

## CENTRALE NUCLÉAIRE GENTILLY-2

4900, Boul. Bécancour, Bécancour, G9H 3X3

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

RAPPORT ANNUEL 2009

RAPPORT TECHNIQUE  
G2-RT-2010-00518-025

DOCUMENT

- PUBLIC  
 NON PUBLIC  
 CONFIDENTIEL

Préparé par :



Dominique Bélanger  
Conseillère Environnement,  
Performance et Encadrements  
Volet conventionnel

  
Stéphan Chapdelaine  
Conseiller Environnement  
Volet radiologique

Vérfié par :

  
Robert Valade, chimiste  
Chef Laboratoires int.

  
Richard Laporte, chimiste  
Chef Chimie

Approuvé par :

 10.04.20  
Diane Villeneuve  
Chef Environnement

U.S.I. 00511  
00518  
00528  
16000  
67830

Le 16 avril 2010

## RÉSULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE GENTILLY: RAPPORT ANNUEL 2009

### 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 en regard de 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 2009.

Les rejets radiologiques gazeux et liquides de la centrale sont tous demeurés inférieurs à 1% des valeurs associées aux limites opérationnelles dérivées, valeurs qui n'ont fait l'objet d'aucun changement en 2009. Ces valeurs seront toutefois appelées à être revues à moyen terme, après approbation de la CCSN.

En 2009, la dose annuelle de radiations reçues par les membres du groupe critique domiciliés à proximité de la centrale de Gentilly-2 a été estimée à 1,18  $\mu\text{Sv}$ . Cette estimation de dose a été calculée par l'intégration des données provenant des rejets pouvant avoir un impact potentiel sur la fraction de la population la plus exposée. Cette même estimation correspond à peine à 0,1 % de la limite légale de dose pour un membre de la population qui est de 1 mSv. Elle équivaut aussi à environ 0,05 % de la dose annuelle 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 ne pouvant être lié à l'exploitation d'un réacteur de type CANDU. Ce résultat est cohérent en regard des valeurs évaluées aux autres centrales par le passé.

Dès le début de l'année 2009, toutes les nouvelles modalités de surveillance environnementale relatives à l'exploitation de la phase I de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) étaient en vigueur de sorte que le présent rapport annuel comporte désormais une section spéciale dédiée à cette installation.

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 2009, 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 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 par la présence de sources anthropiques n'impliquant 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 par les années antérieures, les impacts de l'exploitation de la centrale nucléaire Gentilly-2 ont été négligeables en 2009.

## 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)	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Christopher Taylor	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Robert Lojk	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Don Howard	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Claude David	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
Jean-Baptiste Robert	C.P. 1046, Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CCSN - Gentilly (2)	Bureau CCSN G2 4 <sup>e</sup> B/A

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

Louise Trudel	1579, boul. Louis-Frédéric, 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	5575, rue Saint-Joseph, Trois-Rivières, G8Z 4L7
Philippe Brodeur	5575, rue Saint-Joseph, 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

Marcel-P. Marchand, maire 819, rue Notre-Dame, Champlain, G0X 1C0

MUNICIPALITÉ DE SAINT-PIERRE-ES-BECQUETS

Raymond Dion, 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

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>EFFLUENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.</b>	<b>Effluents aériens .....</b>	<b>3</b>
2.1.1.	Paramètres radiologiques.....	3
2.1.2.	Paramètres physico-chimiques.....	5
2.1.2.1.	Gaz appauvrissant la couche d'ozone .....	5
2.1.2.2.	Gaz à effet de serre .....	5
<b>2.2.</b>	<b>Effluents liquides .....</b>	<b>6</b>
2.2.1.	Paramètres radiologiques.....	6
2.2.1.1.	Réservoirs de stockage des eaux radioactives .....	7
2.2.1.2.	Drainage pluvial.....	9
2.2.2.	Paramètres physico-chimiques.....	9
2.2.2.1.	Conduite d'évacuation de l'eau de circulation .....	11
2.2.2.2.	Conduite d'évacuation de l'eau brute de refroidissement .....	18
2.2.2.3.	Réservoir de stockage des eaux radioactives .....	19
2.2.2.4.	Eaux usées sanitaires.....	19
2.2.2.5.	Séparateur d'huile.....	19
2.2.2.6.	Drainage pluvial.....	20
2.2.3.	Consommation d'eau.....	21
2.2.4.	Autres engagements .....	21
<b>3.0</b>	<b>MATIÈRES DANGEREUSES ET RÉSIDUELLES .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.</b>	<b>Sédiments.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.</b>	<b>Suivi des conteneurs sur le site.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.</b>	<b>Matières dangereuses utilisées au travail .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.</b>	<b>Matières dangereuses résiduelles .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.</b>	<b>Matières résiduelles .....</b>	<b>24</b>
3.5.1.	Biomasse à la prise d'eau.....	25
<b>4.0</b>	<b>DEVERSEMENTS ACCIDENTELS DE CONTAMINANTS DANS L'ENVIRONNEMENT....</b>	<b>26</b>
<b>5.0</b>	<b>SURVEILLANCE DU MILIEU ENVIRONNANT .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1.</b>	<b>Surveillance atmosphérique.....</b>	<b>27</b>
5.1.1.	Ambiance gamma.....	27
5.1.2.	Tritium .....	33
5.1.3.	Carbone-14 atmosphérique .....	36
5.1.4.	Aérosols .....	39
<b>5.2.</b>	<b>Surveillance de la qualité de l'eau .....</b>	<b>40</b>
5.2.1.	Précipitations.....	40
5.2.2.	Eaux de surface.....	42
5.2.3.	Eaux d'infiltration .....	47
5.2.4.	Eaux de la nappe phréatique .....	50

5.2.4.1.	Paramètres physico-chimiques.....	50
5.2.4.2.	Tritium .....	51
5.2.5.	Suivi du dépôt à neige .....	54
5.2.5.1.	Eaux souterraines.....	54
5.2.5.2.	Eaux de surface.....	55
5.2.6.	Eau potable .....	56
<b>5.3.</b>	<b>Surveillance de la qualité des sols et des sédiments.....</b>	<b>56</b>
5.3.1.	Sol arable .....	56
5.3.2.	Sédiments dynamiques .....	56
<b>5.4.</b>	<b>Surveillance de la faune et de la flore.....</b>	<b>58</b>
5.4.1.	Plantes fourragères .....	58
5.4.2.	Plantes aquatiques .....	58
5.4.3.	Poissons et mollusques .....	59
<b>5.5.</b>	<b>Produits comestibles .....</b>	<b>60</b>
<b>5.6.</b>	<b>Données météorologiques .....</b>	<b>61</b>
<b>6.0</b>	<b>SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'IGDRS.....</b>	<b>65</b>
<b>7.0</b>	<b>ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE.....</b>	<b>71</b>
<b>8.0</b>	<b>SUIVI ENVIRONNEMENTAL REALISÉ DANS LE CADRE DE LA RÉFECTION .....</b>	<b>73</b>
8.1.	Inventaire de sauvagine.....	73
8.2.	Santé des poissons.....	73
8.3.	Herpétofaune .....	73
<b>9.0</b>	<b>PROGRAMME ASSