Au contraire des émissions de tritium à la cheminée pouvant être sources des concentrations mesurées dans l'eau de surface, les émissions émanant des fosses de l'ASDR sont sans grande variation. La valeur moyenne annuelle mesurée au point S-16 aurait donc été sujette à une variation à la hausse plutôt dictée par des phénomènes climatiques favorisant une dispersion dans l'eau de surface à ce point que par une augmentation des émissions de tritium atmosphériques provenant des fosses de déchets solides de l'ASDR.

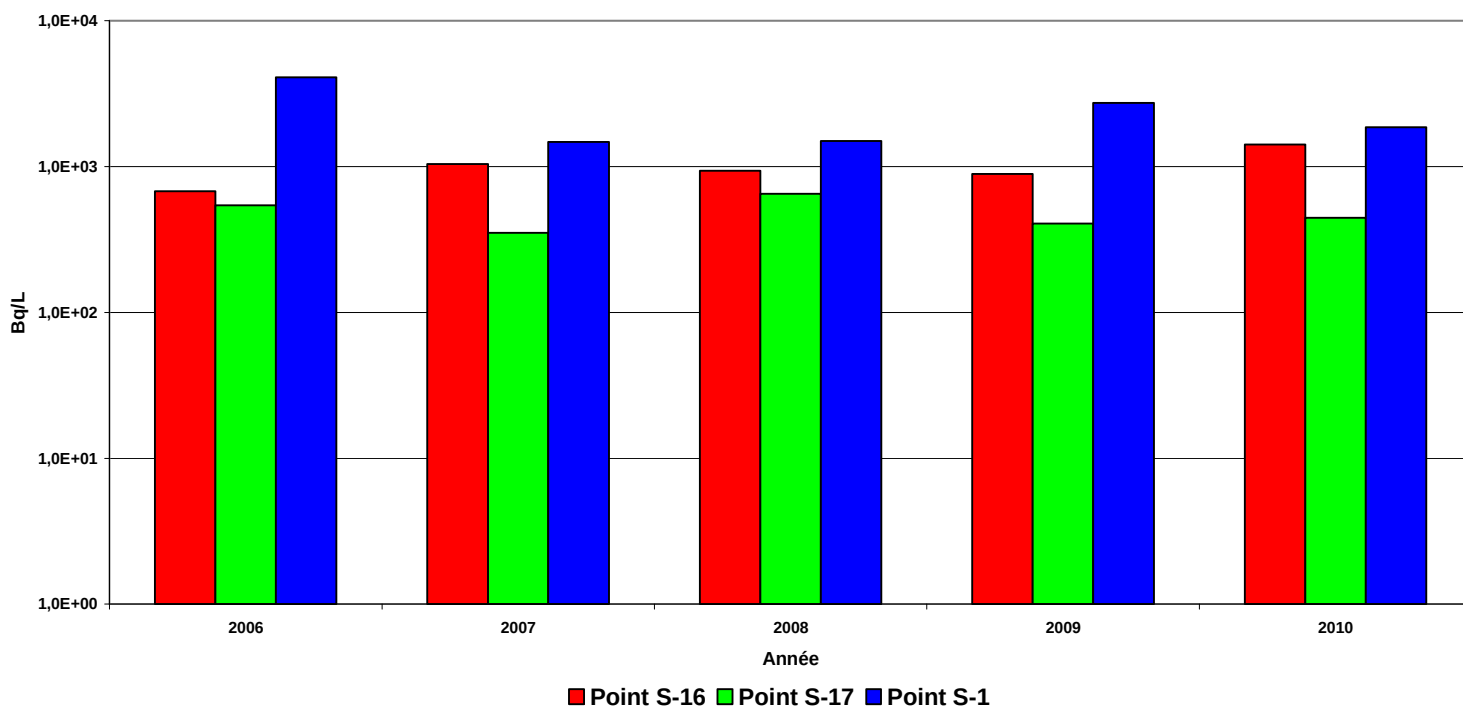


Figure 25: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et l'ASSCI pour la période 2006-2010

Les quelques figures qui suivront feront notamment référence à des termes qualifiant les eaux souterraines, termes tels qu'eaux d'infiltration, eaux de la nappe phréatique ainsi que celles tirées des horizons de sols arborant les suffixes A, B et C. Afin de permettre une juste compréhension de ces concepts utilisés dans le cadre de la présente surveillance de l'environnement, précisons d'abord la signification des suffixes. La plus faible profondeur où se trouve la section perméable d'un piézomètre, la crépine, est celle identifiée par le suffixe C. Le lecteur peut alors considérer que l'eau sera puisée dans la partie saturée des dépôts meubles. Vient ensuite l'eau récoltée à l'interface du roc et des dépôts meubles, dont le suffixe sera B. Finalement, le suffixe A signifiera que l'eau est récoltée dans le roc profond. Par ailleurs, la désignation des eaux d'infiltration peut être apparentée aux eaux tirées de l'horizon C tandis que les eaux de la nappe phréatique le sont plutôt aux eaux des horizons B et A.

La figure 26 détaille ainsi les résultats mensuels d'activité bêta-total dans les échantillons composites d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique provenant de l'ASDR. De nouveau cette année, toutes les valeurs mensuelles de chacune des trois provenances se situent dans le même ordre de grandeur que les taux d'activité bêta-total généralement retrouvés dans les cours d'eau naturels, taux dont la valeur peut varier entre 0,005 et 0,2 Bq.L⁻¹ (McDougall, 2007). Le coefficient de variation de la distribution de données pour les eaux souterraines est cependant légèrement plus élevé que par les années passées. D'autre part, la valeur mensuelle maximale recensée en 2010 est effectivement liée à l'eau de la nappe phréatique, mesurée à 0,19 Bq.L⁻¹ en septembre 2010. Bien que le profil de valeurs soit plus variable que les situations précédemment observées, ces dernières sont tout de même toutes à l'intérieur de la marge citée dans la littérature scientifique. Cette situation ne nécessite pour le moment aucune analyse de causalité supplémentaire.

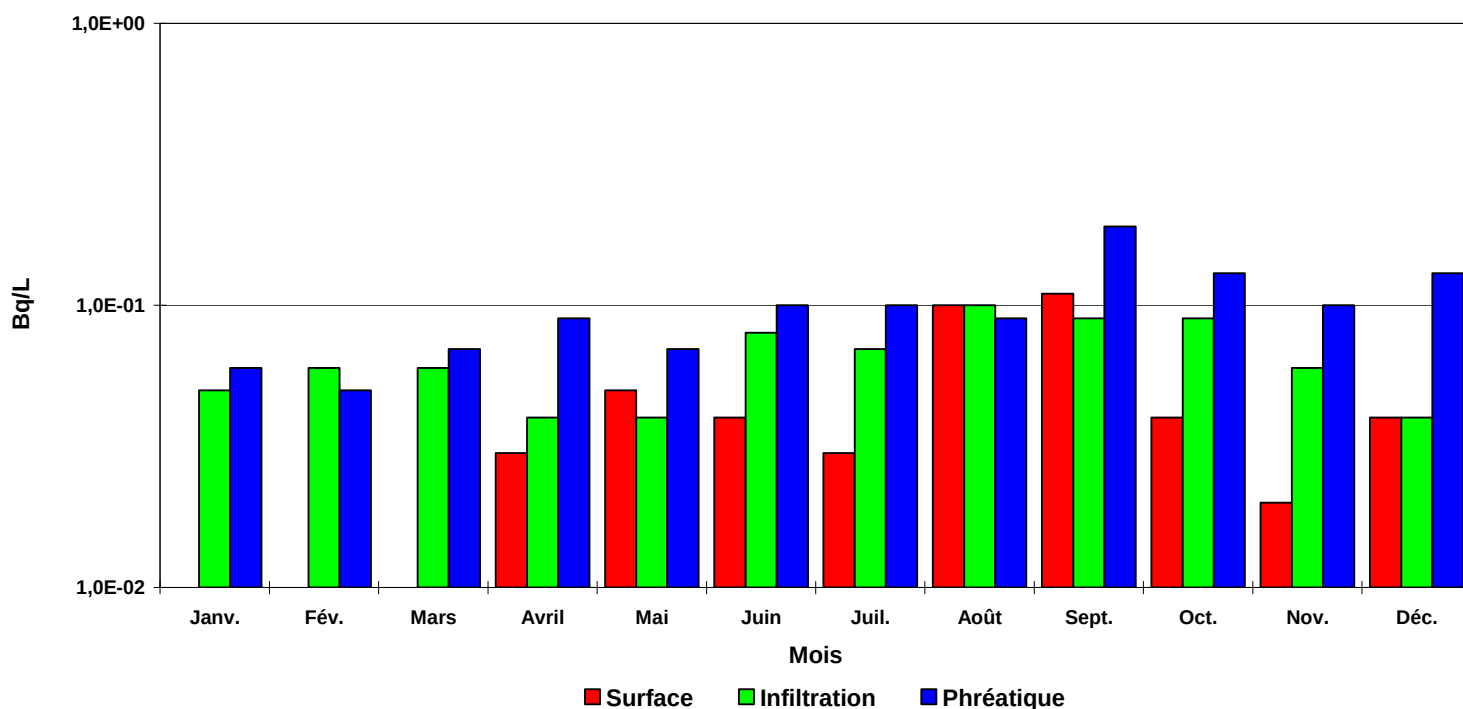


Figure 26: Activité bêta-total mensuelle dans les échantillons composites d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'ASDR pour l'année 2010

En ce qui concerne les valeurs issues des mêmes trois types d'échantillons d'eau provenant de l'ASSCI, les résultats mensuels de l'année 2010 sont illustrés à la figure 27. Contrairement à la situation prévalant à l'ASDR, les valeurs mensuelles d'activité bêta-total contenue dans les eaux d'infiltration et de la nappe phréatique sont sans variation. Le profil des valeurs est légèrement différent en ce qui a trait à l'eau de surface. Bien que plus variable, l'eau de surface étant sujette à la contamination directe des émissions atmosphériques à la cheminée principale, les valeurs mensuelles de cette matrice culminent à une concentration maximale de $0,27 \text{ Bq.L}^{-1}$ en janvier 2010. Cette valeur est légèrement supérieure à celle rapportée par McDougall (McDougall, 2007).

Le rapport annuel de l'année 2009 (Hydro-Québec, 2010) faisait état de deux excursions mensuelles d'activité bêta-total dans l'eau de surface de l'ASSCI, aux mois de juin et décembre, pour lesquelles l'entreprise devait porter une attention particulière au cours de l'année 2010. Un de ces deux événements de 2009 impliquait une concentration de $3,70 \text{ Bq.L}^{-1}$. Hydro-Québec réitère donc les constats préliminaires avancés l'an passé faisant état de l'absence de lien entre les deux événements et confirme également que ces deux valeurs ne se sont pas traduites en tendance soutenue. Aucune des valeurs mensuelles de l'année 2010 ne s'est approchée d'une telle marge, en aucun moment. Par ailleurs, aucune indication supplémentaire ne peut quant à elle confirmer une possible contamination d'échantillons comme étant la cause réelle de ces deux valeurs plus élevées.

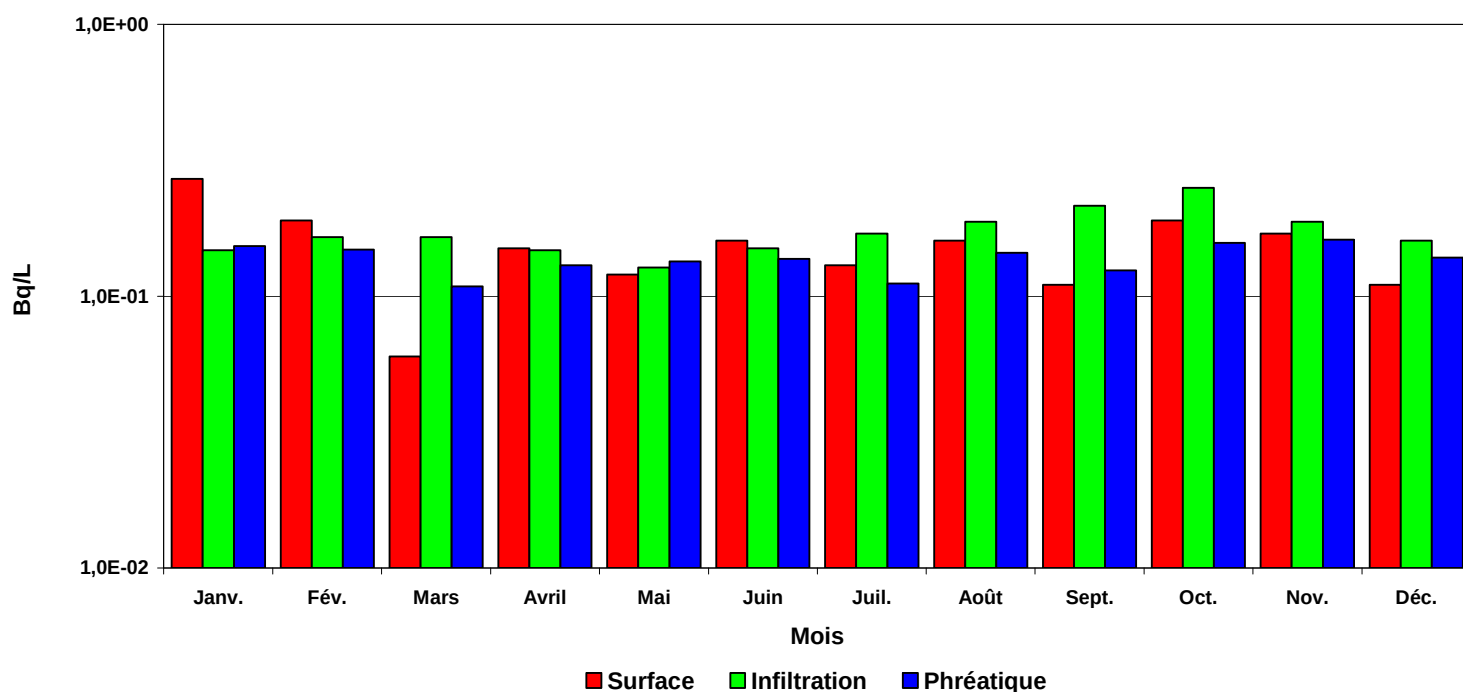


Figure 27: Moyenne mensuelle de l'activité bêta-total dans les eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2010

4.2.3. Eaux d'infiltration

La figure 28 présente les résultats mensuels d'activité en tritium dans les échantillons d'eau d'infiltration à l'ASDR pour l'année 2010 (carte 6) tandis que la figure 29 montre les concentrations annuelles moyennes dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour les cinq dernières années. Sur le site de la centrale Gentilly-2, le sens d'écoulement des eaux d'infiltration et souterraines à proximité de l'ASDR est bien connu, modélisé et documenté. Elles y migrent selon un axe nord-est vers sud-ouest pour en partie ressurgir au fleuve Saint-Laurent, légèrement en amont de la station de pompage du site de Gentilly (Hydro-Québec, 1981).

Quatre piézomètres, dédiés aux eaux d'infiltration, sont localisés de façon à intercepter toutes les eaux transitant à proximité de l'ASDR. Au niveau de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration, l'année 2010 perpétue la tendance, à savoir que les concentrations croissent généralement du point I-14 au point I-16. À preuve, la valeur mensuelle la plus élevée de l'année 2010 est liée à un échantillon du piézomètre I-16, soit à une concentration de 3 772 Bq.L⁻¹, ce qui représente une légère baisse pour cette structure phare comparativement à l'année précédente. C'est également là un scénario attendu pour cet ouvrage dont les valeurs maximales s'observent historiquement en période automnale. À la revue de la figure 28, on peut également constater une hausse perceptible, en mai 2010, des concentrations du point I-14 suivie d'un retour graduel aux valeurs normales. Compte-tenu de cette valeur maximale relativement faible (1 039 Bq.L⁻¹) atteinte durant ce court cycle, aucune recherche approfondie des causes ne fut entreprise. Cependant, on pourra constater que cette hausse momentanée ne s'est pas répercutée aux autres puits.

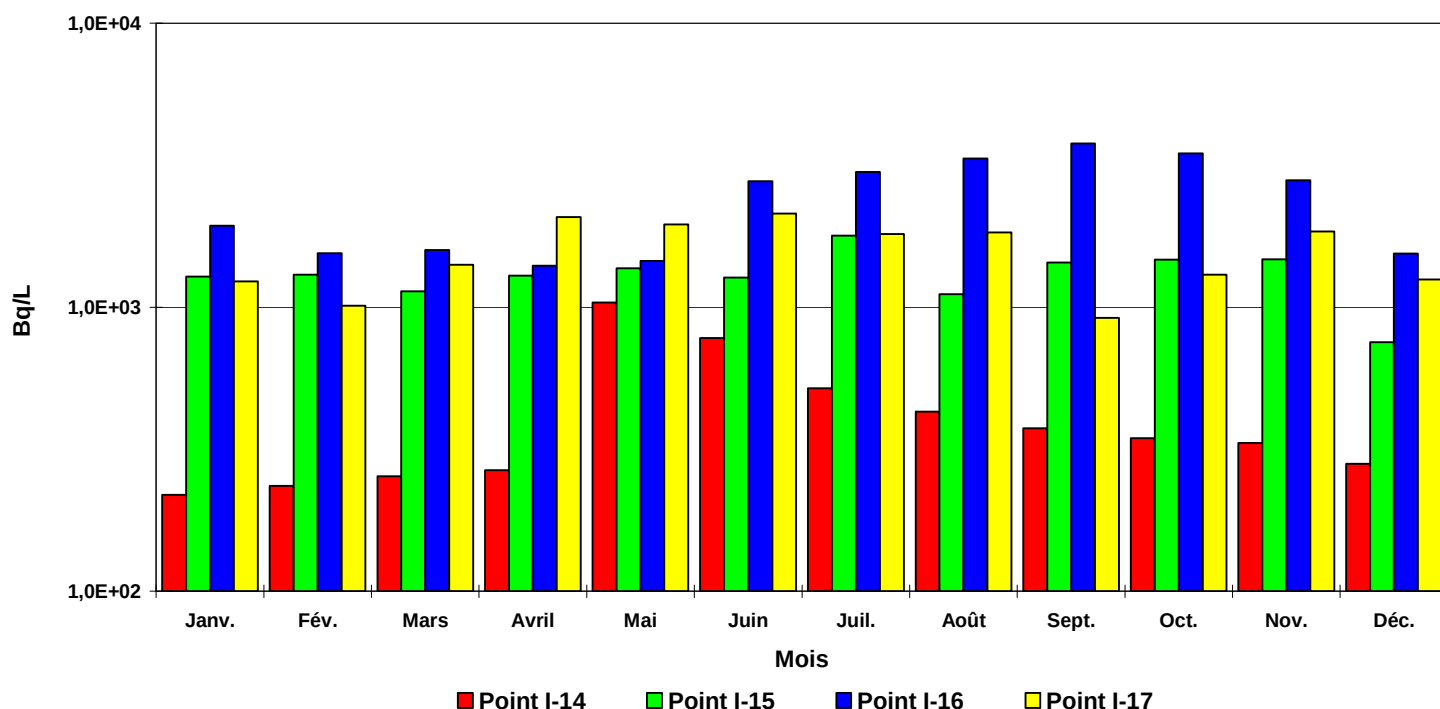


Figure 28: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour l'année 2010

À la figure 29, on constate une relative stabilité des concentrations annuelles moyennes de tritium dans l'eau d'infiltration près de l'ASDR et ce, depuis bon nombre d'années. Avec une valeur moyenne annuelle mesurée à $1\,308\text{ Bq.L}^{-1}$, le puits I-15 est le seul présentant une hausse en comparaison de l'année 2009. Cette valeur est tout de même inférieure à celles de I-17 et de I-16.

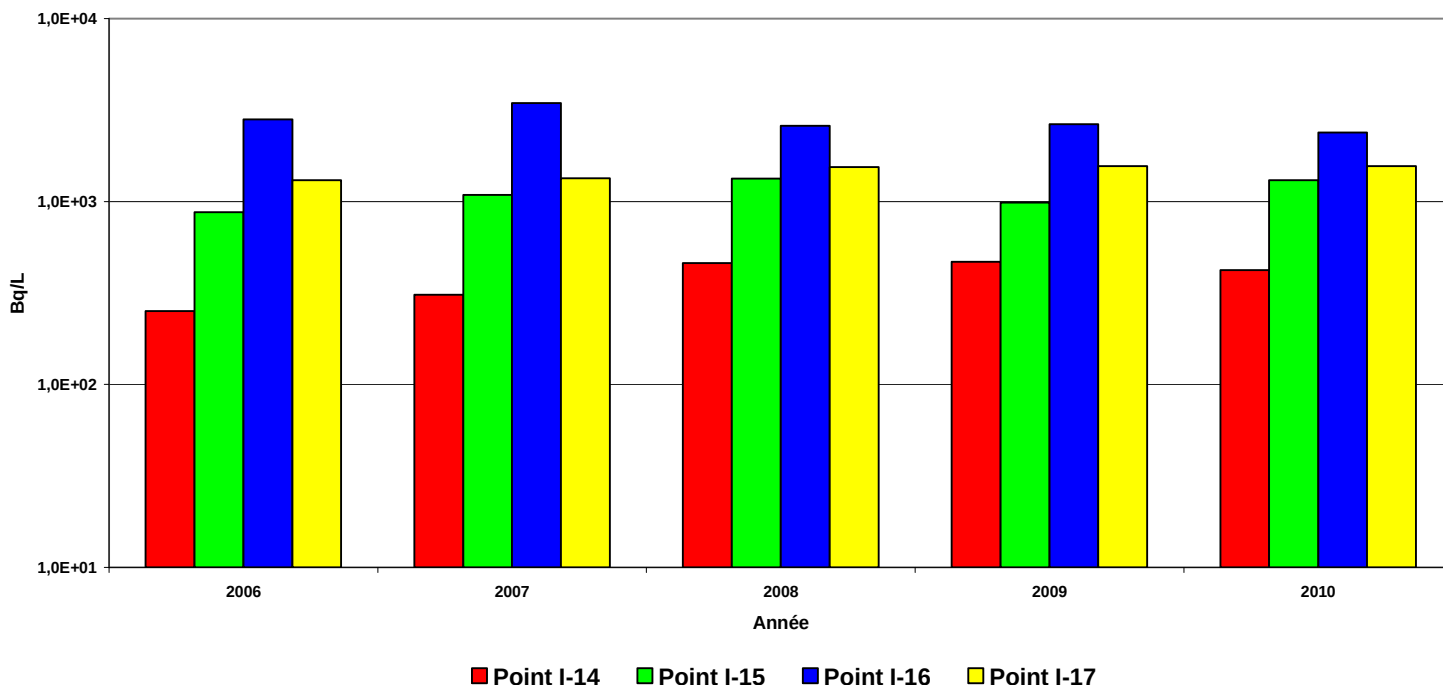


Figure 29: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour la période 2006-2010

La figure 30 présente les mêmes activités mensuelles de tritium mais dans les eaux d'infiltration de l'ASSCI pour l'année 2010 (carte 7). La figure 31 reprend les concentrations annuelles moyennes de tritium dans l'eau d'infiltration de l'ASSCI et ce, pour les cinq dernières années. En ce qui a trait à ces concentrations propres à l'ASSCI, le programme de surveillance radiologique de l'environnement compte également sur l'apport de quatre différents points de contrôle.

D'une part, on retrouve une valeur mensuelle élevée associée au point I-1, au cours du mois de décembre 2010. Une concentration de $8\,229\text{ Bq.L}^{-1}$ a en effet été mesurée à cet ouvrage situé au nord-est de l'installation de stockage. À première vue, les éléments explicatifs et le contexte entourant cette mesure sont quelque peu difficiles à cerner. Bien qu'il ne s'agisse pas là d'une valeur alarmante, c'est tout de même la seule valeur individuelle qui ait excédé l'actuelle norme de consommation d'eau potable ($7\,000\text{ Bq.L}^{-1}$).

Pour ce même mois de décembre, les rejets de tritium à la cheminée principale n'ont pas été supérieurs à la moyenne. Les valeurs de tritium mesurées dans l'eau de surface récoltée à proximité du point I-1 n'ont pas été non plus à la hausse de façon significative. Il importe finalement de constater que les deux concentrations mensuelles précédant et suivant celle du mois de décembre 2010 ont été respectivement de 1 400 Bq.L⁻¹ et 4 055 Bq.L⁻¹, ce qui fournit une indication sur le caractère épisodique de cette valeur dont les causes, bien qu'elles demeurent indéfinies, ne semblent pas associées à un événement d'exploitation particulier.

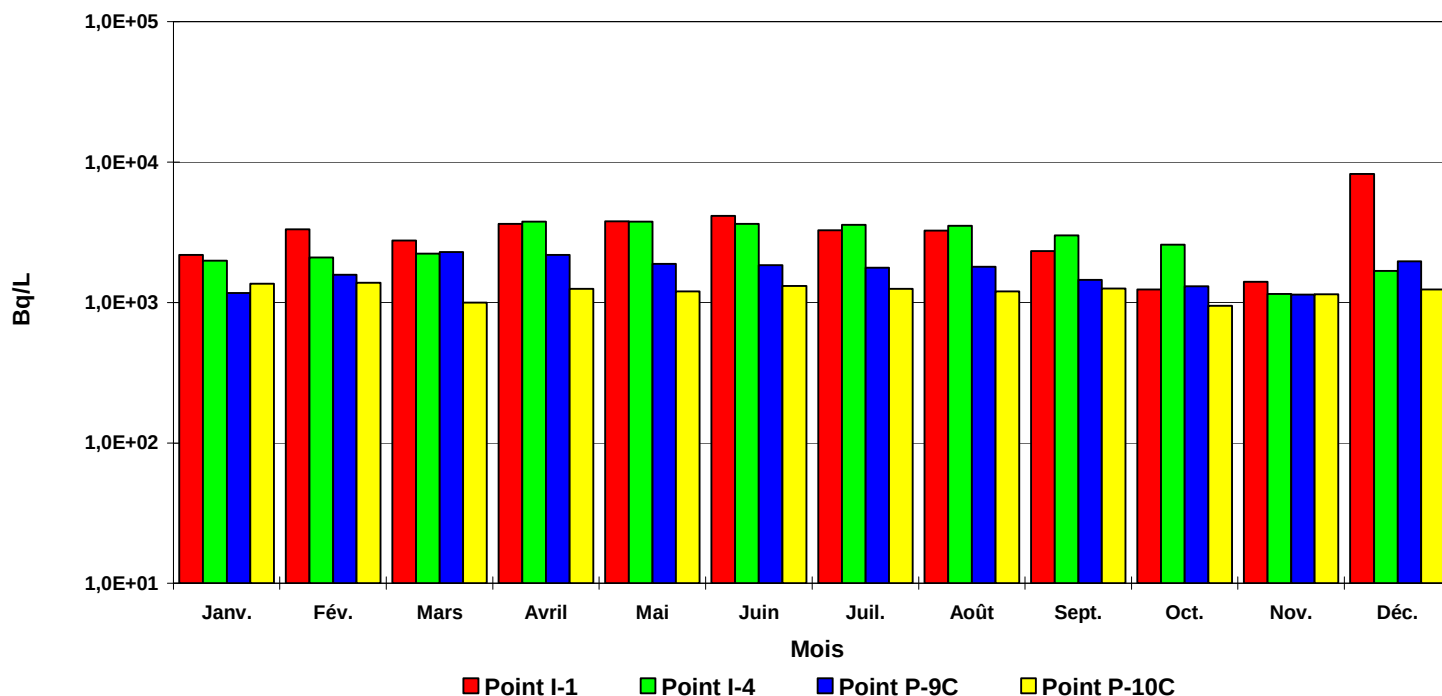


Figure 30: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour l'année 2010

La figure 31 comparant les concentrations annuelles moyennes de tritium de chacun des quatre points de mesures localisés autour de l'ASSCI (carte 7) témoigne d'une situation sans changement important depuis bon nombre d'années. À la revue des deux années les plus récentes, la seule variation digne de mention est celle du point I-1, en hausse de près de 24 %, entre autres influencée par la concentration élevée du mois de décembre 2010 et abordée dans le cadre de la figure 30.

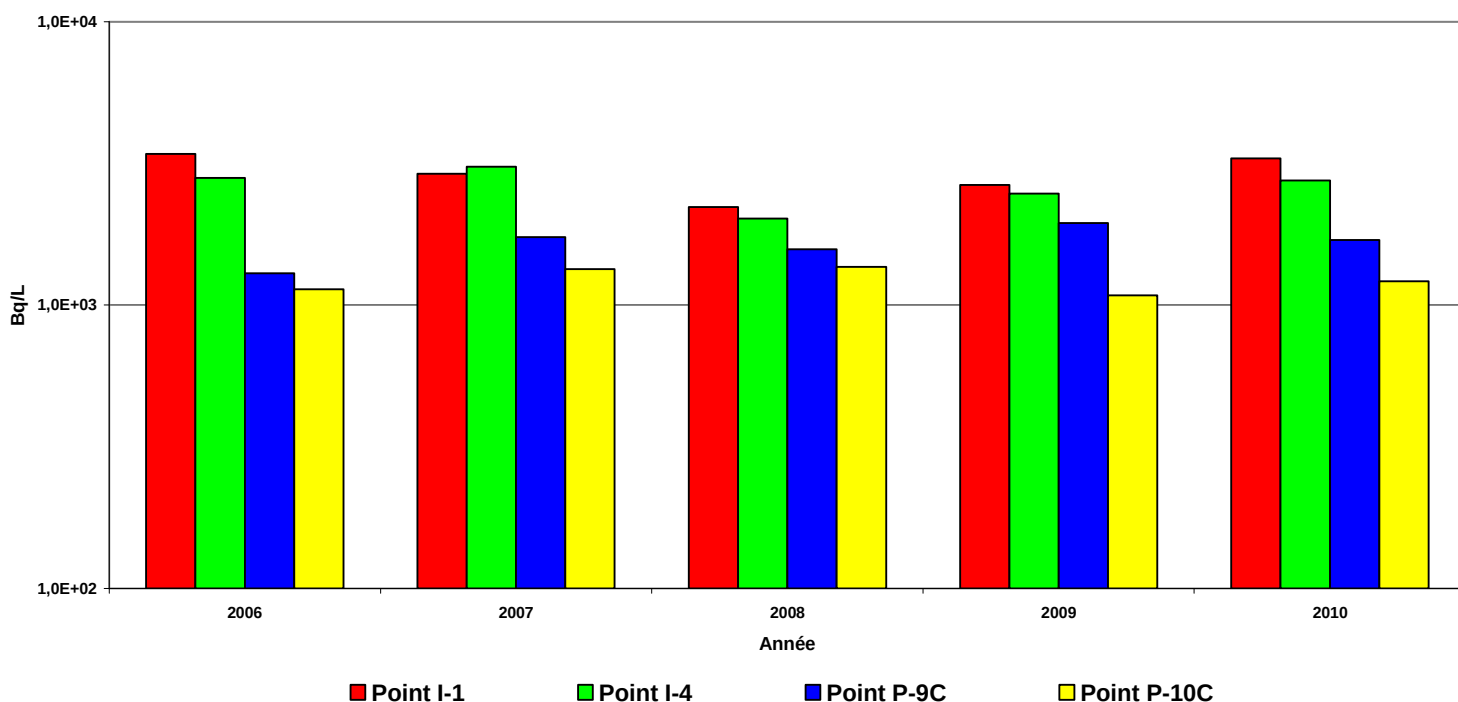


Figure 31: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour la période 2006-2010

4.2.4. Eaux de la nappe phréatique

L'eau de la nappe phréatique est également suivie afin d'en analyser la qualité physico-chimique. Les échantillonnages se font de façon semestrielle, soit au printemps et à l'automne. Au total, sept piézomètres sont suivis : P5, P7, P22, P31, P36, PX et PY (carte 9). Les piézomètres retenus pour la surveillance des eaux souterraines couvrent les secteurs suivants de la centrale :

- Nord de l'ancienne usine de traitement d'eau (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 échantillons sont prélevés et conservés conformément à la plus récente édition du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales (Le Griffon d'argile, 2008). Le tableau 18 présente la moyenne des résultats, par horizon, pour les 28 paramètres physico-chimiques ainsi que le tritium suivi dans les eaux souterraines autour des aires de stockage des déchets en 2010.

Tableau 18 Résultats (moyennes) des analyses physico-chimiques et de tritium pour les eaux souterraines, horizons A, B et C, Gentilly-2, 2010.

Paramètres	Critère et unité	Moyenne annuelle		
		Horizon A	Horizon B	Horizon C
pH	---	8,57	8,35	7,88
Alcalinité	mg.L ⁻¹	633	472	264
Chlorures	860 mg.L ⁻¹	2 314	835	30
Conductivité	µS.cm ⁻¹	5 329	2 673	876
Nitrates & nitrites	200 mg N.L ⁻¹	0,17	0,31	0,74
Phosphates	3,0 mg P.L ⁻¹	1,8	1,9	1,4
Sulfates	mg.L ⁻¹	167,7	281,0	195,4
Carbone organique total	mg.L ⁻¹	43,7	24,7	2,9
Plomb	0,034 mg.L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002
Titane	mg.L ⁻¹	0,027	0,017	0,007
Hydrocarbures	mg.L ⁻¹	0,33	0,33	0,15
Argent	0,00062 mg.L ⁻¹	<0,001	<0,001	<0,001
Aluminium	0,75 mg.L ⁻¹	0,496	0,334	0,158
Baryum	5,3 mg.L ⁻¹	8,7	0,3	0,1
Bore	mg.L ⁻¹	0,905	0,816	0,144
Calcium	mg.L ⁻¹	15,4	62,7	103,7
Cadmium	0,0021 mg.L ⁻¹	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Cobalt	0,5 mg.L ⁻¹	0,029	0,001	0,001
Chrome	0,016 mg.L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002
Cuivre	0,0073 mg.L ⁻¹	0,002	0,002	0,003
Fer	mg.L ⁻¹	0,152	0,190	0,067
Potassium	mg.L ⁻¹	8,4	10,8	6,6
Magnésium	mg.L ⁻¹	18,8	20,2	17,6
Manganèse	mg.L ⁻¹	0,007	0,169	0,544
Molybdène	2 mg.L ⁻¹	<0,002	<0,002	<0,002
Sodium	mg.L ⁻¹	1519	533	42
Nickel	0,260 mg.L ⁻¹	0,006	<0,005	<0,004
Zinc	0,067 mg.L ⁻¹	0,013	<0,003	0,012
Tritium	Bq.L ⁻¹	473	696	970

À l'horizon A, quelques dépassements de critères (résultats mensuels) sont notés pour les chlorures (3), le baryum (2) et l'aluminium (1) au piézomètre P-22 situé au sud de l'ASDR. On note également quelques dépassements pour les phosphates au piézomètre P-31 situé à l'ouest de l'ASDR. C'est dans cet horizon (roc profond) que l'on constate le plus grand nombre de dépassements de critères.

À l'horizon B, un seul dépassement de critère est observé pour les chlorures au piézomètre P-22, tandis que deux dépassements sont dénombrés pour l'aluminium aux piézomètres P22 et P31. Finalement, un seul dépassement pour les phosphates est recensé au piézomètre P-31.

À l'horizon C, un seul dépassement est noté pour l'aluminium au piézomètre P-Y, à l'est de l'IGDRS.

Les concentrations élevées en sels minéraux sur le site sont bien documentées et s'expliquent par la présence naturelle d'eaux d'origine marine (Hydro-Québec, 2003) et (Barbeau et Groleau, 2007). Ceci explique la haute conductivité et la forte concentration de chlorures près de l'ASDR. En 2003, on mesurait également des concentrations de baryum au piézomètre P-22 de 10 fois supérieures au critère de la politique de protection des sols et des terrains contaminés (Hydro-Québec, 2003). La situation du baryum est donc bien connue et documentée. Un gisement est d'ailleurs en exploitation à Upton. Les concentrations élevées, supérieures aux critères de la politique, sont donc d'origine naturelle.

4.2.4.1. *Tritium*

Le regroupement de piézomètres de la section précédente compte également le suivi du tritium. Les concentrations les plus élevées y sont mesurées dans l'horizon C, sujet à l'influence des rejets atmosphériques. À cet horizon, les piézomètres aux valeurs les plus élevées sont les P-7, P-22 et P-X, situés respectivement à l'ouest de l'IGDRS, au sud de l'ASDR et au nord de l'IGDRS (Carte 9). En 2010, la plus haute concentration de tritium mesurée a été de 1 846 Bq.L⁻¹ à P-22. La moyenne annuelle pour l'horizon C est de 970 Bq.L⁻¹. Dans l'ensemble des piézomètres et des différents horizons, la moyenne en tritium se situe à 713 Bq.L⁻¹ alors qu'en 2009, cette moyenne était plutôt de 675 Bq.L⁻¹.

La figure 32 présente les résultats d'analyses mensuelles de l'activité tritium dans l'eau de la nappe phréatique en six autres sites couvrant à la fois les zones d'exclusion et régionale environnante pour l'année 2010. Ce volet du suivi regroupe les points A-1, D-1, D'-1, E-5, EP-2 et A'-5 (carte 2). La figure 33 présente quant à elle les valeurs mensuelles d'activité de tritium dans l'eau de la nappe phréatique mesurée à d'autres points de prélèvement, tous localisés à l'ASSCI, pour l'année 2010.

D'une part, un premier regroupement des trois points A'-5, E-5 et EP-2 intègre des sites localisés hors de la zone d'exclusion du site de Gentilly. Ces puits se veulent donc représentatifs des impacts que pourraient impliquer les différents rejets de la centrale Gentilly-2 en ce qui a trait aux eaux de la nappe phréatique pour d'autres propriétés sises hors-site. En 2010, les valeurs mensuelles d'activité en tritium liées à ces trois points ont toutes été sous les limites de détection. Or, lesdites limites de détection ont été améliorées suite à une revue de la méthode d'analyse faisant en sorte qu'à partir du mois de février 2010, elles passent d'une valeur de 17 Bq.L⁻¹ à une valeur oscillant entre 4 et 6 Bq.L⁻¹.

Le second regroupement de points, nommément A-1, D-1 et D'-1, porte plus particulièrement sur le site où est aménagé l'ASDR, en zone d'exclusion. De ces trois points, les valeurs maximales proviennent du puits A-1. La concentration maximale de tritium de ce puits fut mesurée à 266 Bq.L⁻¹ en mars 2010. Bien que maximale, cette valeur ne représente qu'une très faible hausse pour ce mois. La figure semble laisser présager des fluctuations importantes pour le point D'-1 mais sa valeur mensuelle maximale de 178 Bq.L⁻¹ permet de juger ces variations dans leur juste contexte.

Les conditions hydrogéologiques du site de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sont quant à elles bien connues. À ce titre, une étude avait notamment conclu que les puits privés ceinturant la zone dite rapprochée et tirant leur eau du socle rocheux ne sauraient être sujets à l'influence du site de Gentilly puisque le sens d'écoulement des eaux souterraines est plutôt en direction du fleuve (Barbeau et Côté, 2004). En aucun temps, les eaux souterraines migrant par le site de Gentilly ne pourraient s'écouler en direction d'aires d'alimentation de puits privés de propriétés attenantes. La qualité de l'eau des puits tirée du sable des hautes terrasses pourrait par ailleurs être influencée par la qualité des eaux de surface, elles-mêmes pouvant être soumises aux retombées atmosphériques lors de précipitations (Hydro-Québec, 1981).

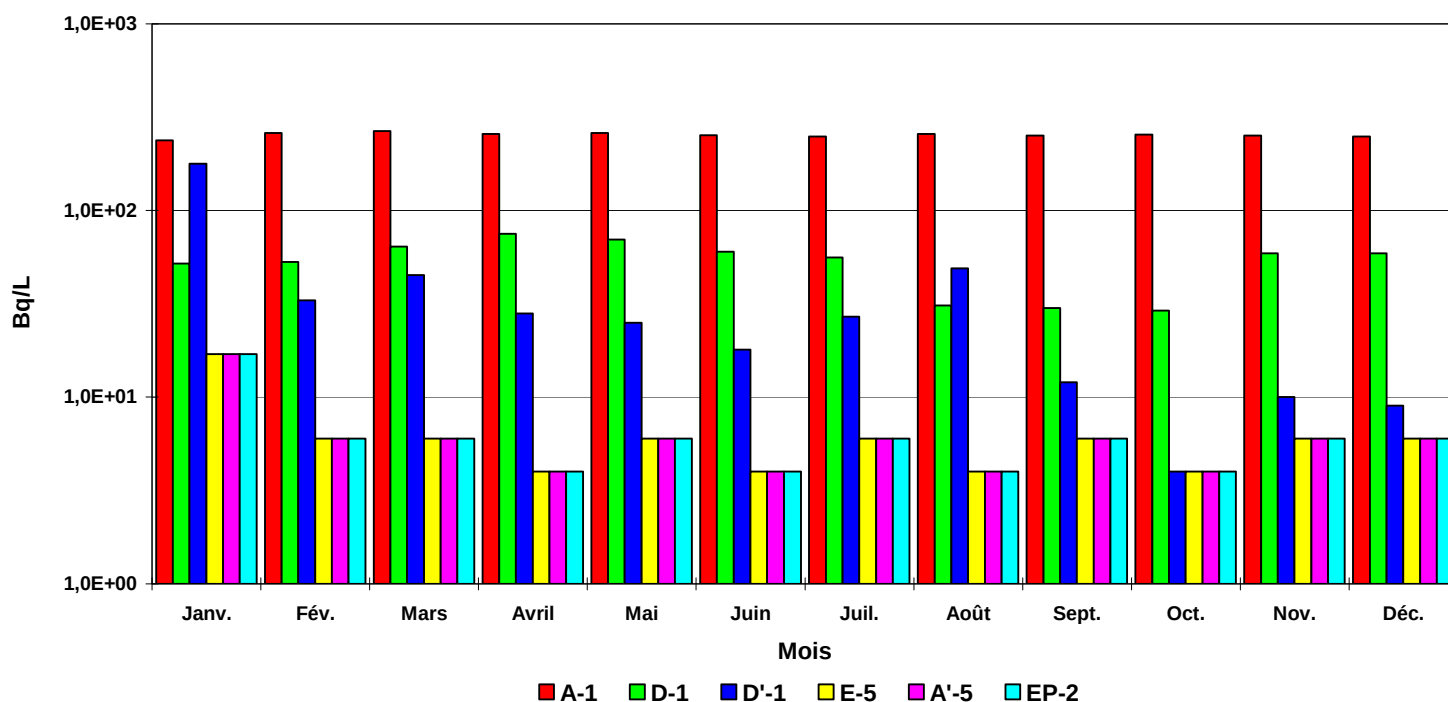


Figure 32: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique aux points A-1, D-1, D'-1, E-5, A'-5 et EP-2 pour l'année 2010

Pour le même suivi des concentrations mensuelles d'activité en tritium, mais aux échantillons d'eau de la nappe phréatique de l'ASSCI en 2010, la figure 33 montre que toutes les variations sont faibles pour tous les points d'échantillonnage. Le seul point où des variations légèrement plus marquées apparaissent est le point P-9B. Sa valeur maximale fut enregistrée à 2 659 Bq.L⁻¹ en avril 2010. Hormis les quelques variations de ce point, toutes les concentrations mensuelles ont été significativement inférieures à la limite permise dans l'eau potable (7 000 Bq.L⁻¹). Spécifiquement pour les ouvrages récoltant l'eau à la jonction du roc et des dépôts meubles (points dont le suffixe est B), les valeurs sont généralement les plus élevées de tout le regroupement de puits. Pour les autres ouvrages récoltant plutôt l'eau dans le roc profond (points dont le suffixe est A), une seule des concentrations mensuelles est supérieure à 1 000 Bq.L⁻¹, à la structure P-9A en janvier 2010.

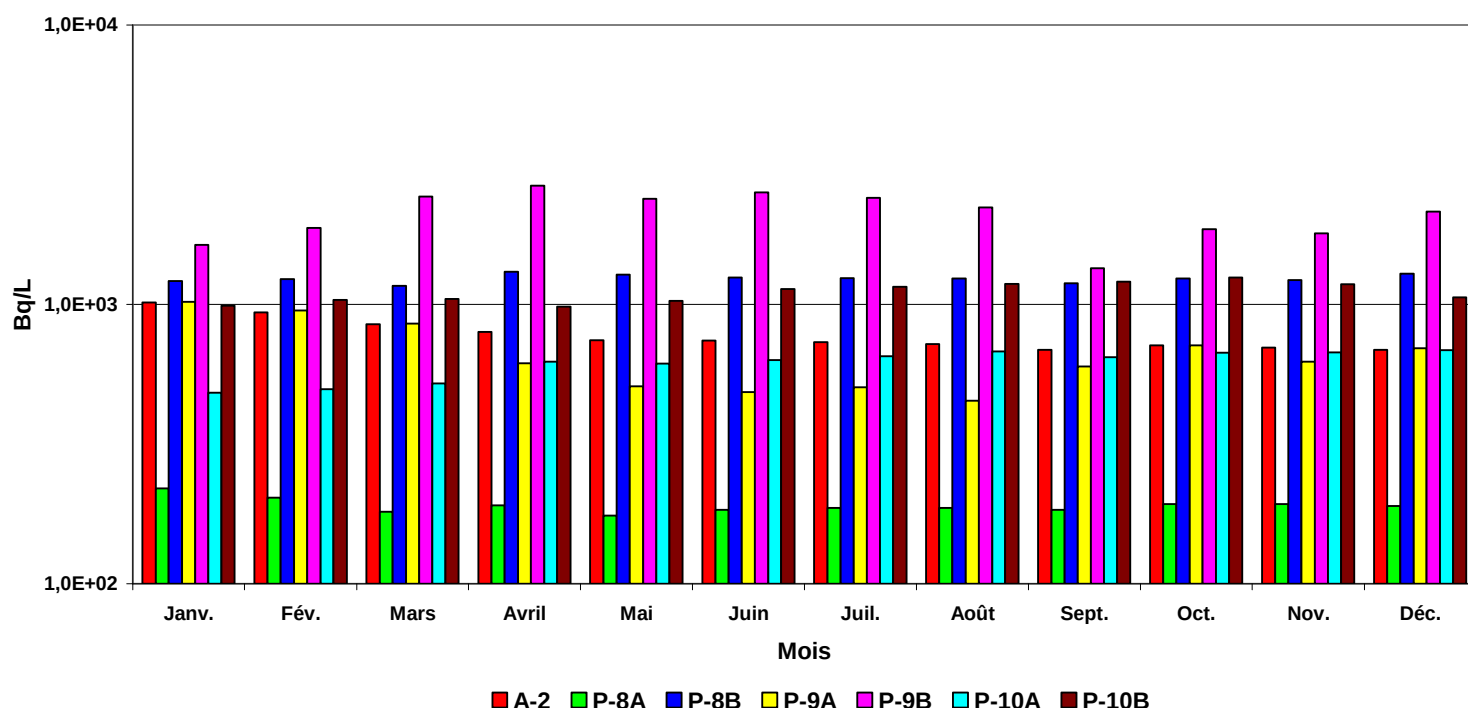


Figure 33: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2010

Les résultats d'activité bêta-total des échantillons d'eau prélevés dans la nappe phréatique de l'ASDR et de l'ASSCI ont été discutés dans la section 5.2.2, aux figures 26 et 27. Puisque les eaux de cet horizon de sols sont très peu susceptibles d'être influencées par les rejets radiologiques atmosphériques de la cheminée principale, les données recueillies confirment les faibles valeurs d'activité bêta-total, sans grande variation tout au long de l'année 2010 et ce, malgré une hausse de faible ampleur en période automnale à l'ASDR.

Le programme de surveillance environnementale prévoit également la prise de mesures des niveaux piézométriques deux fois par année. Le tableau suivant présente une moyenne des mesures (mètres) prises dans les piézomètres P5, P7, P22, P31, P36, PX, PY au cours des mois d'avril et octobre 2010.

Tableau 19 Mesure du niveau à partir du couvercle du piézomètre, Gentilly-2, 2010.

Date de la prise de mesure	Horizon A	Horizon B	Horizon C
MOYENNE (m)			
2010-04-14	4,33	3,30	3,13
2010-10-28	4,37	3,21	3,11

4.2.5. Suivi du dépôt à neige

Le dépôt à neige est situé sur le site de Gentilly-2 à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations, au sud de l'IGDRS (carte 9). La fréquence d'échantillonnage, pour les eaux souterraines et de surface, est hebdomadaire durant la période de fonte des neiges, ainsi qu'une fois au courant du mois de juillet puis une toute dernière au mois d'octobre.

Les paramètres physico-chimiques analysés dans le cadre du suivi du dépôt à neige sont pour les eaux souterraines, le cadmium, le plomb, le zinc, les chlorures, le cyanure, le chrome, le cuivre et le fer alors que pour les eaux de surface, les MES, les chlorures et les C_{10} - C_{50} sont analysés.

Le principal contaminant radiologique suivi dans les eaux souterraines et de surface est le tritium sous la forme d'eau tritiée, qui provient des rejets de la cheminée et des aires de stockage des déchets solides radioactifs. Une spectrométrie gamma est également effectuée pour les échantillons prélevés.

4.2.5.1. Eaux souterraines

Au chapitre des eaux souterraines, quatre piézomètres sont suivis et pour chacun, des analyses sont faites aux horizons A, B et C. Le tableau suivant présente un sommaire des résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques et radiologiques dans le cadre du suivi en période de fonte des neiges sur le site de Gentilly-2 en 2010 pour l'ensemble des quatre piézomètres et trois horizons.

Tableau 20 Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux souterraines au suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2010.

Paramètres	Norme	Horizon A (moy)	Valeur maximum	Horizon B (moy)	Valeur maximum	Horizon C (moy)	Valeur maximum
Chlorure (mg.L ⁻¹)	860 mg.L ⁻¹	311	1 100,0	112,9	220	18,6	40
Cyanure (mg.L ⁻¹)	NA	0,007	0,030	0,006	0,006	0,006	0,01
Cadmium (mg.L ⁻¹)	0,0021 mg.L ⁻¹	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Chrome (mg.L ⁻¹)	NA	0,002	0,004	0,002	0,005	< 0,002	0,003
Cuivre (mg.L ⁻¹)	0,0073 mg.L ⁻¹	0,003	0,011	0,004	0,033	0,002	0,016
Fer (mg.L ⁻¹)	NA	0,199	1,100	0,252	4,5	0,749	5,2
Plomb (mg.L ⁻¹)	0,034 mg.L ⁻¹	0,002	0,002	0,002	0,007	0,002	0,005
Zinc (mg.L ⁻¹)	0,067 mg.L ⁻¹	0,006	0,038	0,008	0,08	0,005	0,023
Tritium (Bq.L ⁻¹)	NA	32,4	111,0	294,6	625	681	2 067
Spectro gamma (Bq.L ⁻¹)	NA	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5

Les résultats physico-chimiques démontrent un respect des normes dans 99 % des analyses. Les quelques dépassements touchent les chlorures, naturellement élevées dans l'horizon A sur le site de Gentilly-2, le cuivre pour les trois horizons et le zinc à l'horizon B. Somme toute, ces éléments ne se retrouvent pas dans la composition des essences et des huiles, ce qui élimine la possibilité que ces teneurs élevées soient d'origine anthropique. Un rapport externe (Barbeau et Groleau, 2007) mentionne que les eaux souterraines au site de Gentilly sont naturellement riches en minéraux. Ceci appuie donc nos conclusions à l'effet que ces concentrations plus élevées sont d'origine naturelle.

Les résultats d'analyses pour le tritium démontrent des concentrations relativement faibles (moyenne de 32, 295 et 681 Bq.L⁻¹ respectivement pour les horizons A, B et C). Les valeurs sont plus élevées à l'horizon C (surface) qu'aux horizons B et A (couches profonde et supérieure du roc). Les concentrations les plus élevées en tritium se retrouvent toutes au niveau C du piézomètre P1 situé près de la vanne guillotine. La plus haute valeur obtenue (2067 Bq.L⁻¹) a été mesurée le 15 mars 2010. S'en est suivie une décroissance jusqu'en octobre, où les valeurs sont revenues à 955 Bq.L⁻¹. Nous n'observons pas cette tendance pour les résultats en tritium des autres piézomètres (horizon C), où à eux seuls, ils impliquent une moyenne annuelle de l'ordre de 327 Bq.L⁻¹. L'ensemble des résultats démontre que les eaux de fonte du dépôt à neige migrent d'avantage vers le nord et suivent l'écoulement naturel du sous-sol.

4.2.5.2. Eaux de surface

Dans le cadre du suivi fait lors de la fonte des neiges, des analyses physico-chimiques et radiologiques sont également réalisées sur des échantillons d'eau pris à la chambre de contrôle de la vanne guillotine, située à l'ouest de l'amas de neige et ce, une fois par semaine jusqu'à la fonte totale de cet amas. D'autres mesures sont également prises en juillet et octobre. En 2010, le suivi de la fonte de l'amas de neige s'est effectué pendant cinq semaines au cours des deux premiers trimestres de l'année. Par la suite, deux autres séries d'analyses ont été effectuées à l'été et à l'automne tel que prévues au programme.

Le tableau suivant présente une moyenne des résultats obtenus pour l'ensemble des analyses des eaux de surface dans le cadre du suivi de la fonte des neiges au site de Gentilly en 2010.

Tableau 21 Résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2010.

Paramètres	Norme	MOYENNE ANNUELLE	MAXIMUM
C ₁₀ -C ₅₀ (mg.L ⁻¹)	3,5 mg.L ⁻¹	< 0,1	0,2
MES (mg.L ⁻¹)	30 mg.L ⁻¹	69,2	177
Chlorures (mg.L ⁻¹)	860 mg.L ⁻¹	99,6	240
Tritium (Bq.L ⁻¹)	NA	880,8	1273
Spectro gamma (Bq.L ⁻¹)	NA	< 0,4	0,52

En ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, seuls les résultats d'analyse des matières en suspension (MES) présentent des dépassements de critères, soit six échantillons sur neuf. Considérant que l'amas de neige est positionné sur une surface constituée principalement d'un mélange de terre et de sable, il est possible que ceci explique les dépassements de ce critère, malgré la présence des boudins et de membranes. Toutes les autres analyses sont inférieures aux normes. En début 2011, l'amas de neige fut d'ailleurs localisé dans la partie sud-est du dépôt à neige afin de maximiser la distance, ainsi que le temps de décantation, avant l'aboutissement des eaux à la vanne.

Les résultats des analyses de tritium et des spectrométrie gamma démontrent des valeurs maximales en avril, au moment où la fonte des neiges est à son plus fort. Les résultats d'analyses radiologiques pour l'eau de surface sont également similaires à ceux mesurés à l'horizon C au piézomètre P1.

4.2.6. Eau potable

Conformément à son programme de surveillance radiologique de l'environnement, Hydro-Québec a également procédé, en 2010, à l'analyse mensuelle d'eau potable distribuée dans les localités de Champlain, Gentilly et Trois-Rivières, chacune possédant un point d'approvisionnement distinct. L'eau potable de la ville de Drummondville a aussi été échantillonnée afin d'établir une référence qui ne saurait être affectée par l'exploitation de la centrale Gentilly-2. Pour toute l'année 2010, les résultats mensuels d'activité de tritium dans l'eau ont été inférieurs au seuil de détection. À l'instar des volets relatifs au suivi du tritium dans les eaux souterraines, le seuil de détection a été revu à la baisse en février 2010 passant de 18 Bq.L^{-1} à une valeur pouvant osciller entre 4 et 6 Bq.L^{-1} . Cette année encore, aucune valeur mesurée de tritium n'aura été détectée dans les eaux d'aqueduc.

4.3. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS

4.3.1. Sol arable

Tous les prélèvements de sol arable sont effectués aux quatre fermes faisant partie du programme de surveillance de la production laitière (carte 2). Pour l'année 2010, les échantillonnages ont été effectués au printemps, en avril, de même qu'à l'automne, en octobre.

En ce qui concerne la détection de tritium, seules les deux fermes localisées en rive sud soit la ferme F.R. et, dans une moindre mesure, la ferme K.D. présentent des échantillons de sols où des teneurs en tritium ont été supérieures à la limite de détection. La valeur maximale de la ferme F.R. fut de $6,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$ de matière sèche, en légère baisse comparativement à l'année précédente. D'autres radioéléments ont aussi été ponctuellement mesurés dont le césium-137 pour lequel la concentration unitaire la plus élevée en fut une mesurée à la ferme F.R. à $9,0 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Ces faibles concentrations sont plutôt attribuables aux retombées atmosphériques d'essais nucléaires passés, la période radioactive du césium-137 étant légèrement supérieure à 30 ans. Tel qu'attendu, des concentrations de potassium-40 ont aussi été relevées, à une valeur maximale de 802 Bq.kg^{-1} , mais ce radioélément est naturellement présent dans l'environnement et cette mesure en est le reflet.

4.3.2. Sédiments dynamiques

Les résultats d'analyse des sédiments dynamiques, particules en suspension transportées puis décantées dans l'eau du fleuve Saint-Laurent, sont présentés au tableau 22. Contrairement aux modalités de suivi figurant au programme de surveillance radiologique de l'environnement, seules deux campagnes d'échantillonnage ont été menées à bien, trois étant initialement prévues.

Tableau 22 **Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent dans la région immédiate de Gentilly-2, 2010.**

MOIS	POINT	ACTIVITÉ (Bq.kg ⁻¹)							
		⁶⁰ Co	¹²⁴ Sb	⁹⁵ Zr	⁹⁵ Nb	¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	⁷ Be	⁴⁰ K
Juillet	A	0,28 ± 0,06	< 0,31	< 0,64	< 0,41	< 0,80	7,3 ± 0,2	117 ± 2	701 ± 16
	B	314 ± 4	58,5 ± 0,9	24,3 ± 0,4	49,3 ± 0,8	9,6 ± 0,6	52 ± 1	88 ± 3	670 ± 15
	C	9,2 ± 0,2	2,0 ± 0,1	< 0,57	1,60 ± 0,07	< 0,60	8,1 ± 0,2	85 ± 2	674 ± 15
Septembre	A	< 0,39	< 0,32	< 0,63	< 0,41	< 0,77	6,1 ± 0,2	89 ± 2	707 ± 16
	B	47,0 ± 0,6	3,8 ± 0,1	< 0,77	2,90 ± 0,09	1,6 ± 0,3	16,1 ± 0,3	51 ± 1	655 ± 15
	C	10,3 ± 0,2	< 0,28	< 0,55	< 0,35	< 0,54	6,4 ± 0,1	28,5 ± 0,9	740 ± 17
Troisième	A	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	B	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	C	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

La carte 4 montre la position des trois stations d'échantillonnage de sédiments dynamiques récoltés dans le fleuve Saint-Laurent. Les stations B et C sont celles qui sont susceptibles d'être affectées par les rejets radiologiques liquides de la centrale Gentilly-2 tandis que la station A, localisée en amont hydraulique du site, se révèle être un excellent indicateur de la qualité radiologique de l'eau avant son arrivée à la hauteur du panache des rejets liquides de la centrale nucléaire Gentilly-2.

Au moment de la première campagne d'échantillonnage d'eau, le réacteur de la centrale était déjà à l'arrêt depuis plusieurs semaines tandis qu'à la seconde, le réacteur était en exploitation normale quoiqu'en légère limitation de puissance. Comme par les années passées, les béryllium-7 et potassium-40 sont les radionucléides pour lesquels aucune différence notable de valeurs ne peut être constatée entre le point de prélèvement A et les points B et C, tous deux situés en aval.

En ce qui a trait au césium-137, le point A implique des concentrations mesurables de l'ordre de celles pouvant être attribuables aux mêmes retombées atmosphériques d'essais nucléaires cités précédemment. Les concentrations du même radioélément mesurées au point B sont effectivement plus élevées pour ensuite revenir au bruit de fond de nature anthropique plus loin, au point C.

Pour tous les autres radioéléments identifiés en spectrométrie gamma, mise à part une faible valeur de cobalt-60 au premier échantillonnage de 2010, les concentrations se sont toutes avérées sous le seuil de détection pour les prélèvements issus du point A tandis que les valeurs liées au point B étaient plutôt élevées, mais du même ordre que celles colligées historiquement pour ce point.

Exception faite du cobalt-60, les concentrations impliquant ces autres radioéléments prouvent de nouveau cette année un retour à la fourchette de référence de la station A lorsque les prélèvements de sédiments sont faits à la station C. Concernant le cobalt-60, ce retour aux valeurs de référence n'est pas aussi flagrant mais on peut tout de même valider le facteur de dilution des rejets puisque les valeurs du point C sont moindres qu'au point B. Ce profil de valeurs entre les points A, B et C valident les prémisses d'exposition qui ont été retenues dans les scénarios ayant contribué aux calculs de valeurs de limites opérationnelles dérivées de la centrale nucléaire Gentilly-2.

4.4. SURVEILLANCE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

4.4.1. Plantes fourragères

Les échantillons de plantes fourragères constituant notamment l'alimentation de ruminants ont été prélevés aux mêmes fermes que celles retenues au programme de surveillance de la production laitière (carte 2). Les récoltes d'échantillons ont été faites au cours des mois de mai et juin 2010.

Sur l'ensemble des échantillons analysés en 2010, une seule concentration de tritium fut supérieure à la limite de détection. Cette valeur fut de 69 Bq.kg^{-1} en équivalent de matière sèche et provenait de la ferme F.R. D'autres radioéléments présents de façon naturelle ont été mesurés dans tous les échantillons récoltés en 2010. Les valeurs maximales de béryllium-7, potassium-40 et carbone-14 ont été respectivement de 100 Bq.kg^{-1} , $1\,010 \text{ Bq.kg}^{-1}$ et 269 Bq.kg-C^{-1} , trois mesures provenant d'autant de fermes différentes. Aussi en 2010, une seule concentration mesurable de césium-137 fut relevée à raison de $0,24 \text{ Bq.kg}^{-1}$. L'éventail des concentrations mesurées en 2010 est en tout point comparable aux valeurs des dernières années pour ce volet spécifique du suivi.

4.4.2. Plantes aquatiques

La localisation des deux zones de récolte de plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent est présentée à la carte 4. Les résultats d'analyses pour l'année 2010 sont présentés au tableau 23. Bien que deux zones d'échantillonnage de plantes aquatiques figurent au programme de surveillance radiologique de l'environnement, un seul fut visité en 2010 (point A). Un bris majeur d'équipement a retardé une sortie du personnel en charge des échantillonnages et le retard occasionné n'a pas été comblé par la suite.

En vertu de cette situation exceptionnelle, peu de constats peuvent être tirés des données disponibles pour l'année 2010. Le point A fut bel et bien échantillonné mais il représente des concentrations pour des plantes aquatiques qui ne sont jamais exposées aux rejets radiologiques liquides de la centrale Gentilly-2, étant bien en amont de l'embouchure du canal de rejet. Une observation inhabituelle, d'autant plus qu'elle est issue d'un point en amont, peut cependant être rapportée alors qu'une concentration faible mais mesurable d'iode-131 ($7,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$) fut relevée en septembre au point A.

Tableau 23 Activité de ^{137}Cs , ^{40}K , ^{131}I , ^{14}C et ^{60}Co dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent dans la région de Gentilly-2, 2010.

Point d'échantillonnage	^{137}Cs (Bq.kg^{-1})	^{40}K (Bq.kg^{-1})	^{131}I (Bq.kg^{-1})	^{14}C (Bq.kg-C^{-1})	^{60}Co (Bq.kg^{-1})
A	$0,7 \pm 0,2$	927 ± 22	$7,6 \pm 0,6$	242 ± 36	$< 0,87$
C	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

4.4.3. Poissons et mollusques

Pour l'année 2010, trois pêches mensuelles de poissons n'ont pu être effectuées adéquatement. En janvier et mai, les filets de pêche ont été remontés sans aucun poisson. En décembre de la même année, l'état des glaces au site de pêche prédéterminé a empêché la descente de l'embarcation dans l'eau du canal de rejet. Les analyses mensuelles ont par ailleurs été effectuées sur une variété de spécimens de poissons présents au canal de rejet des effluents liquides (voir carte 4).

En 2010, les chairs de poisson analysées ont été prélevées des espèces suivantes : la barbus de rivière, le grand brochet, l'achigan à petite bouche, la perchaude, l'esturgeon, et la couette. Sur un total de 14 différents échantillons, composés de plusieurs individus, la présence de césium-137 a été supérieure à la limite de détection dans six échantillons, la valeur maximale étant de $0,69 \text{ Bq.kg}^{-1}$ de chair de poisson. Détecté dans tous les échantillons, le carbone-14 a quant à lui été mesuré à une valeur maximale de 527 Bq.kg-C^{-1} . La concentration moyenne a toutefois été de 298 Bq.kg-C^{-1} , très similaire à la valeur moyenne de l'année précédente. Pour tous les autres radioisotopes analysés, seule une concentration de $0,50 \text{ Bq.kg}^{-1}$ de bismuth-214 fut supérieure aux limites de détection. Ce radioisotope est à la fois produit naturellement dans l'environnement par le rayonnement cosmique en plus d'être un descendant du radon-222 émanant des sols, aussi présent naturellement.

Finalement, des analyses ont aussi été faites sur des mollusques provenant de l'anse Lemarier, en aval du canal de rejets radiologiques liquides de la centrale Gentilly-2, située au point C (carte 4). Outre le carbone-14 mesuré à 384 Bq.kg-C^{-1} dans la chair et à 441 Bq.kg-C^{-1} dans la coquille, ainsi que le potassium-40 mesuré à 13 Bq.kg^{-1} dans la chair et à $3,0 \text{ Bq.kg}^{-1}$ dans la coquille, l'analyse de mollusques n'a par ailleurs révélé la présence mesurable d'aucun autre radioisotope suite aux spectrométries gamma qui ont été conduites sur ces deux matrices.

Lors d'un arrêt, d'un redémarrage ou d'une réduction de puissance du réacteur nucléaire de la centrale Gentilly-2, ou encore lorsqu'un déversement accidentel survient et est susceptible de cheminer jusqu'au fleuve Saint-Laurent, des observations visuelles des rives gauche et droite du canal de rejet sont effectuées par le personnel de l'unité Environnement. Le but visé de cette démarche est de valider l'occurrence de mortalité de poissons ou de tout autre impact sur la faune.

D'autres observations sont également réalisées, notamment lors de la présence de blocs de glace à la dérive sur le fleuve. À ce titre, des observations passées ont effectivement permis de constater que des vents pouvaient pousser les blocs de glace dans le canal de rejet et ainsi causer des mortalités significatives de poissons par écrasement. L'aménagement d'une estacade à même le canal de rejet permet ainsi de limiter la dérive des glaces. Cette estacade est présentée à la carte 5.

Pour l'année 2010, la vingtaine d'observations effectuées en raison des motifs précités ont confirmé l'absence de mortalité significative de poissons au canal de rejet de la centrale Gentilly-2. Les rares constats de mortalité, seuls ou en nombre très restreint, pouvaient être de cause naturelle.

4.5. PRODUITS COMESTIBLES

L'analyse de différents produits de consommation humaine est également prévue au programme de surveillance de l'environnement de la centrale nucléaire Gentilly-2. Ces produits comestibles locaux sont sélectionnés en fonction de leur accessibilité aux habitants de municipalités limitrophes à la centrale. En 2010, la variété de légumes analysés fut la même que l'année précédente soit des carottes, choux et tomates, provenant de la municipalité de Deschaillons. À cela s'ajoute également du sirop d'érable acquis d'un producteur privé de Bécancour, localisé à trois kilomètres au sud-est de la centrale Gentilly-2. Finalement, des analyses hebdomadaires de lait de vache provenant des quatre fermes laitières (carte 4) participantes au programme de surveillance ont été réalisées.

De tous les volets qu'implique l'actuel programme de surveillance radiologique de l'environnement, celui ayant trait à l'analyse des concentrations de radionucléides des produits maraichers montre la plus grande stabilité, autant en ce qui concerne les différents radioéléments détectés que les plages de valeurs mesurées. Ainsi en 2010, tous les spécimens constituant le poids minimal nécessaire à l'échantillon, environ une vingtaine de kilogrammes, ont impliqué des teneurs en tritium inférieures à la nouvelle limite de détection des appareils de laboratoire (6 Bq.L^{-1}). De même, aucune teneur mesurable non plus pour les radioisotopes du césium-137 et pour le cobalt-60.

Le potassium-40 fut quant à lui détecté dans tous les échantillons, la valeur maximale mesurée étant de $1\,480 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Le carbone-14 fut également mesuré dans tous les échantillons, à une valeur la plus élevée de 252 Bq.kg-C^{-1} . Finalement, de faibles valeurs de béryllium-7 ont été relevées, aussi dans tous les échantillons, à une valeur maximale de $4,8 \text{ Bq.kg}^{-1}$. En plus d'être très similaires aux valeurs rencontrées par les années passées, ces valeurs sont dans des intervalles attendues en regard des bruits de fond documentés. Ces trois radioéléments sont naturellement présents dans l'environnement et peuvent être dissociés de l'influence qu'aurait l'exploitation d'une centrale nucléaire.

L'analyse du sirop d'érable récolté en fin mars 2010 a permis la détection de deux radioisotopes seulement. Le potassium-40 fut mesuré à une concentration de 116 Bq.kg^{-1} de même que le césium-137 à $5,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$, cette dernière valeur étant identique à celle de l'année 2009.

L'analyse radiologique du lait de vache est un autre volet important du programme de surveillance radiologique de l'environnement de la centrale Gentilly-2. L'approvisionnement en lait est assuré par quatre fermes localisées en rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent, sur une base hebdomadaire. Ces quatre fermes sont toutes situées à l'intérieur d'un rayon de huit kilomètres de la centrale. Au cours de l'année 2010, Hydro-Québec a pu achever 201 des 208 analyses ainsi prévues au programme, sept échantillonnages n'ayant pu être complétés essentiellement à cause de problèmes de logistique relatifs aux moments de la collecte de l'échantillon par le technicien d'Hydro-Québec et celui du ramassage en vrac de toute la production quotidienne.

Sur l'ensemble des analyses conduites en 2010, seulement six ont rendu une concentration de tritium supérieure à la limite de détection (20 Bq.L^{-1}). À ce propos, contrairement aux analyses de tritium dans l'eau, la limite de détection des analyses de tritium dans le lait n'a pu être revue à la baisse en 2010. De toutes les valeurs ainsi obtenues, la concentration maximale de tritium dans le lait de vache fut de 34 Bq.L^{-1} . Quatre des six concentrations mesurables de tritium sont liées à la ferme F.R. et sont concentrées, dans le temps, aux mois de juin et de juillet. Bien que les teneurs en question puissent ne pas être considérées suffisamment élevées pour établir un lien de causalité, les principaux facteurs de dispersion ne semblent pas avoir joué un rôle significatif à cette période. Cependant, les mois de juin et juillet 2010 sont les mois pour lesquels les activités mensuelles de tritium dans les rejets atmosphériques à la cheminée principale ont été maximales.

Les spectrométries gamma réalisées sur l'ensemble des échantillons de lait ont par ailleurs révélé cinq faibles valeurs de césium-137 dont la valeur la plus élevée fut de $0,13 \text{ Bq.L}^{-1}$, la limite de détection pour ce radioélément oscillant entre des valeurs de $0,08 \text{ Bq.L}^{-1}$ et $0,11 \text{ Bq.L}^{-1}$. Toutes ces concentrations de césium-137 ont été mesurées dans des échantillons de lait provenant de la ferme R.L. entre les mois de mars et mai inclusivement. L'iode-131 ne fut détecté dans aucun échantillon de lait en 2010 tandis que la valeur maximale de potassium-40 s'est établie à $1\,940 \text{ Bq.L}^{-1}$.

4.6. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

La figure 34 se veut une représentation visuelle de l'ensemble des lectures de vents recueillies en 2010 à la tour d'instrumentation météorologique du site de la centrale Gentilly-2, située dans la portion méridionale de la zone d'exclusion de la centrale (carte 5). La figure 35 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 du bâtiment réacteur de la centrale Gentilly-2.

Compte tenu du peu de changements des profils de vent lorsque considérés sur une longue période, la comparaison des roses d'origine des vents de l'année 2010 et de la période 2006-2010 ne comporte pas de différence significative. Cependant, on peut tout de même noter une légère augmentation des ratios, sans égard aux vitesses de vents enregistrées, des trois origines susceptibles de disperser les rejets atmosphériques de la cheminée vers le lieu de résidence de l'individu critique retenu pour l'estimation de dose à la population induite par l'exploitation de la centrale Gentilly-2. Les origines nord, nord-nord-ouest et nord-ouest sont effectivement toutes légèrement plus prépondérantes au recensement des vents de l'année 2010 que les valeurs moyennes de la période 2006-2010. De même, l'origine de vents sud-ouest fut également plus présente, particulièrement à vitesse élevée.

Comparativement à l'année précédente (2009), on note également un léger recul des ratios de vents d'origine nord-est et est-nord-est, principalement dans la tranche de vents modérés. Les périodes de vents calmes, pour lesquelles aucune direction n'est enregistrée, sont finalement survenues un peu plus fréquemment en 2010, ce qui peut signifier une dispersion moindre.

L'analyse de la rose d'origine des vents constituée des données couvrant la période 2006 à 2010 confère à nouveau le statut de principaux vents dominants aux vents 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. La fréquence significative des vents sud-sud-ouest est également à considérer et peut, jusqu'à une certaine mesure, être combinée aux vents d'origine sud-ouest lorsque vient le temps d'analyser la dispersion atmosphérique des rejets atmosphériques.

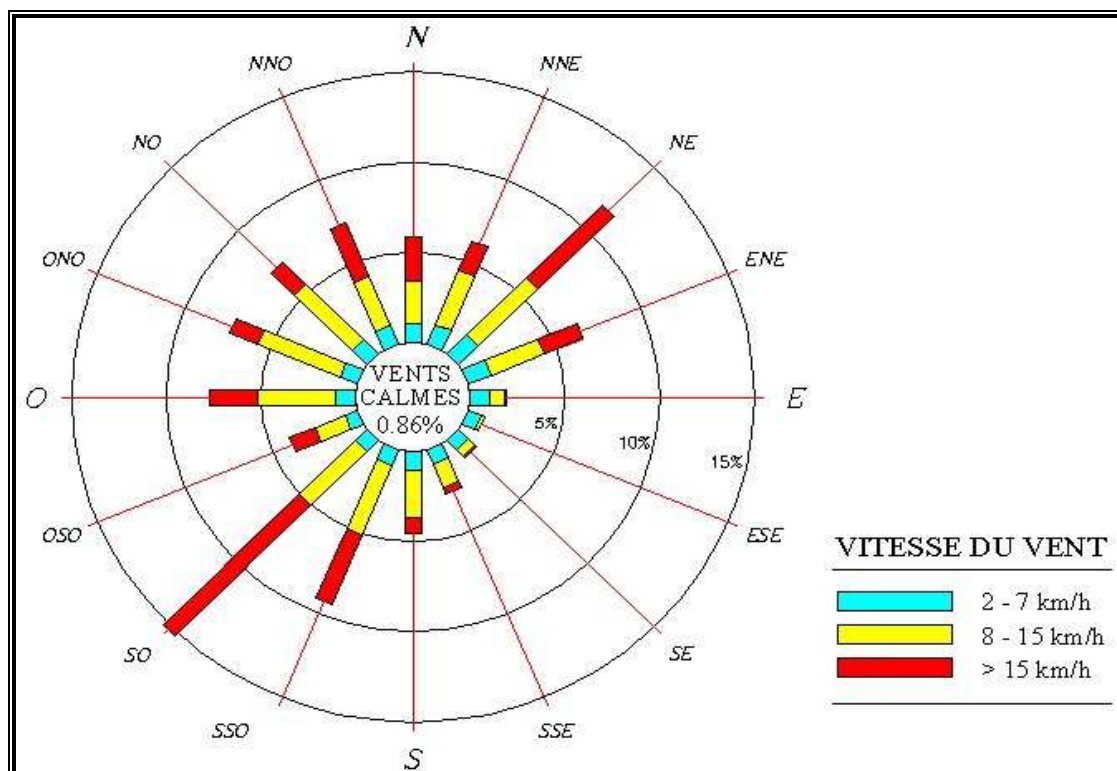


Figure 34 : Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour l'année 2010

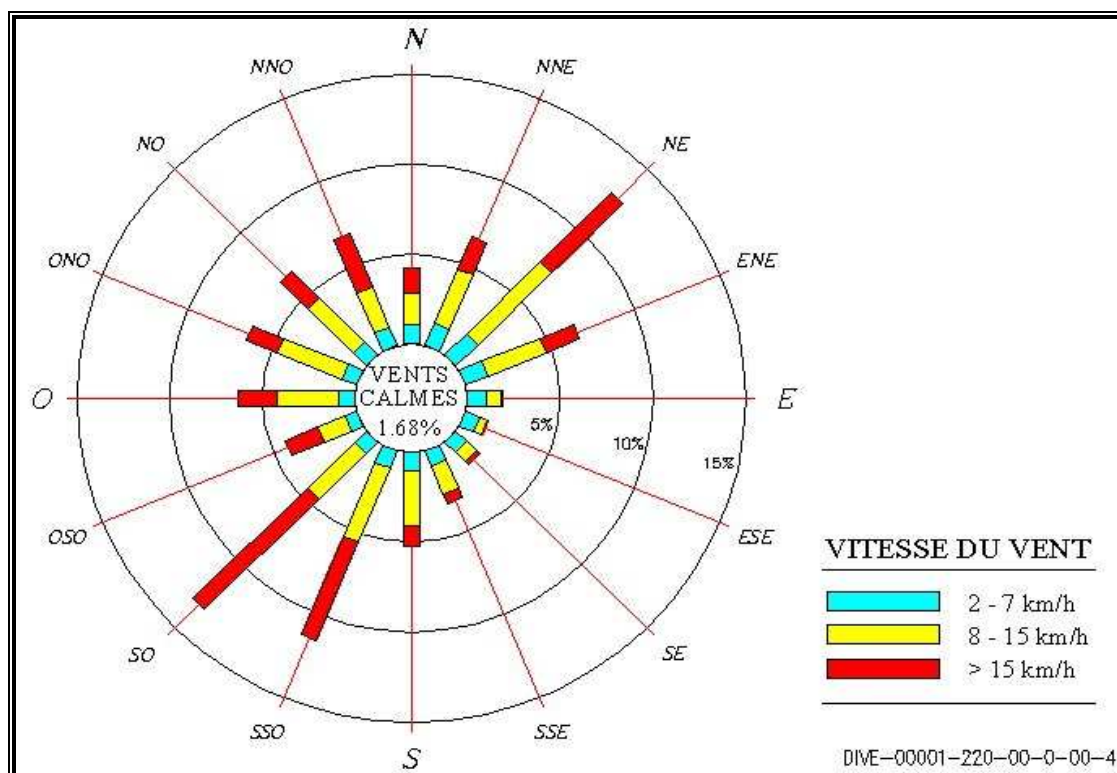


Figure 35 : Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2006-2010

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 Gentilly-2, Hydro-Québec maintient par ailleurs une évaluation annuelle des coefficients réels de dispersion pour une gamme de stations de contrôle radiologique, représentant autant de points cardinaux et de localisations différents. 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 36 présente, pour la période couvrant les années 2006 à 2010, 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 Gentilly-2, et 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 de ces stations.

L'individu critique servant de référence pour l'estimation de la dose à la population, conséquence de l'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2, est 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 2010, le facteur de dispersion obtenu au point Sud-1 se chiffre à $1,30 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$. Au niveau de l'estimation de la dose au groupe critique, abordée à la section 6.0, le coefficient de dispersion ainsi obtenu pour le tritium atmosphérique devient à son tour un intrant à l'estimation de la concentration de carbone-14 dans l'air ambiant à la ferme F.R.

À l'instar des années précédentes, la valeur du coefficient de dispersion du point sud-1 est la plus élevée des sept stations de contrôle radiologique ciblées. Bien que la valeur d'un tel coefficient mesuré en 2010 au point Sud-1 soit réellement de $1,30 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$, c'est toutefois une valeur de $6,00 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$ qui fut considérée pour le calcul des différentes limites opérationnelles dérivées atmosphériques (LOD) pour la centrale Gentilly-2. Cette valeur permet une marge de sécurité puisque depuis la collecte des premières données, en 1984, jamais le coefficient de dispersion estimé sur la base des données réellement mesurées au point Sud-1 n'a atteint cette ampleur. Aussi, pour faciliter les comparaisons, une bande pointillée bleue a été ajoutée à la figure 36 et indique un coefficient de dispersion de $6,00 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$.

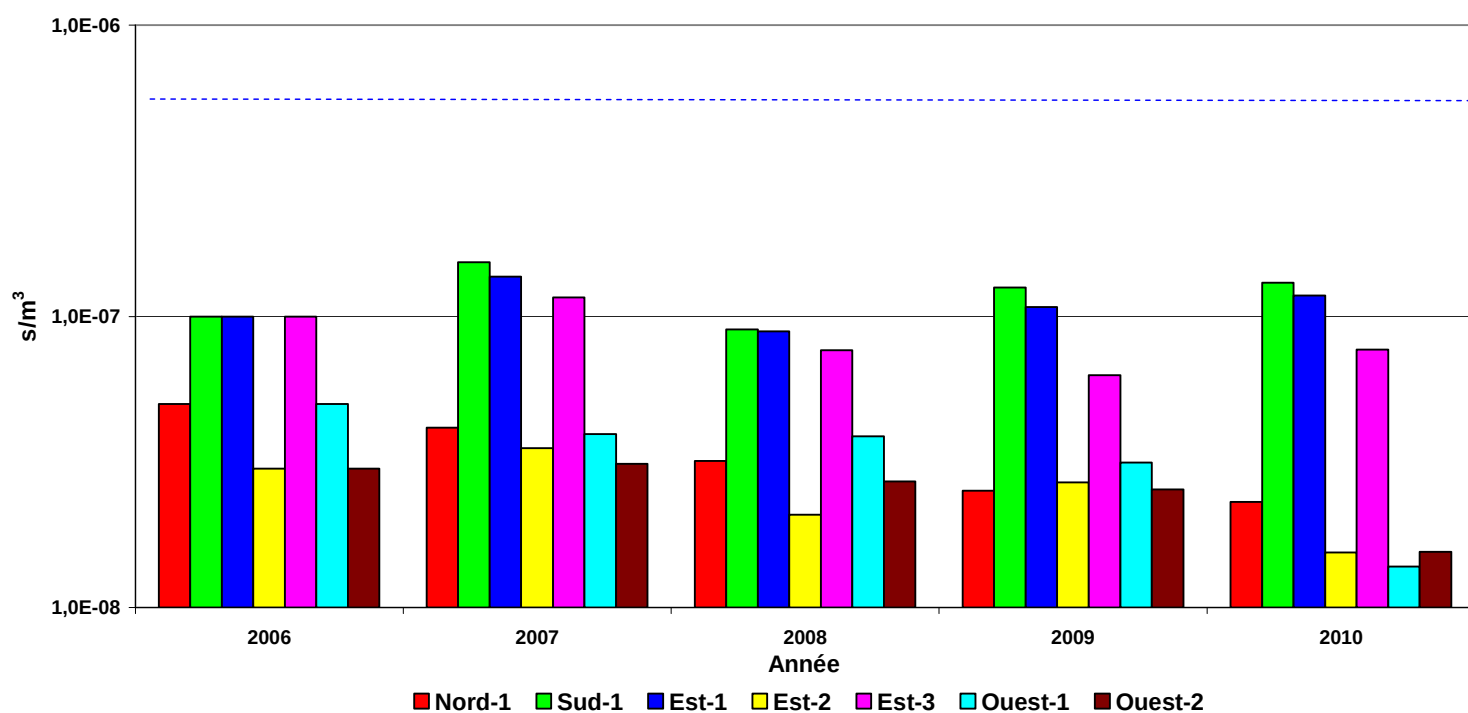


Figure 36: Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2006-2010

5.0 INSTALLATION DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS SOLIDES (IGDRS)

5.1. RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'IGDRS

L'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) est une installation de stockage de déchets dont la mise en service de la phase I a été autorisée en octobre 2008 alors que celle de la phase II devrait survenir au cours de l'année 2011. La phase I de l'IGDRS répond aux besoins courants d'exploitation de la centrale alors que la phase II servira quant à elle essentiellement au stockage des déchets radioactifs qui seront produits dans le cadre de la réfection de la centrale.

Les modalités de surveillance radiologique environnementale afférentes ont été entendues avec la CCSN et le MDDEP et les équipements de suivi ont été mis en place en conséquence. Les premières données relatives à la surveillance radiologique de l'IGDRS ont été colligées, pour la phase I, dès janvier 2009 alors que celles relatives à la phase II se sont échelonnées tout au long de l'année 2010. La présente section, dédiée à la surveillance radiologique de l'environnement au site de l'IGDRS, couvre donc deux années complètes en ce qui a trait aux infrastructures de la phase I, tout en introduisant les premières valeurs issues de celles de la phase II.

Puisque l'année 2009 était la toute première année d'utilisation de l'installation, les données présentées dans la présente section peuvent toujours être considérées à titre de référence. Il est pertinent de rappeler que le premier transfert de déchets à l'IGDRS est survenu au mois de juin 2009.

La figure 37 présente les valeurs trimestrielles moyennes relatives aux mesures d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2010. Depuis la mise en place des équipements de suivi requis par la phase II de l'IGDRS, l'ambiance gamma y est dorénavant mesurée via seize dosimètres thermoluminescents fixés en des points stratégiques de la clôture de l'installation. La position définitive de chacun des seize dosimètres actuellement utilisés figure à la carte 7. Dans le but de bien établir le contexte dans lequel s'inscrivent les données trimestrielles d'ambiance gamma de l'année 2010 à l'IGDRS, il faut rappeler que seules les valeurs du quatrième et dernier trimestre peuvent refléter l'agencement final des dosimètres aux clôtures de l'installation. En effet, le retrait d'une portion de clôture commune à l'IGDRS et à l'ASSCI, survenue au troisième trimestre, a nécessité le repositionnement des dosimètres identifiés #8 à #11, en plus de l'ajout de nouveaux dosimètres identifiés #12 à #16, attachés à une nouvelle section clôturée de l'IGDRS.

Considérant les conditions susmentionnées, toutes les données trimestrielles d'ambiance gamma de l'IGDRS ne montrent somme toute que très peu de variations, les valeurs mensuelles de débit de dose relevé pour tous les dosimètres ne variant qu'entre 0,047 et 0,072 $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$. Conformément à d'autres figures du présent rapport, une bande pointillée bleue indique le niveau du débit de dose gamma moyen de la station de référence en 2010. Peu de constats peuvent être tirés des seules données de l'année 2010, à plus forte raison du seul quatrième trimestre. Les valeurs les plus élevées semblent regrouper les positions #2, #3 et #4, emplacements parmi les plus éloignées des enceintes bétonnées de stockage de déchets de la phase I de l'IGDRS, à son extrémité nord-ouest. Cependant, des conteneurs métalliques y sont présents et contiennent temporairement des déchets en attente de transfert dans les enceintes bétonnées de stockage de déchets de la phase I de l'IGDRS.

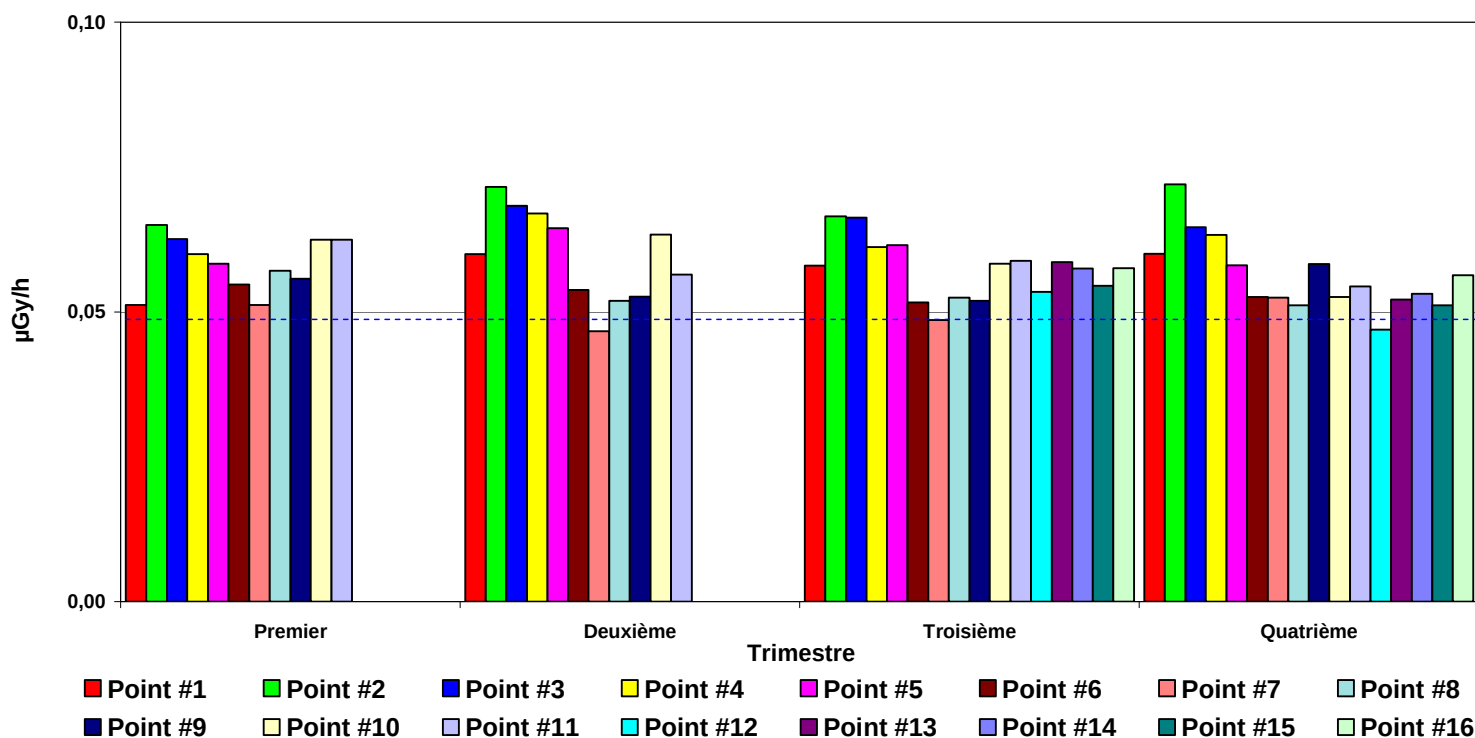


Figure 37: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2010

La figure 38 présente l'activité mensuelle en tritium atmosphérique aux quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (cartes 5 et 7) pour l'année 2010. Depuis la mise en service de la phase I de l'IGDRS, peu de déchets susceptibles de contenir du tritium ont effectivement été conduits aux enceintes de l'IGDRS. Ainsi, les variations de valeurs de la figure 38 seraient plutôt attribuables à la dispersion atmosphérique des rejets à la cheminée du bâtiment réacteur qu'aux déchets entreposés.

Au cours de l'année 2010, la valeur mensuelle maximale relevée aux quatre stations de l'IGDRS fut celle du mois d'avril, à $41,40 \text{ Bq.m}^{-3}$, à la station IGDRS-3. C'est par contre à la station IGDRS-4 qu'est retrouvée la valeur moyenne annuelle la plus élevée, à $15,46 \text{ Bq.m}^{-3}$. Quant à l'hypothèse du peu d'émissions de tritium atmosphérique provenant des enceintes en tant que telles, elle peut se valider par une analyse des deux valeurs maximales, mensuelle et annuelle moyenne, de chacune des deux installations que sont l'IGDRS et l'ASSCI. En 2010, ces valeurs ont été significativement plus faibles que celles mesurées à l'ASDR et ce, bien que cette installation soit plus éloignée du point principal d'émissions atmosphériques qu'est la cheminée du bâtiment réacteur.

D'autre part, il n'existe pas de corrélation franche avec l'activité des rejets mesurée aux mois d'avril, juin et décembre, mois où les concentrations sont les plus élevées dans l'année, avec les profils de vents enregistrés à ces mêmes périodes. Ces pointes de concentration de tritium atmosphérique enregistrées aux stations de l'IGDRS pourraient être le fruit de rabattements rapides du panache, qu'il serait par ailleurs difficile de documenter sans équivoque à partir des seules données disponibles.

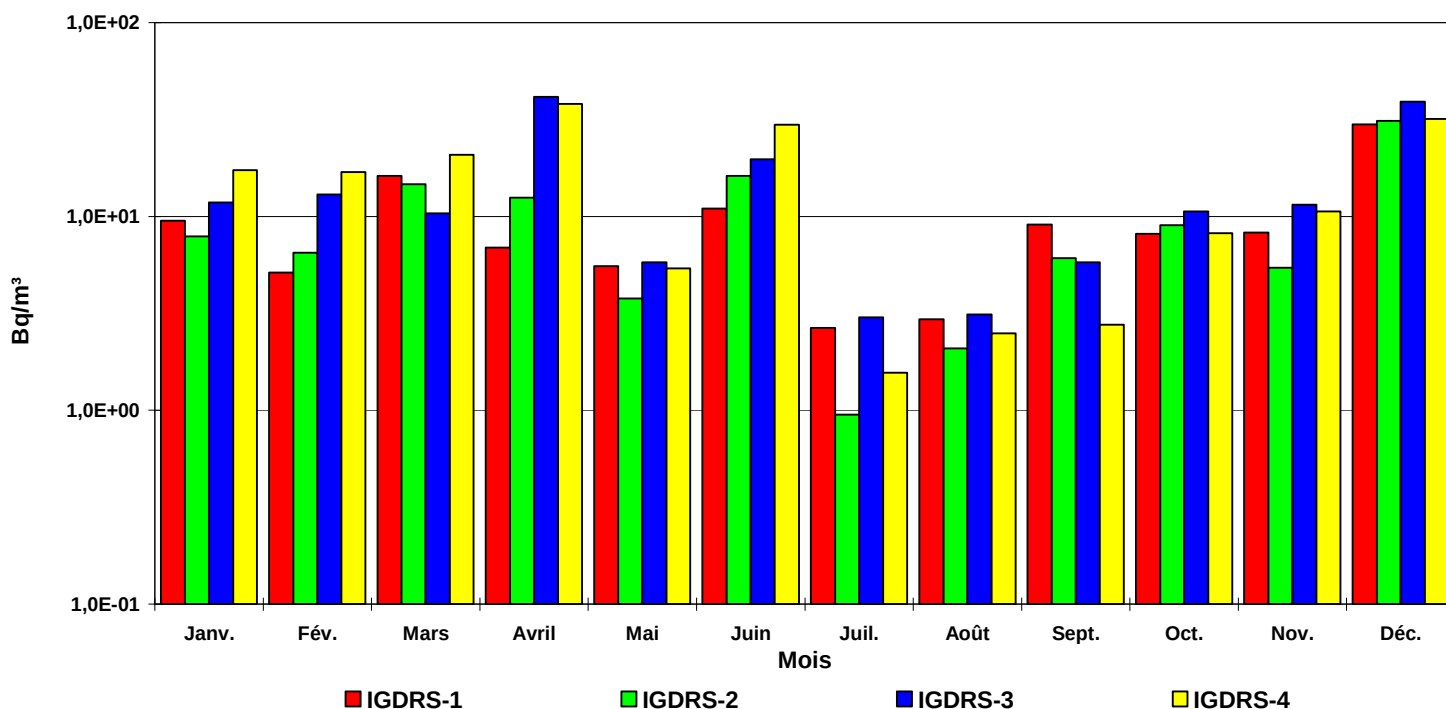


Figure 38: Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2010

La figure 39 présente l'activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux mêmes quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (cartes 5 et 7) et à la station de référence pour l'année 2010. Les concentrations mensuelles, aux quatre stations de l'IGDRS, ont varié dans une plage de valeurs de $0,25 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ à $0,616 \text{ Bq.g-C}^{-1}$, cette dernière étant mesurée en mars 2010, à IGDRS-4. Le mois de mars fut aussi celui où toutes les stations ont enregistré des valeurs élevées. Des vents d'origine nord-est à près de 28% d'occurrence et de très faibles précipitations à 35 millimètres ont probablement été des facteurs importants expliquant cette situation. La valeur annuelle moyenne de chacune des stations liées au carbone-14 atmosphérique de l'IGDRS n'a pas été, en 2010, supérieure de plus d'un ordre de grandeur à la valeur moyenne annuelle mesurée à la station de référence.

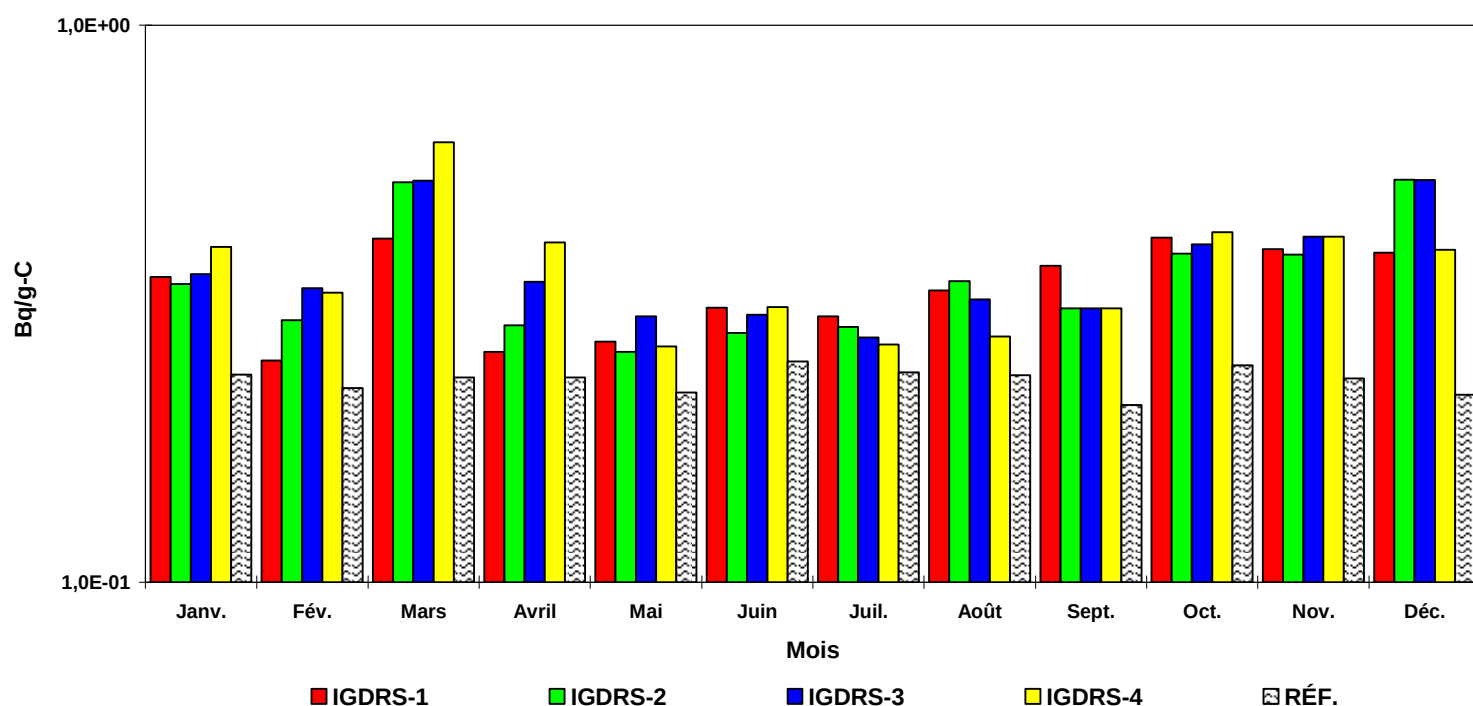


Figure 39 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2010

La figure 40 étale les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta-total des aérosols prélevés aux mêmes quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (cartes 5 et 7) de même qu'à la station de référence pour l'année 2010. La distribution des valeurs de ce regroupement de stations, à l'égard de l'activité bêta-total des aérosols, est tout à fait semblable à la situation prévalant aux stations de contrôle radiologique localisées en région (section 5.1.4) à savoir qu'il n'existe aucune différence d'activité notable en comparaison des valeurs provenant de la station de référence de Drummondville. À preuve, les valeurs mensuelles maximales, pour le regroupement des stations de l'IGDRS et pour la station de référence, sont respectivement de $0,6 \text{ mBq.m}^{-3}$ et $0,54 \text{ mBq.m}^{-3}$.

Aussi, les deux regroupements de stations équipées pour la détection d'aérosols, celui des stations de l'IGDRS de même que celui des stations situées en périphérie régionale, ont dégagé le troisième trimestre comme celui montrant l'activité trimestrielle moyenne en bêta total la plus élevée. Ladite valeur maximale fut de $0,41 \text{ mBq.m}^{-3}$ à l'IGDRS et $0,34 \text{ mBq.m}^{-3}$ en périphérie régionale.

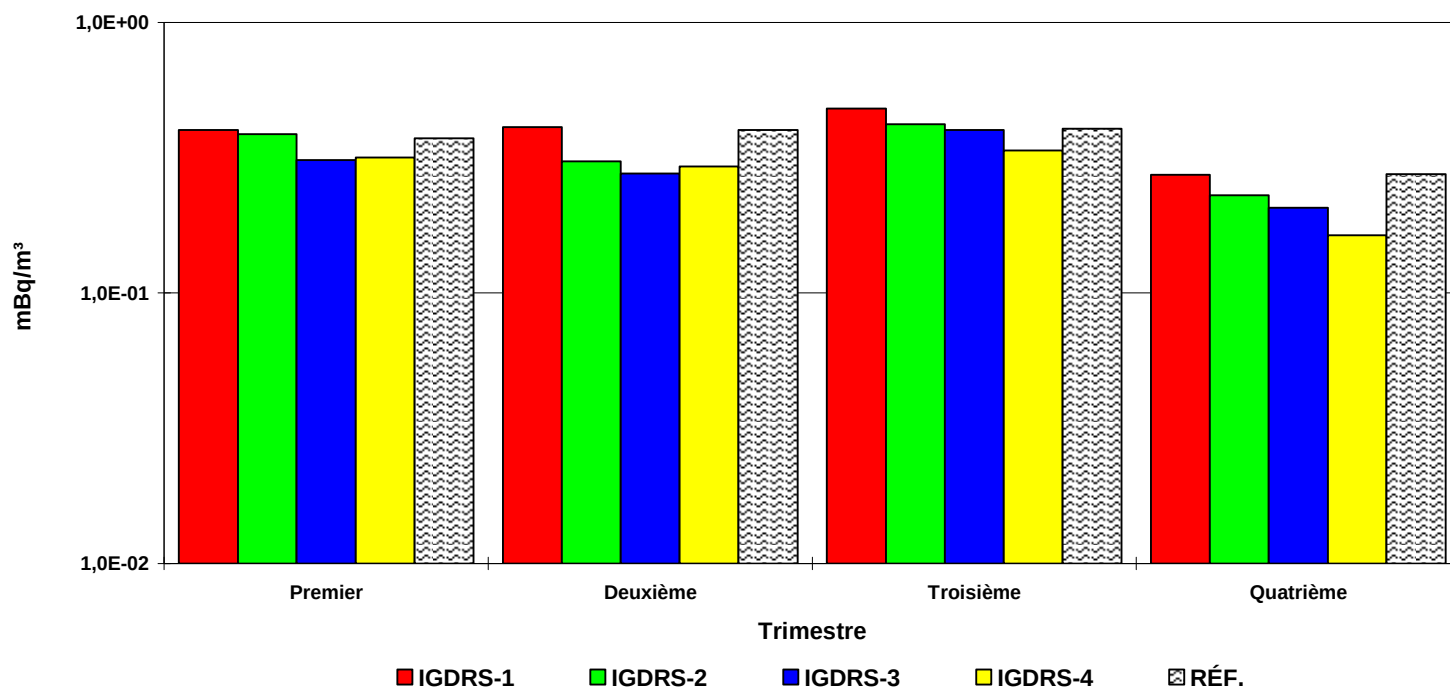


Figure 40 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2010

La figure 41 détaille les concentrations moyennes trimestrielles de tritium dans l'eau de pluie aux quatre stations de contrôle radiologiques affectées aux précipitations à proximité de l'IGDRS. Contrairement à l'année 2009, où seule la station IGDRS-5 était en service, la présentation des résultats de l'année 2010 ne reprend pas les résultats aux stations SCR-1 à SCR-5 à titre de comparaison. Le deuxième trimestre de l'année 2010, au mois de juin plus précisément, a marqué la mise en service des stations IGDRS-6, IGDRS-7 et IGDRS-8 (carte 7), stations qui seront dorénavant de la distribution des données, tout comme la station de référence de Drummondville. Ainsi, toutes les stations de contrôle de ce nouveau regroupement de l'IGDRS se retrouvent à moins de 500 mètres de la cheminée du bâtiment réacteur. C'est la raison principale expliquant que les valeurs de la figure 41 sont significativement plus élevées que celle de la figure 22, répertoriant les stations régionales. Les valeurs des stations de l'IGDRS sont souvent supérieures d'un facteur dix en comparaison de toute autre station de contrôle radiologique liée aux précipitations.

En 2010, la valeur trimestrielle la plus élevée, mesurée à ces stations, est celle de la station IGDRS-6 au quatrième trimestre. Cette valeur maximale de tritium y a été de 4 165 Bq.L⁻¹. Globalement, toutes les stations de l'IGDRS ont enregistré des concentrations de tritium élevées au cours du mois de décembre 2010. Des valeurs y ont d'ailleurs été supérieures à la norme régissant la consommation d'eau potable, deux valeurs mesurées à 10 706 Bq.L⁻¹ et à 9 445 Bq.L⁻¹. Un mois marqué par de fortes précipitations, le second mois de l'année où les précipitations furent les plus élevées à 141 millimètres, ainsi que par des rejets atmosphériques à la cheminée supérieurs à la moyenne mensuelle de l'année 2010 expliquent la hausse des valeurs de ce quatrième trimestre.

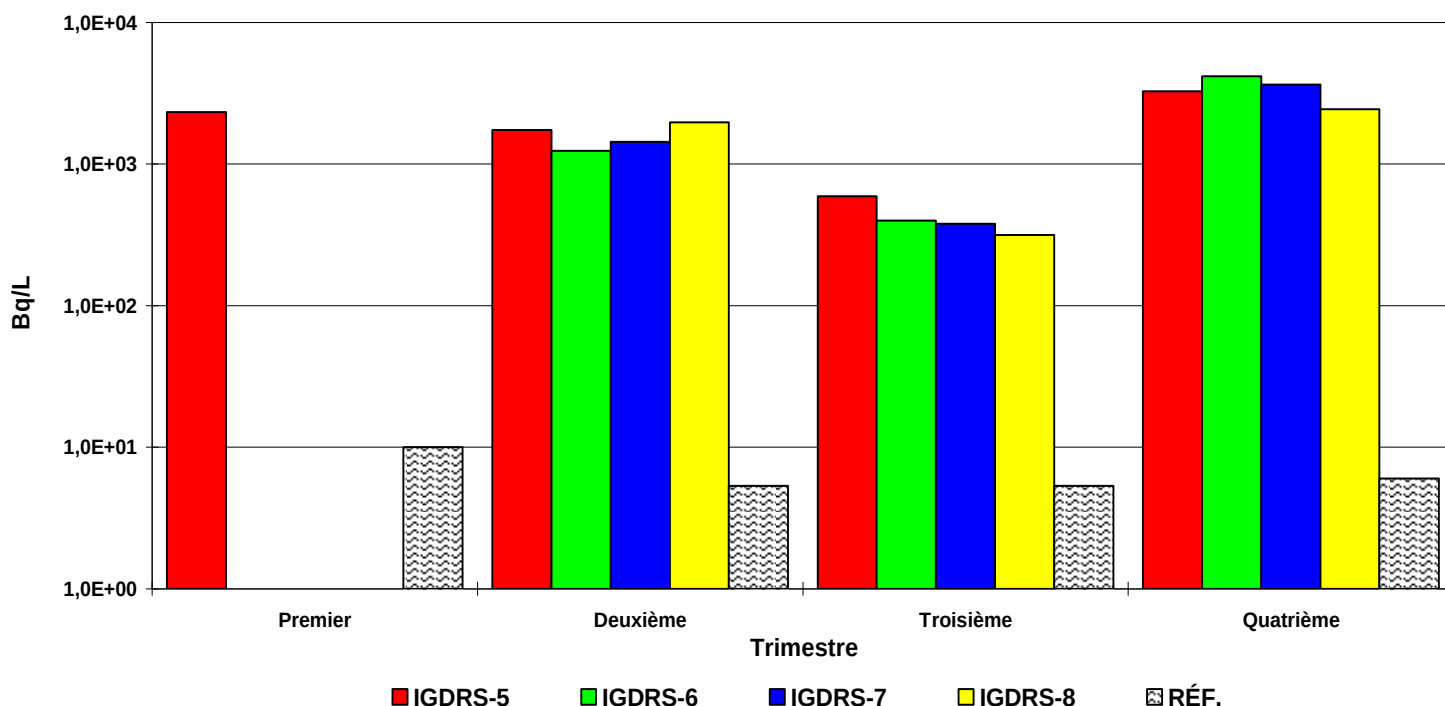


Figure 41: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau de pluie aux points IGDRS-5 à 8 et la station de référence pour l'année 2010

La figure 42 détaille les moyennes mensuelles d'activité de tritium dans les échantillons d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique au site de l'IGDRS (voir carte 5) pour 2010. Tout comme les concentrations de tritium en eau de surface du point de l'ASSCI le laissaient voir, les valeurs du même paramètre pour l'IGDRS sont minimales en septembre 2010. La même conjoncture d'événements que celle discutée à la section 5.2.2, à savoir des rejets plus faibles à la cheminée et des précipitations abondantes, est avancée pour expliquer cette faible valeur. Quant à la teneur maximale de 4 322 Bq.L⁻¹ mesurée en juin, elle pourrait quant à elle avoir été causée par des rejets mensuels de tritium à la cheminée les deuxièmes plus élevés, et par un rabattement important de ces rejets causés par des précipitations de l'ordre de 134 millimètres durant le mois.

Les concentrations propres aux eaux d'infiltration et de la nappe phréatique profonde de l'IGDRS se profilent quant à elles sans grande variation. La moyenne mensuelle maximale en eau d'infiltration s'est chiffrée à 1 225 Bq.L⁻¹, valeur perçue en décembre 2010 tandis que la même valeur maximale pour les eaux profondes était de 646 Bq.L⁻¹, au même mois. Sur une base individuelle, la valeur mensuelle maximale fut par ailleurs de 4 132 Bq.L⁻¹, concentration de tritium retrouvée en eau d'infiltration du piézomètre P-1C, et ce toujours au mois de décembre 2010.

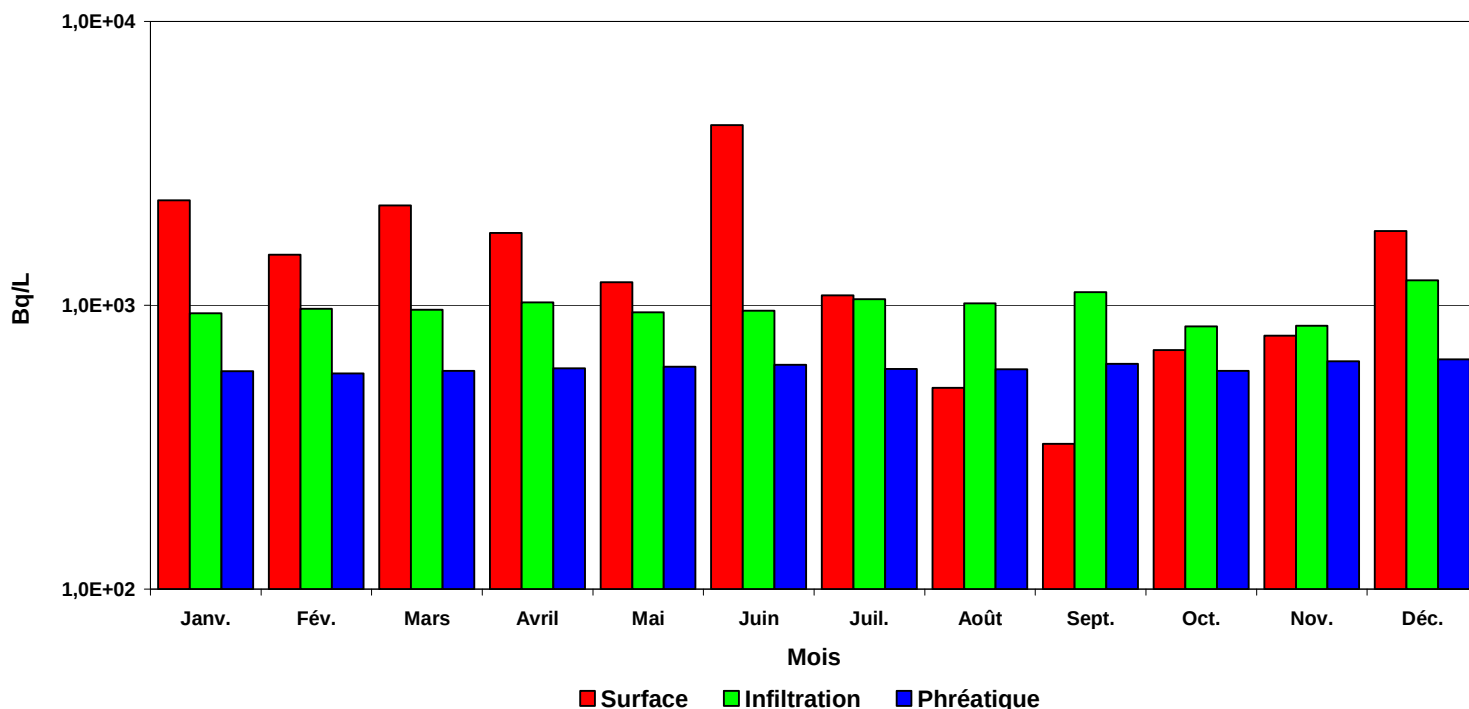


Figure 42: Moyenne mensuelle de tritium dans les échantillons d'eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'IGDRS pour l'année 2010

5.2. BILAN DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2010

Le programme de suivi environnemental des installations de stockage des déchets radioactifs (IGDRS) et de la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 s'est poursuivi en 2010. La surveillance environnementale de la construction de la phase II de l'IGDRS a été effectuée tout au cours de l'année. Un surveillant en environnement a réalisé les inspections et fait apporter les correctifs appropriés. Un suivi de la circulation des véhicules lourds a permis de connaître les routes utilisées et les impacts du transport routier.

Plusieurs études sur la faune et la flore ont également été réalisées en 2010. Une étude sur les milieux humides près de la centrale nucléaire Gentilly-2 a permis de dresser un portrait et une cartographie de la flore riveraine. Dans le même secteur, une étude des invertébrés benthiques a été réalisée. Ces études serviront d'état de référence avant le début de la réfection de la centrale. Par ailleurs, un suivi des rejets d'eau chaude a permis de bien documenter les fluctuations de la température au canal de rejet.

La biomasse captée par les tamis rotatifs au canal d'amenée est mesurée mensuellement (section 3.4.1). Finalement des observations sont réalisées à chaque arrêt de la centrale afin de vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation et de s'assurer qu'il n'y ait pas de mortalité de poissons.

6.0 ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE

Tel que mentionné à la section 4.6, l'estimation de la dose publique consécutive des activités d'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2 est faite par le biais d'un groupe critique, lui-même représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux rejets de la centrale (point Sud-1).

Hydro-Québec emploie une méthode d'estimation de dose intégrant les résultats de mesures atmosphériques réellement effectuées sur le terrain, comparativement à l'ancienne méthode de calcul mettant plutôt à profit les LOD (limites opérationnelles dérivées). Cette estimation, dite rétrospective, est ainsi basée sur l'activité spécifique des radionucléides d'intérêt et permet d'obtenir des résultats plus réalistes (IAEA, 2001) et comparables aux autres centrales CANDU canadiennes.

Les radionucléides d'intérêt, pour l'estimation de la dose aux membres du groupe critique retenu pour la centrale Gentilly-2 sont le tritium et le carbone-14. La contribution d'autres radionucléides, tels les gaz rares, les radioiodes ou les aérosols, est non significative et n'influence pas la dose. La dose publique correspond donc à la somme des doses associées au tritium et au carbone-14. La description des calculs pour l'estimation rétrospective de la dose publique par la méthode de l'activité spécifique est explicitée au rapport technique d'estimation de dose publique (Hydro-Québec, 2006) mais également résumée au rapport annuel de surveillance de l'environnement du site de l'année 2006 (Hydro-Québec, 2007d). Pour l'année 2010, les activités totales annuelles des rejets radiologiques atmosphériques, associées au tritium et au carbone-14, ont été respectivement de $1,71 \times 10^{14}$ Bq et de $2,92 \times 10^{11}$ Bq.

Toujours en 2010, la dose délivrée aux membres du groupe critique identifié à la centrale Gentilly-2, obtenue selon la méthode de l'activité spécifique, a été estimée à $0,96 \mu\text{Sv}$. Cette estimation de dose correspond à moins de 0,1 % de la limite de dose efficace pour un membre de la population qui est de 1 mSv ($1\,000 \mu\text{Sv}$), et à une fraction plus faible encore de dose annuelle moyenne reçue par la population résultant cette fois d'expositions à des sources naturelles, à 2 mSv (CCEA, 1995).

L'estimation de dose portée aux membres du groupe critique pour l'année 2010 est dans la foulée des dernières années, se situant dans l'ordre du microSievert. Cet ordre de grandeur ne représente qu'une infime fraction de la valeur réglementée. Une fois intégrée à la sommation des doses reçues par la population, cette dose, bien que mesurable, devient tout à fait négligeable.

Une étude indépendante avait été réalisée par l'entremise du laboratoire de radioécologie de l'Université Laval (Barbeau, C. et Groleau S. 2008) dans le but de valider la nouvelle méthode d'estimation de dose à l'individu critique. Les résultats de mesures sur différents échantillons du point Sud-1 et les calculs de concentrations réalisés à l'aide de modèles validés concordent avec la méthode de calcul préconisée par Hydro-Québec. Pour la stricte portion de dose radiologique consécutive de l'exploitation de la centrale Gentilly-2, ils concluent également en une importante partie imputable aux rejets aériens de tritium.

La figure 43 présente les estimations de dose annuelle reçue, pour les cinq dernières années, par les membres du groupe critique identifié à la centrale Gentilly-2. La figure 44 montre un bref aperçu des autres doses pouvant affecter la population et provenant de sources diverses (Plante, M. 2010).

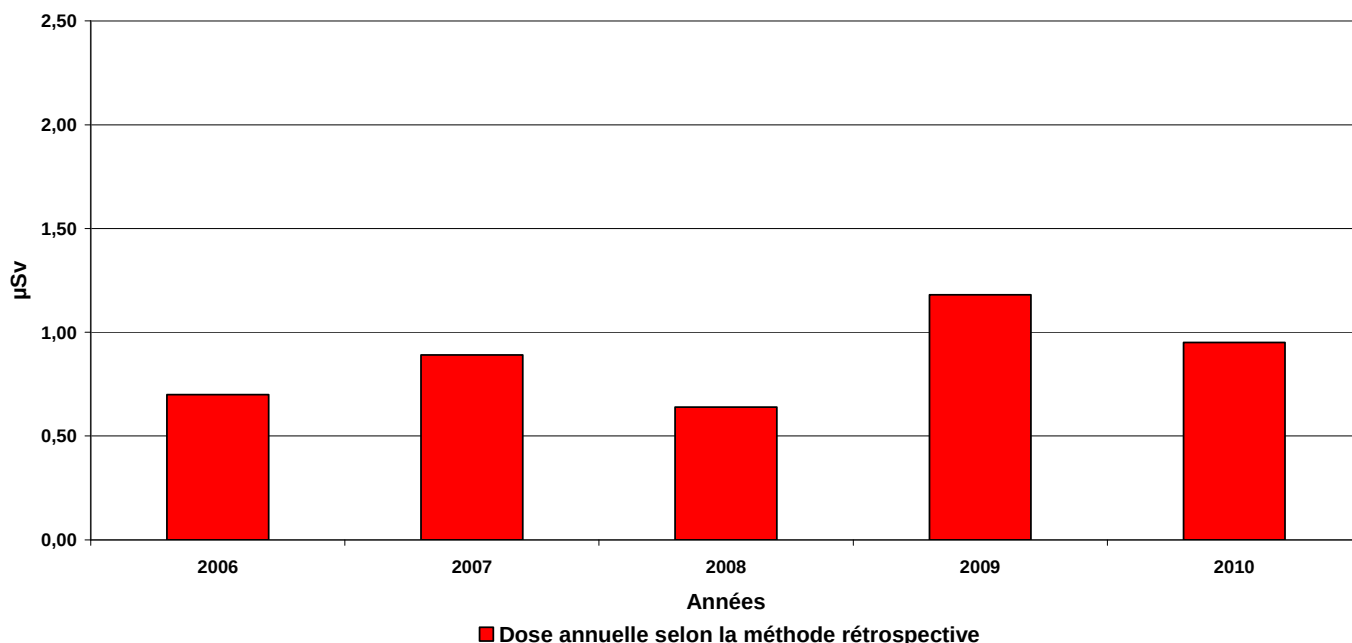


Figure 43: Dose annuelle estimée (méthode rétrospective) pour les membres du groupe critique pour la période 2006-2010

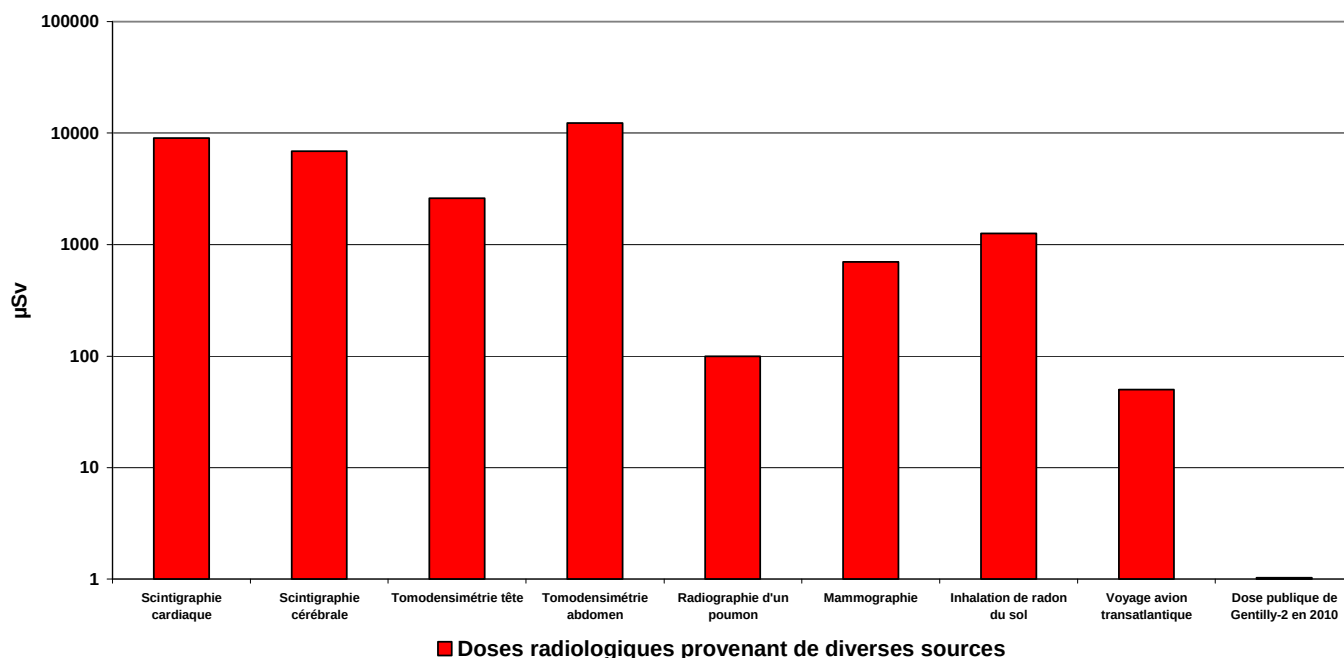


Figure 44: Comparaison de différentes doses radiologiques de sources diverses pouvant affecter les membres de la population

7.0 PROGRAMME ASSURANCE-QUALITÉ

7.1. ASPECT RADIOLOGIQUE

Cette section présente les résultats du programme d'assurance-qualité effectué par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2. Un premier exercice a été coordonné par le groupe Environmental Resource Associates (ERA, 2010) au profit de la centrale. Les tableaux C1, C2, C3 et C4 de l'annexe C détaillent les résultats de cette intercomparaison (MRAD-13).

Lors de cet exercice, la totalité des 33 résultats présentés par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2 était comprise dans les intervalles attendus. Les échantillons analysés étaient composés de quatre matrices différentes, à savoir des échantillons de végétaux (7), de sols (12), de filtres d'air (7) et des échantillons aqueux (8).

Un second exercice d'intercomparaisons a quant à lui été mené par 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 C5 de la même annexe C. L'ensemble des 12 résultats mesurés par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie recoupe les valeurs attendues par le laboratoire de radioécologie de l'Université Laval (Groleau, 2011). Les ratios les plus distincts obtenus des valeurs mesurées parallèlement par les deux laboratoires se chiffraient respectivement à 0,89 et 0,92.

7.2. ASPECTS PHYSICO-CHIMIQUE ET RADIOCHIMIQUE

En plus d'avoir un programme de contrôle de la qualité en ce qui a trait à la performance des méthodes d'analyse, le laboratoire de Chimie de la centrale Gentilly-2 participe également à des comparaisons interlaboratoires deux fois par année. Les participants sont des laboratoires de chimie de centrales nucléaires et thermiques canadiennes. Les tableaux C6, C7, C8 et C9 de l'annexe C détaillent l'ensemble des résultats des exercices COGIS 51 et COGIS 52.

Pour l'étude du COGIS 51, le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 a obtenu des résultats compris dans les intervalles attendus pour 58 des 68 échantillons présentés durant l'exercice, pour un rendement de 85,3 %. Le taux de réussite spécifique aux analyses chimiques se situait à 82,7 % tandis que pour les mesures radiochimiques, le rendement était de 93,8 %. Le rendement global de l'ensemble des 11 laboratoires ayant soumis au moins un résultat à cette étude COGIS 51 a été de 83,8 %. Le laboratoire de Gentilly-2 fut aussi celui ayant déposé le second plus haut total d'échantillons de contrôle à cette étude. Concernant l'étude du COGIS 52, ce sont 52 des 68 mesures du laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 qui se sont classées dans les intervalles attendus, pour un rendement de 76,4 %. Sur l'ensemble des analyses réalisées, le taux de réussite spécifique aux analyses chimiques se situait à 75,0 % tandis que pour les mesures radiochimiques, le rendement était plutôt de 81,3 %. À cette étude du COGIS 52, le rendement global de l'ensemble des 14 laboratoires ayant soumis au moins un résultat a été de 79,4 %. Sur ce nombre, le laboratoire de Gentilly-2 fut celui ayant déposé le troisième plus haut total d'échantillons de contrôle à cette étude.

8.0 CONCLUSION

Les résultats de l'année 2010 du volet physico-chimique de la surveillance de l'environnement de la centrale nucléaire Gentilly-2 ne démontrent aucun impact environnemental significatif. Pour les effluents, les seuls dépassements constatés ont été, comme par les années précédentes, ceux où des cibles particulières ont été prescrites pour la centrale Gentilly-2, dépassements impliquant les concentrations d'aluminium extractible aux fosses de prétraitement et de déminéralisation de l'usine de traitement d'eau. En ce qui a trait aux eaux souterraines, des dépassements de critères sont notés pour les eaux souterraines (horizons A et B), où les teneurs en minéraux sont naturellement élevées.

Tout au long de l'année 2010, les quelques 20 inspections effectuées le long du canal de rejet, lors d'arrêts, de redémarrages, de déversements accidentels ayant atteint l'environnement et de variations de température faisant en sorte que le delta T excède la valeur cible en période d'exploitation normale ont confirmé l'absence de mortalité significative de poissons.

Les volets conventionnel et radiologique de la surveillance du site de dépôt des neiges usées de la centrale nucléaire présente des résultats normaux. C'est une situation connue que le phénomène de concentration du tritium dans les neiges: les concentrations légèrement plus élevées qui y ont été relevées sont donc considérées normales. Ces valeurs sont cependant bien inférieures à la concentration maximale permise dans l'eau potable (7 000 Bq.L⁻¹).

En 2010, les déversements accidentels de contaminants ont été plus nombreux, dont la majorité a été de l'ordre d'un litre, et récupérés sans délai. Cependant, quatre événements majeurs ont monopolisé les différentes équipes de Gentilly-2. Leur intervention rapide a permis d'en restreindre l'étendue et ainsi limiter, voire même éviter, les impacts environnementaux au seul site de Gentilly-2.

En ce qui a trait aux mesures de rejets radiologiques enregistrées à la centrale Gentilly-2, tous les résultats démontrent que les effluents radiologiques aériens et liquides de la centrale de l'année 2010 sont demeurés bien en deçà de l'objectif d'exploitation établi à 1 % des LOD et n'ont ainsi pas eu d'impact significatif sur l'environnement. Cette constatation est en outre corroborée par l'ensemble des mesures effectuées dans le cadre du suivi de la dispersion des effluents qu'est le programme de surveillance radiologique de l'environnement de la centrale nucléaire Gentilly-2. Sur une base annuelle, les deux principaux radioéléments en présence dans les effluents liquides et aériens de la centrale, le tritium et le carbone-14, ont connu des baisses d'activité comparativement à l'année précédente. Ces baisses sont respectivement de l'ordre de 14% et de 5%.

Les mesures d'ambiance gamma effectuées dans la zone rapprochée témoignent quant à elles d'une situation stable. Une hausse marquée fut cependant perçue à la station SCR-5, sise dans le parc industriel de Bécancour, principalement durant le troisième trimestre. Les événements d'exploitation enregistrés à la centrale nucléaire Gentilly-2 durant cette période n'ont pas suffi à expliquer cette hausse. La localisation de cette station de contrôle radiologique la rend cependant sujette à une exposition au rayonnement gamma d'autres sources que celle impliquant la centrale nucléaire.

En ce qui a trait aux autres volets du suivi d'ambiance gamma, aux clôtures de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) et de l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) et de celles de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS), la plupart des quelques variations à la hausse constatées sont liées à des manœuvres d'exploitation connues. Les points de mesures de l'ASDR sont généralement à la baisse compte tenu qu'elle est maintenant moins sollicitée.

Tel qu'attendu, les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique témoignent d'une dispersion efficace de la présence de tritium contenue aux rejets aériens. Les stations d'échantillonnage les plus rapprochées du point d'émissions sont celles qui montrent les valeurs significativement plus élevées. Pour toutes les autres stations d'échantillonnage localisées hors du périmètre de la centrale nucléaire, les valeurs confirment le scénario des années antérieures à savoir que la station Sud-1, celle-là même où sont récoltées les données intégrées à l'estimation de dose radiologique au groupe critique, montre les concentrations de tritium les plus élevées. Bien qu'étant la valeur la plus élevée de toutes les valeurs issues des stations de ce regroupement, cette dernière fut tout de même en baisse de 10,6 %.

Le profil des données annuelles relatives à l'activité en carbone-14 atmosphérique tirées des douze stations de contrôle radiologique attirées à ce paramètre, incluant maintenant celles de l'IGDRS, ne montre aucun changement important quant aux variations entre les stations. Une tendance à la baisse a par contre été confirmée pour les valeurs tirées de la station SCR-7 et ce, suite aux travaux d'enveloppement et de transfert de l'ancien couvercle de la fosse C-7 dans une enceinte de stockage de l'IGDRS. Les valeurs des quatre stations ceinturant l'IGDRS ont connu une hausse significative au mois de mars 2010, expliquée par des vents favorables dans l'axe de la cheminée principale.

Tant aux stations de contrôle les plus anciennes qu'aux nouvelles stations de l'IGDRS, les moyennes trimestrielles 2010 d'activité bêta-total dans les aérosols ne montrent aucune tendance définie. Maintes fois, les valeurs trimestrielles moyennes sont comparables, voire même inférieures, à celles provenant de la station de contrôle de référence de Drummondville.

L'analyse de l'eau potable prélevée directement aux robinets desservis par un réseau d'aqueduc municipal a révélé des teneurs en tritium toutes, sans exception, sous le seuil de détection, seuil qui fut abaissé en 2010. Cette tendance se maintient depuis la mise en service de la centrale Gentilly-2.

Les concentrations de tritium contenues dans les précipitations récoltées aux différentes stations de contrôle localisées dans la zone rapprochée ainsi qu'à l'IGDRS ont montré des variations importantes au cours de l'année 2010. Les émissions de tritium enregistrées à la cheminée principale de même que les taux de précipitations annuelles sont principalement responsables de ces variations. Les concentrations sont également significativement plus élevées à l'IGDRS. À ces quatre stations, les données du quatrième trimestre ont été les plus élevées de l'année, notamment influencées par les concentrations contenues dans les précipitations du mois de décembre.

Les analyses faites à partir de la chair de poissons et des mollusques prélevés en aval du site de Gentilly-2 ont révélé de faibles concentrations de carbone-14 dans tous les cas. Dans plus du tiers des échantillons de la chair de poissons, des concentrations mesurables de césium-137 ont également été détectées. Relativement aux analyses de mollusques, c'est dans la coquille que fut mesurée la plus grande concentration de carbone-14. Mis à part le carbone-14 et le potassium-40, présents dans chacun des échantillons de mollusques, aucun autre radioisotope ne fut détecté.

Les analyses réalisées pour une variété de trois légumes, cultivés dans la région en 2010, n'ont pas permis de détecter la présence de radioisotopes tels que le tritium, le cobalt-60 ou le césium-137. Seules de faibles concentrations de béryllium-7, de carbone-14 et de potassium-40 ont été mesurées, tous des radioéléments naturellement présents dans l'environnement. Comme par les années antérieures, la présence de faibles teneurs de potassium-40 et de césium-137 ont été mesurées dans le sirop d'érable, ce dernier radioélément étant attribuable aux retombées d'essais nucléaires passés.

Des prélèvements hebdomadaires de la production laitière régionale ont été faits aux quatre fermes collaborant au programme de suivi. Les activités en tritium dans le lait sont demeurées négligeables tout au long de l'année et largement en deçà de l'actuelle norme d'eau potable, alors qu'un peu moins de 3 % des analyses ont montré des résultats supérieurs à la limite de détection. En 2010, la valeur maximale de tritium ayant été décelée dans un échantillon de lait fut de 34 Bq.L^{-1} , à la ferme F.R.

Plusieurs radioisotopes attribuables aux rejets liquides de la centrale ont été détectés en différentes concentrations dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent, dans la région immédiate de la centrale Gentilly-2. La campagne d'échantillonnage du mois de juillet fut celle où la présence de ces radioéléments fut la plus marquée. Le profil des données prouve par ailleurs une baisse drastique des concentrations à faible distance du point de rejet et ce, en comparant les valeurs issues d'échantillons au canal de rejet (point B) à celles prélevées à près de 1,5 kilomètres plus en aval (point C).

Pour la surveillance radiologique des installations de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, le volet des eaux de surface, d'infiltration et souterraines représente une large part des échantillons. En 2010, les concentrations les plus élevées mesurées dans les eaux de surface à proximité des trois installations de stockage de déchets radioactifs et de combustible irradié l'ont généralement été dans des épisodes de rejets aériens plus importants combinés à des taux de précipitations plus élevés, à l'exemple des données associées au mois de juin à l'IGDRS.

En ce qui a trait à l'eau d'infiltration, l'année 2010 a entre autres été marquée par une mesure maximale élevée de $8\,229 \text{ Bq.L}^{-1}$, en décembre à l'ASSCI. De toutes les analyses du volet des eaux d'infiltration pour l'ensemble du site, ce fut d'ailleurs le seul échantillon unitaire dont la concentration fut supérieure à la limite maximale permise à la norme de consommation d'eau potable.

Encore cette année, les concentrations de tritium dans l'eau de la nappe phréatique associées à tous les ouvrages de captation d'eaux souterraines situés hors de la zone d'exclusion du site de Gentilly sont demeurées sous la limite de détection, qui faut-il le rappeler fut abaissée à une valeur oscillant entre 4 et 6 Bq.L^{-1} depuis février 2010.

Pour toutes les autres structures de suivi des eaux de la nappe phréatique en présence aux horizons de sols A et B et aménagées en zone d'exclusion, les concentrations mesurées ont été très stables, demeurant toutes largement inférieures à la concentration maximale permise dans l'eau potable.

En 2010, l'estimation de la dose à la population due à l'exploitation de la centrale Gentilly-2 fut de 0,96 μSv . Cette dose reçue par les membres du groupe critique correspond à moins de 0,1 % de la dose maximale admissible pour un membre de la population qui est de 1 000 μSv . Cette dose est négligeable par rapport à la dose annuelle moyenne provenant d'expositions à des sources naturelles évaluées à 2 000 μSv (CCEA, 1995) ainsi que de d'autres sources expositions, notamment médicales.

Dans le cadre de son programme d'assurance-qualité, le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2 a participé à un exercice d'intercomparaisons (MRAD-13) coordonné par le groupe Environmental Resource Associates (ERA). En 2010, tous les résultats d'analyse soumis se sont avérés conformes aux valeurs attendues. Une seconde démarche d'intercomparaisons, propre aux échantillons de lait, a aussi été encadrée par le laboratoire de radioécologie de l'Université Laval. Là encore, tous les résultats soumis se sont avérés justes.

Le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 a pour sa part participé à deux autres exercices d'intercomparaisons, COGIS 51 et 52, propres aux centrales du regroupement COG. Les résultats ont varié en fonction des paramètres physico-chimiques ou radiochimiques. Globalement, le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 a fourni des mesures conformes aux plages de valeurs attendues dans un ratio de 80,9 %. Il est à noter que la totalité des échantillons analysés dans le cadre du programme de surveillance radiologique de l'environnement le sont par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale de Gentilly-2, tandis que les autres échantillons analysés dans le cadre du programme de surveillance physico-chimique le sont par le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 mais aussi par un laboratoire externe accrédité du MDDEP.

Au terme de l'analyse de tous ces intrants et mesures, un constat général se dégage quant aux réels impacts radiologiques et physico-chimiques des activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 sur l'environnement, de même que sur la population avoisinante, à savoir qu'ils sont négligeables, voire imperceptibles. Pour la majorité des prélèvements effectués au-delà de la zone rapprochée du site de Gentilly, les différents paramètres pouvant être en concentration suffisamment élevée pour être mesurable sont dans un même ordre de grandeur que le bruit de fond naturel ou établi suite à l'exposition à des sources anthropiques complètement dissociées des activités de la centrale Gentilly-2.

Par ailleurs, l'année 2011 marquera l'adoption probable d'un nouveau programme de surveillance radiologique de l'environnement. Le rapport annuel 2011 dévoilera les changements dont l'application est prévue pour le mois de juillet 2011. Des modifications sont également survenues au niveau des limites opérationnelles dérivées (LOD). Les nouvelles séries de valeurs intégrées aux documents d'exploitation de la centrale Gentilly-2 figureront également au rapport annuel de l'année 2011.

9.0 RÉFÉRENCES

Alliance Environnement (2006)

Mortalité des poissons à la station de pompage de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Rapport d'activités 2005, septembre 2006.

Barbeau C., et al. (1998)

Caractérisation et modélisation de contaminants radioactifs autour de l'aire de stockage des déchets radioactifs de la centrale Gentilly-2. Université Laval.

Barbeau, C. et Côté, J.-E. (2004)

Suivi de la dispersion du tritium autour de l'aire de stockage des déchets radioactifs de la centrale Gentilly-2 (synthèse des données 1998-2003). Université Laval.

Barbeau, C. et Groleau, S. (2006a)

Suivi du carbone-14 atmosphérique à l'aire de stockage des déchets radioactifs de la centrale nucléaire Gentilly-2. Université Laval.

Barbeau, C. et Groleau, S. (2006b)

Synthèse du suivi de la dispersion du tritium sur le site de la centrale nucléaire Gentilly-2 (années 1998 – 2005). Université Laval.

Barbeau, C. et Groleau, S. (2007)

Caractérisation chimique des eaux souterraines et de surface au site de Gentilly-2 (années 2004-2006). Université Laval.

Barbeau, C. et Groleau, S. (2008)

Validation de la mesure de dose à l'individu critique (mesure de la radioactivité ambiante à la ferme Sud). Université Laval.

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) (2004)

Maintenir les expositions et les doses au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (ALARA) ». Guide d'application de la réglementation. G-129 rév 1.

Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA) (1995)

Canada: Living with Radiation.

Environmental Resource Associates (ERA) (2010)

MRAD-13 Final Complete Report, Report Issued Date 12/06/2010.

Groleau, S. (2011)

Lettre adressée à Valade. R. Objet : Contrôle de la qualité du lait 2010. Février 2011.

Hydro-Québec (1981)

Évaluation du potentiel de contamination au voisinage de l'aire de stockage des déchets radioactifs solides à Gentilly, Rapport final présenté à la Commission de contrôle de l'énergie atomique pour l'obtention du permis d'exploitation de l'ASDR.

Hydro-Québec, (1990)

Limites opérationnelles dérivées pour les effluents aériens et liquides de la centrale nucléaire Gentilly-2, G2-RT-89-14.

Hydro-Québec (1997)

Assurance et contrôle de la qualité au laboratoire de radioprotection. Rapport IREQ-97-224.

Hydro-Québec (1999)

Programme de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly, NM-5.08, révision 1.

Hydro-Québec (2003)

Caractérisation chimique des eaux souterraines au site de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Hydro-Québec (2006)

Estimation de dose publique. Rapport technique G2-RT-2006-16000-004.

Hydro-Québec (2007a)

Gérer les effluents. Document MG-23-02, révision 1.

Hydro-Québec (2007b)

Description sommaire des effluents liquides de la centrale.
Rapport technique G2-RT-1992-04, révision 11.

Hydro-Québec (2007c)

Carbone-14 atmosphérique à l'ASDR. Rapport technique G2-RT-2007-79130-013.

Hydro-Québec (2007d)

Résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly.
Rapport annuel 2006. Rapport technique G2-RT-2007-00518-011.

Hydro-Québec (2009)

Programme de surveillance environnementale. Centrale nucléaire Gentilly-2. Février 2009.

Hydro-Québec (2010)

Résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly.
Rapport annuel 2009. Rapport technique G2-RT-2010-00518-025.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2001)

Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Report Series N0. 19.

Le Griffon d'argile (2008)

Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 3
échantillonnage des eaux souterraines, Éditions Le Griffon d'argile, août 2008.

McDougall, N. (2007)

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

Min. du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (2007)

Règlement sur la qualité de l'eau potable, Q-2, r.18.1.1.

National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) (1985)

Carbon-14 in the Environment, NCRP Report No 81.

Plante, M. (2010)

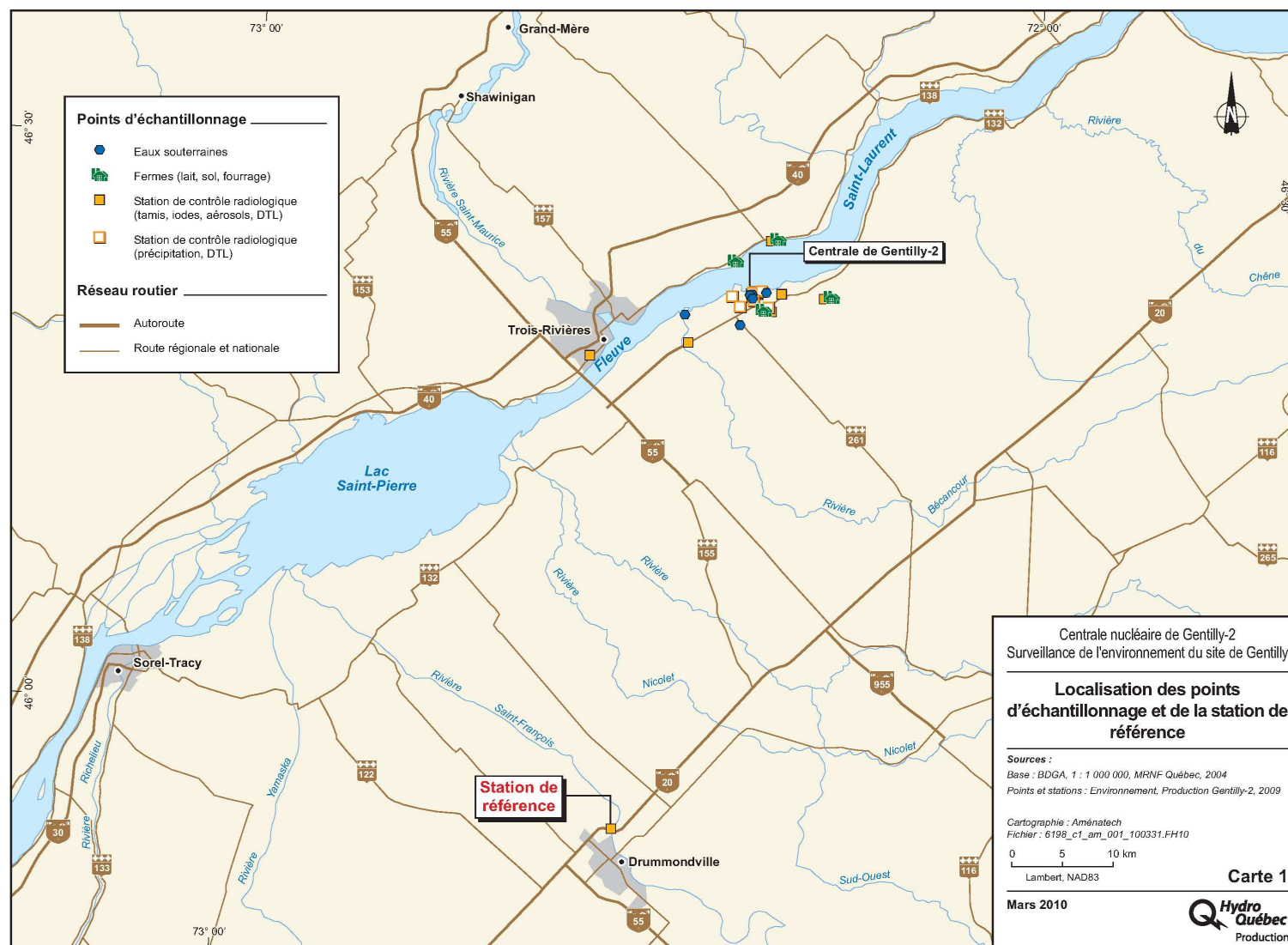
Prescrire un examen de radiologie diagnostique, un geste banal ? Le médecin du Québec,
volume 45, numéro 4, avril 2010.

Transports Canada (2008)

Guide de l'utilisateur du calculateur d'émissions liées au transport urbain (CELTU), version
définitive, avril 2008.

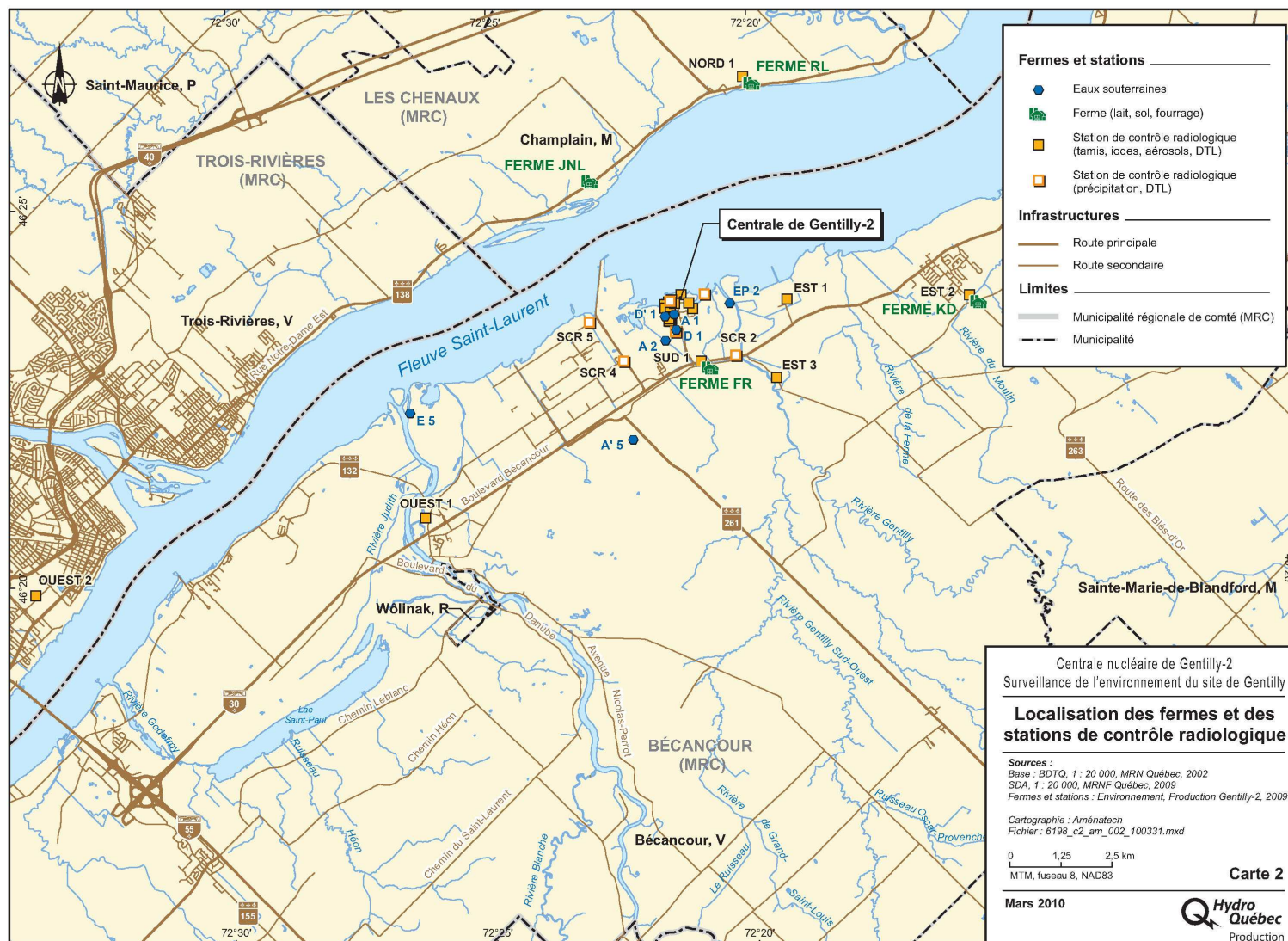
CARTES

CARTE 1 : LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE LA STATION DE RÉFÉRENCE



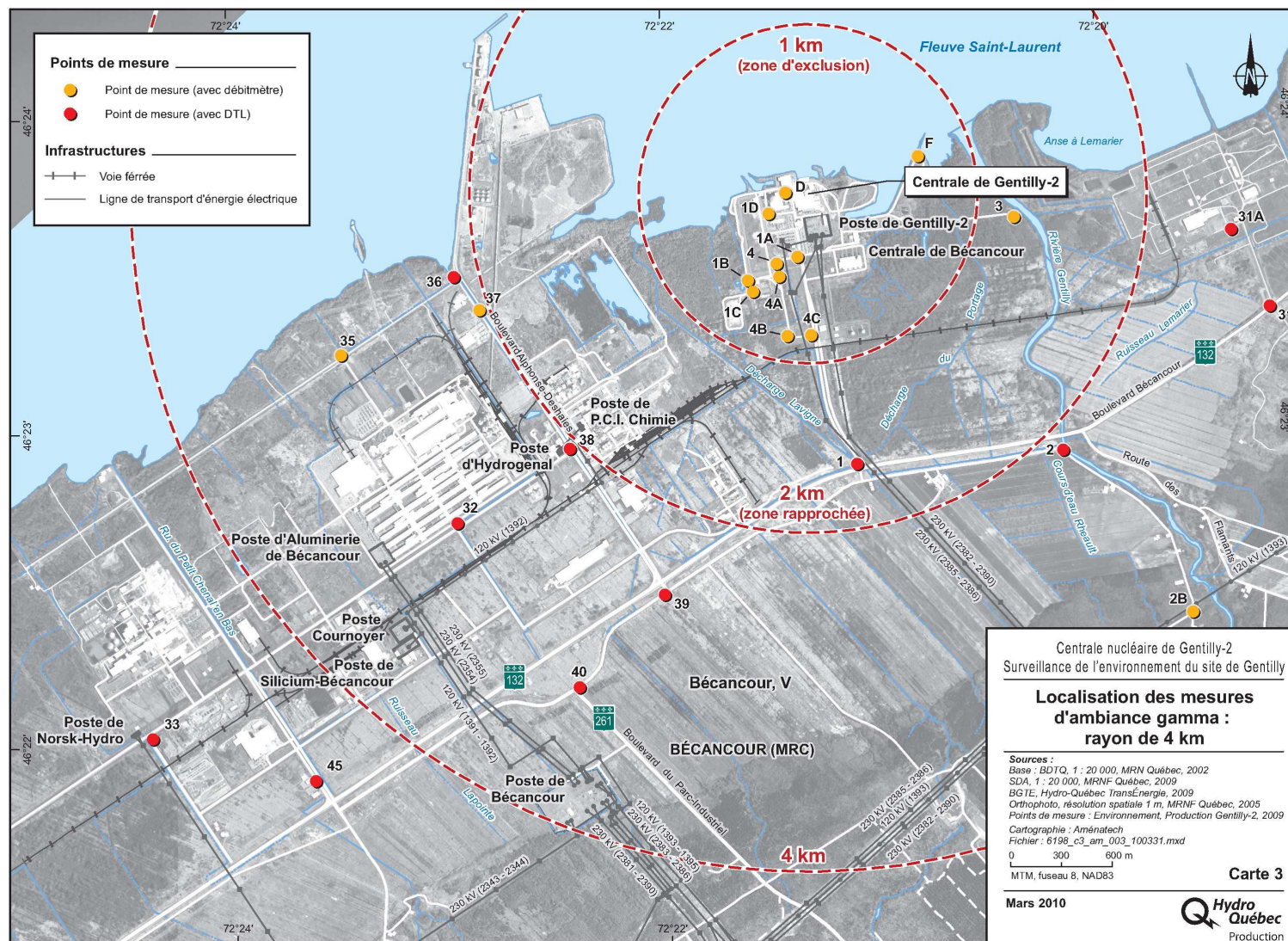
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 2 : LOCALISATION DES FERMES ET DES STATIONS DE CONTRÔLE RADIOLOGIQUE



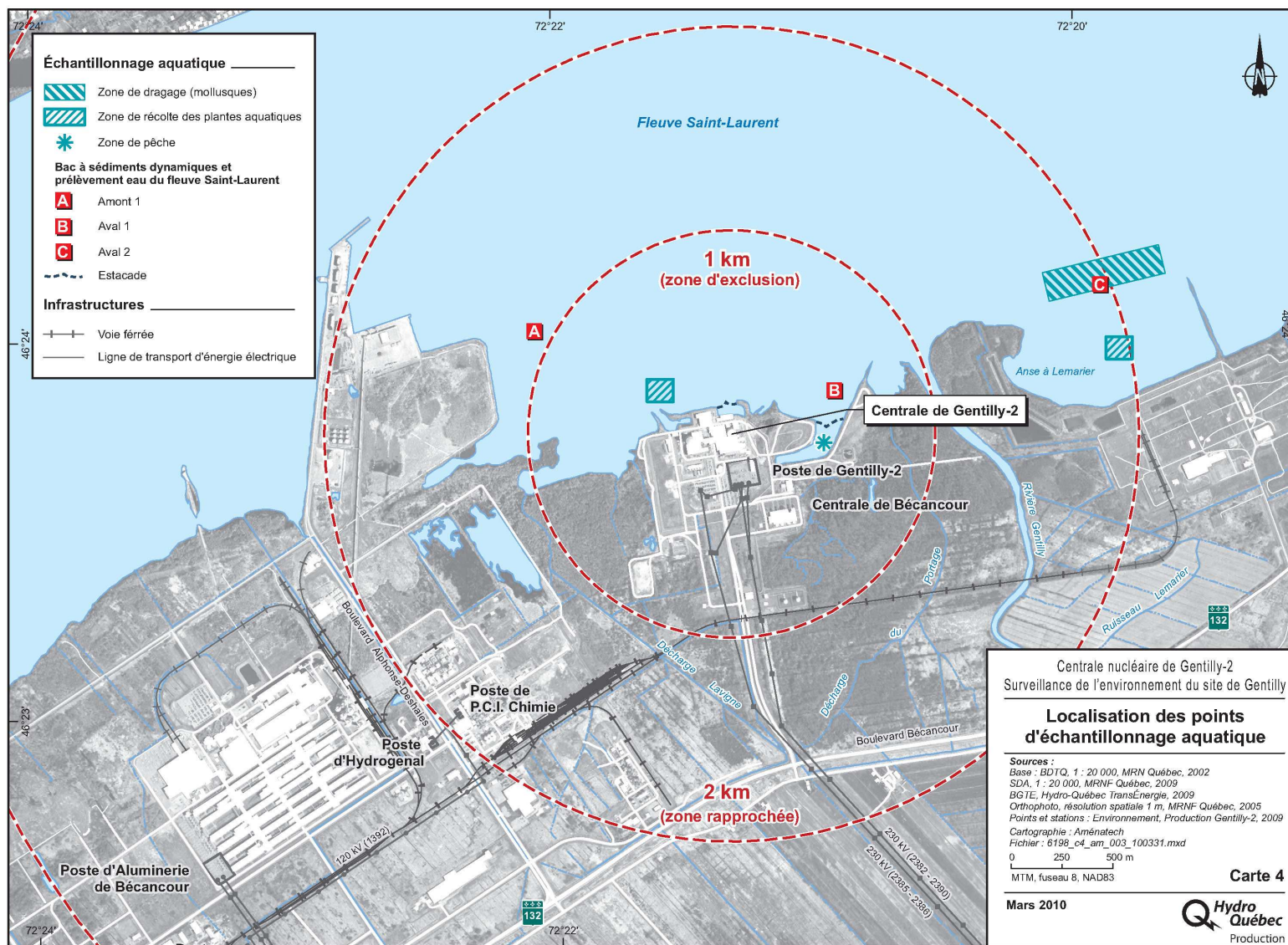
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 3 : LOCALISATION DES MESURES D'AMBIANCE GAMMA : RAYON DE 4 KM

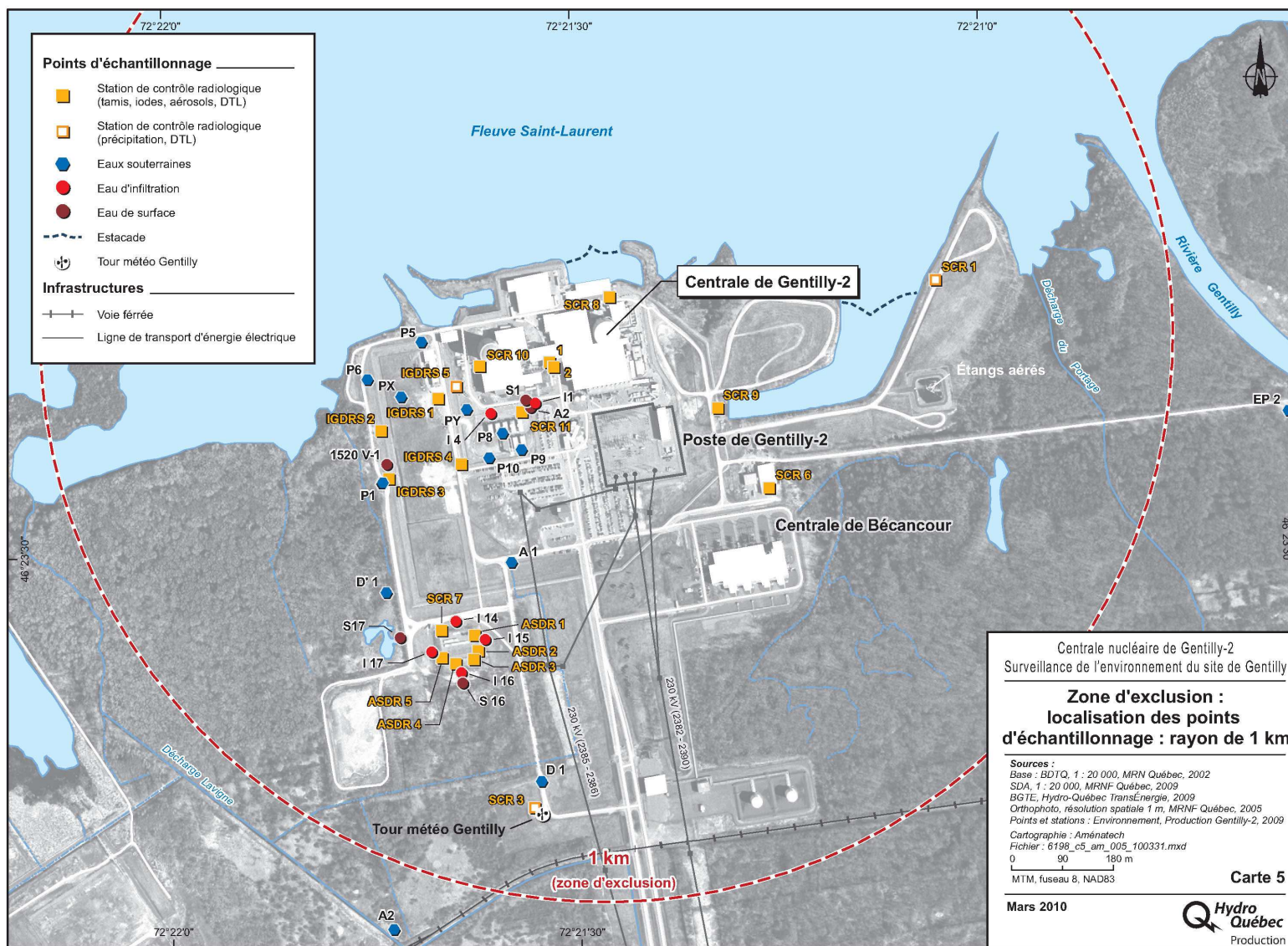


Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 4 : LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE AQUATIQUE

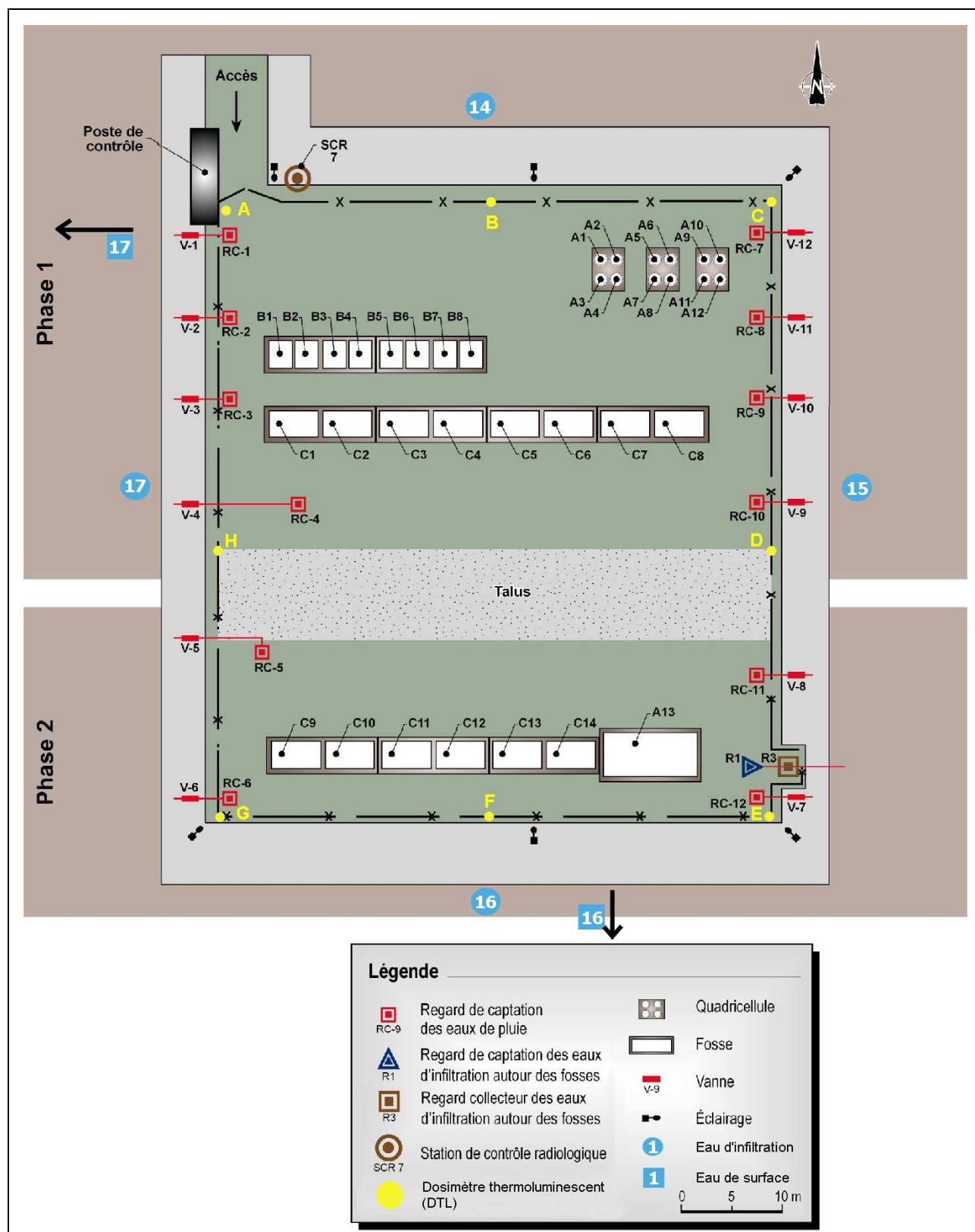


CARTE 5 : LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE : RAYON DE 1 KM

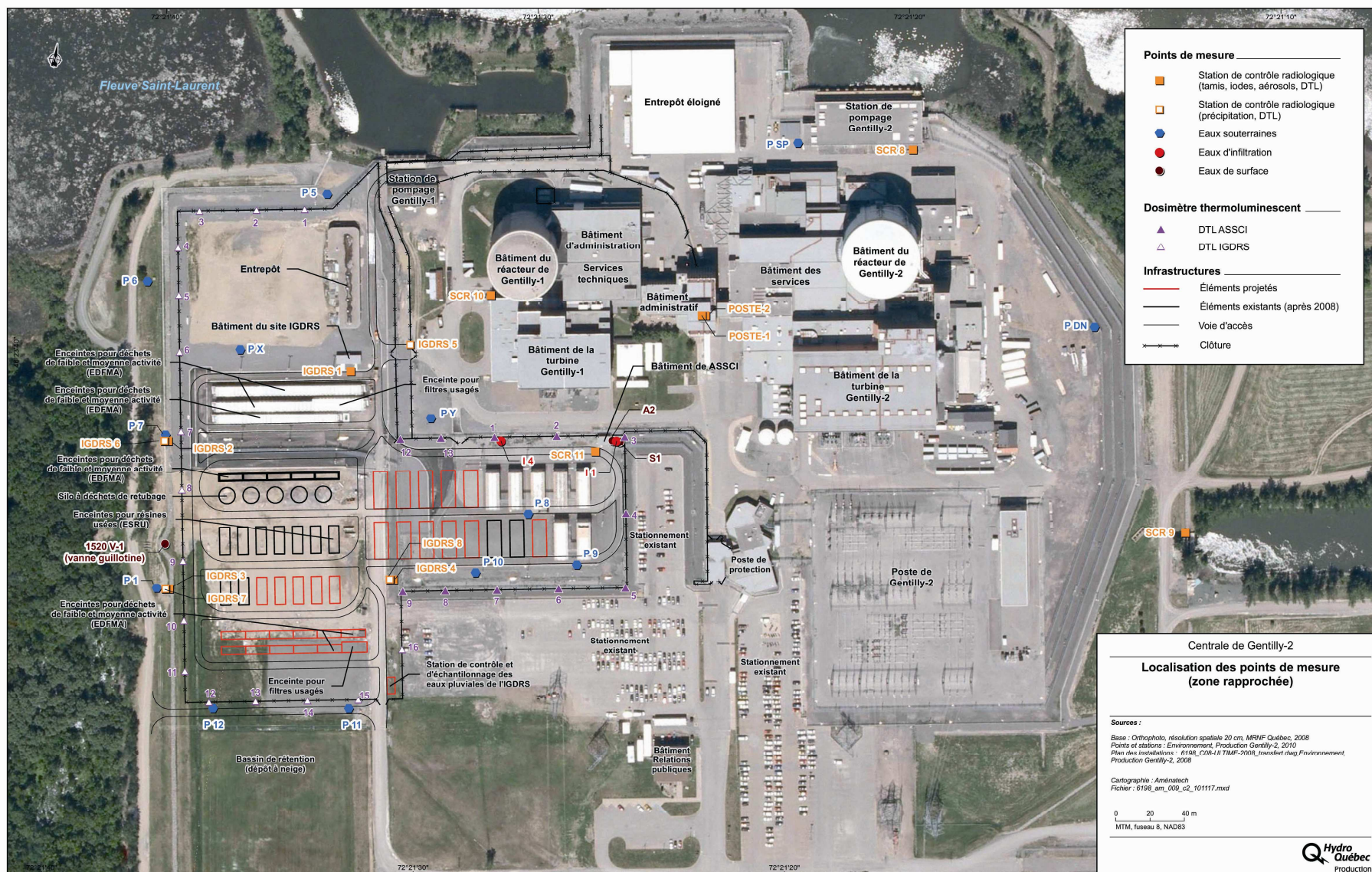


Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 6 : ASDR : LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

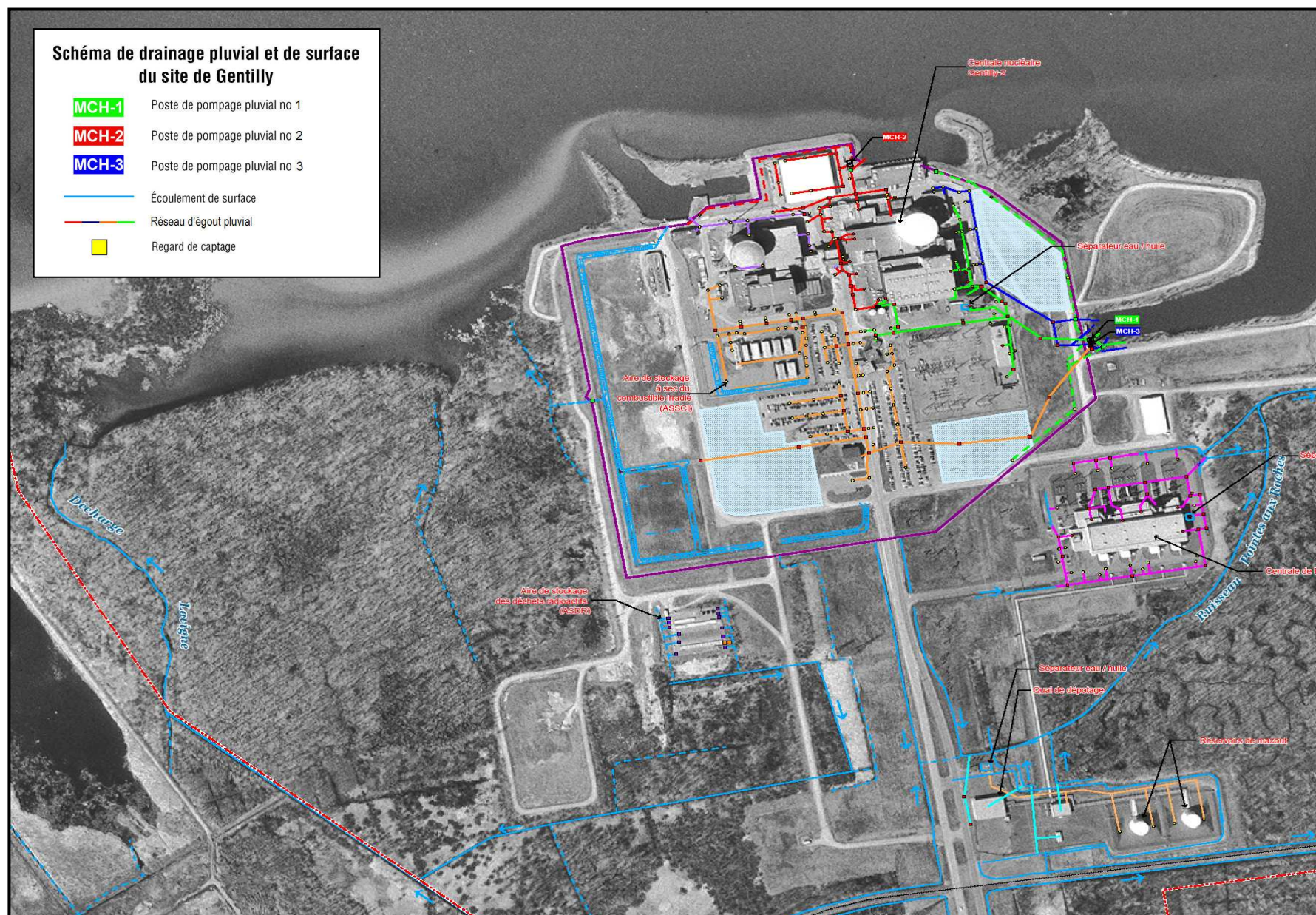


CARTE 7 : IGDRS ET ASSCI : LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

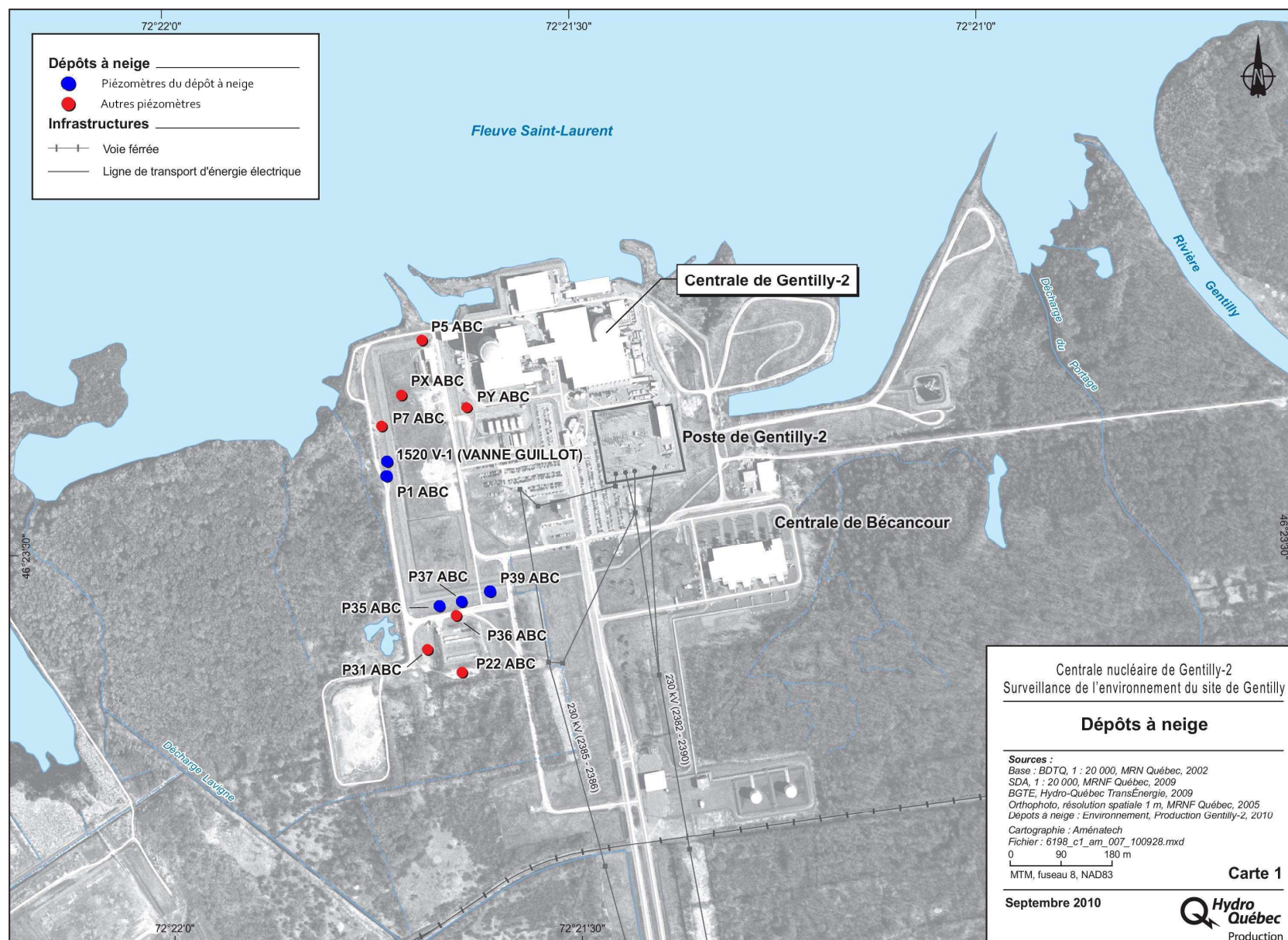


Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

CARTE 8 : SCHÉMA DU DRAINAGE PLUVIAL ET DE SURFACE DU SITE DE GENTILLY



CARTE 9 : LOCALISATION DES PIÉZOMÈTRES POUR LE SUIVI DU DÉPÔT À NEIGE



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:

$$X = N \pm k_{Sn}$$

où k_{Sn} 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

Les tableaux B1, B2, B3, B4 et B5 présentent le programme de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly (Hydro-Québec, 1999). 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 B6, B7, B8, B9 et B10 présentent une description sommaire des méthodes d'échantillonnage et d'analyse.

Le tableau B11 présente les limites de détection pour chaque méthode d'analyse utilisée par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2.

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

POINT D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	PARAMÈTRES MESURÉS	ANALYSES ANNUELLES PRÉVUES
Ambiance gamma				
Zone proche (SCR-1 à SCR-11 & réf. ¹)	Mensuel	12 ²	Exposition γ	576
ASDR (A à H)	Trimestriel	8 ²	Exposition γ	128
ASSCI (1 à 13)	Trimestriel	13 ²	Exposition γ	208
Région (23 points fixes)	Mensuel	23	Exposition γ	276
Région (68 points fixes)	Biannuel	68 ²	Exposition γ	544
Région (SCR-PC ³)	Mensuel	8 ²	Exposition γ	384
Tritium atmosphérique				
Zone proche (SCR-6 à SCR-11 & 2 postes)	Mensuel	8	³ H	96
Région (SCR-PC)	Mensuel	8	³ H	96
Carbone-14 atmosphérique				
Zone proche (SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9, ASDR-1, ASDR-4 & réf. ¹)	Mensuel	9	¹⁴ C	108
Aérosols				
Région (SCR-PC)	Mensuel	8	β-total γ ⁴	96
Radioiodes				
Zone proche (SCR-1 à SCR-11 & 2 postes)	Changement de cartouche biannuel (analyse au besoin)	8	Radioiodes	0

Remarques : ¹ Réf. (Station de référence) : Drummondville² 4 DTL par point d'échantillonnage³ SCR-PC (Stations de contrôle radiologique – Points cardinaux : Nord-1, Sud-1, Est-1, Est-2, Est-3, Ouest-1, Ouest-2 et référence)⁴ Si β-total > 3,7 mBq.m⁻³, spectrométrie gamma réalisée

TABLEAU B2**PROGRAMME DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT : SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU**

POINT D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	PARAMÈTRES MESURÉS	ANALYSES ANNUELLES PRÉVUES
Précipitations				
Zone proche (SCR-1 à SCR-5 & réf. ¹)	Mensuel	6	³ H β-total γ	72 72
Eau potable				
Région (Champlain, Gentilly, Trois-Rivières, Drummondville (réf. ¹) et puits artésiens	Mensuel	5	³ H Conductivité	60 60
Eau de surface				
ASDR (S-16 & S-17)	Mensuel	2	³ H β-total γ	14 8 14
ASSCI (S-1)	Mensuel	1	³ H β-total ² γ	9 9 9
Fleuve (A, B & C)	3 fois par année	3	³ H	9
Eau d'infiltration				
ASDR (I-14 à I-17)	Mensuel	4	³ H β-total ² Conductivité	43 12 43
ASSCI (I-1, I-4, P-9C & P-10C)	Mensuel	4	³ H β-total ² Conductivité	48 48 48
Eau de la nappe phréatique				
ASDR (A-1, A'-5, D-1, D'-1, E-5 & EP-2)	Mensuel	6	³ H β-total ² Conductivité	71 12 71
ASSCI (A-2, P-9A, P-9B, P-10A & P-10B)	Mensuel	5	³ H β-total ² Conductivité	60 60 60

Remarques : ¹ Réf. (Station de référence) : Drummondville² Échantillon composite de 500 mL. Si > 7 Bq.L⁻¹, analyses individuelles

TABLEAU B3**PROGRAMME DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT :
SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS**

POINT D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	PARAMÈTRES MESURÉS	ANALYSES ANNUELLES PRÉVUES
<i>Sol arable</i>				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Biannuel	4	³ H γ	8 8
<i>Sédiments dynamiques</i>				
Fleuve (A, B & C)	3 fois par année	3	γ	9

TABLEAU B4**PROGRAMME DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT :
SURVEILLANCE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE**

POINT D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	PARAMÈTRES MESURÉS	ANALYSES ANNUELLES PRÉVUES
<i>Poissons et mollusques</i>				
Poissons (aval)	Mensuel	1	¹⁴ C γ	12 12
Mollusques (aval)	Annuel	1	¹⁴ C γ	2 ¹ 2 ¹
<i>Plantes fourragères</i>				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Annuel	4	³ H ¹⁴ C γ	4 4 4
<i>Plantes aquatiques</i>				
Fleuve (A & C)	Annuel	2	¹⁴ C γ	2 2

Remarques : ¹ Les coquilles sont séparées de la chair et sont analysées séparément.

TABLEAU B5**PROGRAMME DE SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT :
SURVEILLANCE DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE**

POINT D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	PARAMÈTRES MESURÉS	ANALYSES ANNUELLES PRÉVUES
Légumes et autres produits de consommation				
Légumes (choux, tomates, carottes ou navets : agriculteur de la région)	Annuel	1	^3H ^{14}C γ	3 3 3
Sirop d'érable (producteur de Bécancour)	Annuel	1	γ	1
Lait				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Hebdomadaire	4	^3H γ (^{137}Cs , ^{131}I et ^{40}K)	208 208

TABLEAU B6**ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
Ambiance gamma	
Deux méthodes sont utilisées pour mesurer l'ambiance gamma :	
- Dosimètres thermoluminescents (DTL)	- 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.
- Débitmètre d'ambiance gamma	- Appareil servant à mesurer un débit de rayonnement en un point donné. Résultat immédiat obtenu par lecture directe de l'appareil.

TABLEAU B6 (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 B7**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 St-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 B8**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 m ² . 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 m ² spécialement conçus à cet effet. Les sédiments sont accumulés pendant 4 à 6 semaines, trois fois par année. - Les sédiments sont séchés et broyés. - L'échantillon est mis dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.

TABLEAU B9**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 B10**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.
Sirop d'érable	
Le sirop est acheté à un producteur local.	Une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée.
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 B11**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).

B.2 Analyses chimiques

Les principaux paramètres chimiques analysés sur les échantillons reliés à la surveillance de l'environnement sont l'hydrazine, le chlore total et la morpholine. Les méthodes analytiques utilisées proviennent des Procédures d'Analyses Gentilly (PAG) du laboratoire de Chimie. Ces dernières ont été adaptées à partir de méthodes provenant d'organismes reconnus. Le tableau B12 fait état pour chaque méthode analytique de la référence utilisée ainsi que des limites de détection correspondantes.

TABLEAU B12
PRINCIPALES MÉTHODES ANALYTIQUES

PARAMÈTRE	NUMÉRO MÉTHODE	TITRE DE LA MÉTHODE	RÉFÉRENCE	LIMITE DE DÉTECTION
Hydrazine	PAG-4030	Hydrazine	ASTM, D1385-88 Standard Test Method for Hydrazine in Water (réapprouvé en 2001)	0,2 µg/L
Chlore total	PAG-07	Chlore résiduel total	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 15e édition	0,01 mg/L
Morpholine	PAG-55	Chromatographie par échange ionique (Dionex DX-500)	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 15e édition et notes d'applications de Dionex	1 mg/L

ANNEXE C

PROGRAMME ASSURANCE-QUALITÉ

Les tableaux C1, C2, C3 et C4 présentent les résultats de l'intercomparaison MRAD-13 coordonnée par le groupe Environmental Resource Associates (ERA) (ERA, 2010).

TABLEAU C1: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010: INTERCOMPARAISON ERA, FILTRES D'AIR

ANALYSE	ACTIVITÉ PAR FILTRE (pCi.filtre ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
β-total	62	52,7	32,5 - 77,0	1,18
²⁴¹Am	76	74,1	43,3 - 102	1,03
⁶⁰Co	527	479	371 - 598	1,10
¹³⁴Cs	305	388	253 - 480	0,79
¹³⁷Cs	581	514	386 - 675	1,13
⁵⁴Mn	< 4	0,0	N/A	N/A
⁶⁵Z	611	465	322 - 644	1,31

TABLEAU C2: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE SOL

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
²²⁸ Ac	1 476	1 830	1 170 - 2 580	0,81
²⁴¹ Am	989	1 120	669 - 1 440	0,88
²¹² Bi	1 649	2 070	543 - 3 100	0,80
²¹⁴ Bi	846	983	603 - 1 410	0,86
¹³⁴ Cs	2 027	2 240	1 440 - 2 700	0,90
¹³⁷ Cs	3 730	3 530	2 700 - 4 580	1,06
⁴⁰ K	11 135	10 700	7 760 - 14 500	1,04
²¹² Pb	1 578	1 640	1 060 - 2 310	0,96
²¹⁴ Pb	843	969	580 - 1 440	0,87
⁶⁰ Co	5 108	4 780	3 480 - 6 420	1,07
⁵⁴ Mn	< 23	0,00	N/A	N/A
⁶⁵ Z	2 676	2 300	1 820 - 3 080	1,16

**TABLEAU C3: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE VÉGÉTAUX**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
²⁴¹ Am	5 568	4 760	2 710 - 6 540	1,17
⁶⁰ Co	1 141	1 010	683 - 1 450	1,13
¹³⁴ Cs	1 057	1 040	595 - 1 440	1,02
¹³⁷ Cs	1 403	1 260	924 - 1 750	1,11
⁵⁴ Mn	< 23	0,00	N/A	N/A
⁶⁵ Z	1 446	1 210	874 - 1 650	1,20
⁴⁰ K	28 919	22 600	16 200 - 32 000	1,28

**TABLEAU C4: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS AQUEUX**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.litre ⁻¹ si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
β-total	122	143	83,6 - 210	0,85
²⁴¹ Am	172	176	120 - 238	0,98
⁶⁰ Co	735	714	622 - 844	1,03
¹³⁴ Cs	451	492	363 - 565	0,92
¹³⁷ Cs	632	625	586 - 827	1,01
⁵⁴ Mn	< 8	0,00	N/A	N/A
⁶⁵ Z	538	489	414 - 610	1,10
³ H	21 408	21 600	14 100 - 31 900	0,99

Le tableau C5 présente les résultats de l'intercomparaison organisée par le laboratoire de radioécologie de l'Université Laval pour des échantillons de lait (Groleau, S. 2011)

**TABLEAU C5: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010 :
INTERCOMPARAISON LABORATOIRE DE RADIOÉCOLOGIE DE
L'UNIVERSITÉ LAVAL, ÉCHANTILLONS DE LAIT**

ANALYSE	ÉCHANTILLON	ACTIVITÉ (Bq/L)		
		G2	UL	G2 / UL
^3H	UL2010-01	< 20	0	-----
	UL2010-02	39 ± 15	44 ± 4	0,89
	UL2010-03	65 ± 7	71 ± 6	0,92
	UL2010-04	< 20	0	-----
^{133}Ba	UL2010-01	< 0,11	0	-----
	UL2010-02	< 0,09	0	-----
	UL2010-03	$58 \pm 0,5$	57 ± 1	1,02
	UL2010-04	$29,2 \pm 0,3$	29 ± 1	1,01
^{40}K	UL2010-01	54 ± 1	53 ± 6	1,02
	UL2010-02	54 ± 1	53 ± 6	1,02
	UL2010-03	56 ± 1	54 ± 5	1,04
	UL2010-04	52 ± 1	56 ± 6	0,93

Les tableaux C6 et C7 présentent les résultats du COGIS 51 et les tableaux C8 et C9 présentent les résultats du COGIS 52.

TABLEAU C6: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010: INTERCOMPARAISON COGIS 51 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Chlorure	0,0054 0,5895	0,0045 0,60	0,003825 0,51	0,005175 0,69	1,20 0,98
Sulfate	0,0053 0,4281	0,005 0,45	0,00425 0,3825	0,00575 0,5175	1,06 0,95
Sodium	0,0071 0,341	0,007 0,35	0,0056 0,2975	0,0084 0,4025	1,01 0,97
Fer	0,076 0,085	0,07 0,08	0,0595 0,068	0,0805 0,092	1,09 1,06
Cuivre	0,062 0,087	0,06 0,085	0,051 0,07225	0,069 0,09775	1,03 1,02
Aluminium	0,777 0,434	0,7 0,4	0,595 0,36	0,805 0,44	1,11 1,09
Zinc	0,098 0,079	0,08 0,065	0,068 0,05525	0,092 0,07475	1,23 1,22
Silice	0,0393 0,913	0,035 0,8	0,028 0,68	0,042 0,92	1,12 1,14
Plomb	0,044 0,087	0,04 0,08	0,034 0,068	0,046 0,092	1,10 1,09
Hydrazine	0,0968 5,320 0,156	0,095 5,3 0,15	0,8075 4,505 0,1275	0,10925 6,095 0,1725	1,02 1,00 1,04
Conductivité	0,582 mS/cm 33,4 mS/cm	0,55 mS/cm 33,09 mS/cm	0,495 mS/cm 29,781 mS/cm	0,605 mS/cm 36,399 mS/cm	1,06 1,01
pH	4,55 unités 9,27 unités 5,58 unités	4,1 unités 9,14 unités 5,63 unités	4,0 unités 9,04 unités 5,53 unités	4,2 unités 9,24 unités 5,73 unités	1,11 1,01 1,07
TSS	93,02 180,46	94,0 200	75,2 160	112,8 240	0,99 0,90
Morpholine	1,466 8,792 44,18	1,5 8,6 43	1,275 7,31 36,55	1,725 9,89 49,45	0,98 1,02 1,03
Lithium (en D₂O)	0,0870 0,8830	0,08 0,86	0,0736 0,7912	0,0864 0,9288	1,09 1,03

TABLEAU C6 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2010:
INTERCOMPARAISON COGIS 51 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Fluor	0,0061	0,006	0,0051	0,0069	1,02
NO ₃	0,0072	0,006	0,0051	0,0069	1,20
NH ₃	0,231 1,531	0,25 2,10	0,2 1,68	0,3 2,52	0,92 0,73
Bore (en D ₂ O)	0,1700	0,178	0,1513	0,2047	0,96
	2,10	2,32	1,972	2,668	0,91
	3 257	3 100	2 635	3 565	1,05
Gadolinium	25,09	25,00	23,75	26,25	1,00
	9 963	9 920	9 424	10 416	1,00
TOC	0,1067	0,5	0,4	0,6	0,21
	8,33	8,1	6,48	9,72	1,03
D ₂ O	0,37 %	0,38 %	0,304 %	0,456 %	0,97
	0,82 %	0,84 %	0,672 %	1,008 %	0,98
D ₂	2,63 %	2,62 %	2,358 %	2,882 %	1,00
	0,60 %	0,601 %	0,5409 %	0,6611 %	1,00
O ₂	0,19 %	0,206 %	0,1854 %	0,2266 %	0,92
	0,74 %	0,811 %	0,7299 %	0,8921 %	0,91
N ₂	0,93 %	0,971 %	0,8739 %	1,0681 %	0,96
	1,11 %	1,15 %	1,035 %	1,265 %	0,97

TABLEAU C7: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON COGIS 51 (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	17,0	17,0	15,3	18,7	1,00
^3H élevé	147,31	150,0	135,0	165,0	0,98
^3H très élevé	13,74 Ci/kg	13,2 Ci/kg	11,88 Ci/kg	14,52 Ci/kg	1,04
Bêta	661,1 dpm/filtre	550,0 dpm/filtre	495,0 dpm/filtre	605,0 dpm/filtre	1,20
^{241}Am	6,19	6,35	5,715	6,985	0,97
^{109}Cd	33,68	33,99	30,591	37,389	0,99
^{57}Co	1,26	1,36	1,224	1,496	0,93
^{139}Ce	1,77	1,79	1,611	1,969	0,99
^{203}Hg	5,19	4,85	4,365	5,335	1,07
^{113}Sn	6,02	6,58	5,922	7,238	0,91
^{85}Sr	8,27	8,24	7,416	9,064	1,00
^{137}Cs	5,5	5,89	5,301	6,479	1,01
^{88}Y	8,18	9,23	8,310	10,157	0,93
^{60}Co	6,36	6,68	6,012	7,348	0,95
^{14}C bas	12,84	12,00	10,8	13,2	1,07
^{14}C élevé	133,46	125,00	112,5	137,5	1,07

**TABLEAU C8: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON COGIS 52 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Chlorure	0,0080 0,1936	0,009 0,15	0,00765 0,1275	0,01035 0,1725	0,89 1,26
Sulfate	0,0029 0,7660	0,003 0,695	0,00255 0,59075	0,00345 0,79925	0,95 1,10
Sodium	0,0087 0,6831	0,0085 0,7	0,0068 0,595	0,0102 0,805	1,02 0,98
Fer	0,0802 0,0610	0,08 0,06	0,068 0,051	0,092 0,069	1,0 1,03
Cuivre	0,0843 0,0890	0,085 0,09	0,07225 0,0765	0,09775 0,1035	1,01 0,99
Aluminium	0,2066 0,8480	0,2 0,85	0,17 0,765	0,23 0,935	1,03 1,00
Zinc	0,0620 0,0944	0,06 0,09	0,051 0,0765	0,069 0,1035	1,03 1,05
Silice	0,0240 0,3237	0,025 0,34	0,02 0,289	0,03 0,391	0,96 0,95
Plomb	0,0297 0,0839	0,03 0,085	0,0255 0,07225	0,0345 0,09775	0,99 0,99
Hydrazine	0,0535 2,5293 0,0762	0,043 2,5 0,061	0,03655 2,125 0,05185	0,04945 2,875 0,07015	1,24 1,01 1,25
Conductivité	0,4900 mS/cm 39,300 mS/cm	0,575 mS/cm 37,85 mS/cm	0,5175 mS/cm 34,065 mS/cm	0,6325 mS/cm 41,635 mS/cm	0,85 1,04
pH	4,8533 unités 9,9100 unités 5,6500 unités	4,65 unités 9,55 unités 5,35 unités	4,55 unités 9,45 unités 5,25 unités	4,75 unités 9,65 unités 5,45 unités	1,04 1,04 1,06
Morpholine	5,0100 2,8850 33,1300	3,6 2,4 32	3,06 2,04 27,2	4,14 2,76 36,8	1,39 1,20 1,04
Lithium (en D₂O)	0,1650 0,4047	0,17 0,41	0,1564 0,3772	0,1836 0,4428	0,97 0,99

TABLEAU C8 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2010:
INTERCOMPARAISON COGIS 52 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Fluor	0,0085	0,0085	0,007225	0,009775	1,00
NO ₃	0,0091	0,0085	0,007225	0,009775	1,07
NH ₃	0,1557 3,9060	0,15 4,00	0,12 3,20	0,18 4,80	1,04 0,98
Bore (en D ₂ O)	0,1680 0,6163 4 207	0,17 0,6 4 325	0,1445 0,51 3 676	0,1955 0,69 4 973	0,99 1,03 0,97
Gadolinium	35,000 5 067	36 5 400	34,2 5 130	37,8 5 670	0,97 0,94
TSS	68,50 427,00	50 384	40 307,2	60 460,8	1,37 1,11
TOC	0,6550 5,4000	1,2 5,4	0,96 4,32	1,44 6,48	0,55 1,00
D ₂ O	0,4010 % 0,7360 %	0,41 % 0,74 %	0,328 % 0,592 %	0,492 % 0,888 %	0,98 0,99
D ₂	2,73 % 2,97 %	2,48 % 2,73 %	2,232 % 2,457 %	2,728 % 3,003 %	1,10 1,09
O ₂	1,79 % 0,41 %	1,91 % 0,431 %	1,719 % 0,3879 %	2,101 % 0,4741 %	0,94 0,95
N ₂	2,71 % 1,53 %	2,98 % 1,59%	2,682 % 1,431 %	3,278 % 1,749 %	0,91 0,96

TABLEAU C9: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2010:
INTERCOMPARAISON COGIS 52 (PARAMÈTRES RADIOLOGIQUES)

ANALYSES	RÉSULTATS (μCi/kg si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
³ H bas	5,3	5,0	4,5	5,5	1,06
³ H élevé	302,5	320	288	352	0,95
³ H très élevé	4,42 Ci/kg	4,5 Ci/kg	4,05 Ci/kg	4,95 Ci/kg	0,98
Bêta	500,7 dpm/filtre	887 dpm/filtre	798,3 dpm/filtre	975,7 dpm/filtre	0,56
²⁴¹ Am	4,48	4,52	4,068	4,972	0,99
¹⁰⁹ Cd	24,05	23,52	21,165	25,869	1,02
⁵⁷ Co	0,95	0,98	0,881	1,076	0,97
¹³⁹ Ce	1,23	1,29	1,157	1,414	0,96
²⁰³ Hg	2,84	3,48	3,134	3,830	0,82
¹¹³ Sn	4,57	4,25	3,836	4,676	1,08
⁸⁵ Sr	6,28	5,48	4,931	6,027	1,15
¹³⁷ Cs	4,01	4,24	3,816	4,664	0,95
⁸⁸ Y	9,51	9,60	8,640	10,560	0,99
⁶⁰ Co	4,44	4,67	4,203	5,137	0,95
¹⁴ C bas	12,42	12,2	10,98	13,42	1,02
¹⁴ C élevé	82	81,60	73,44	89,76	1,00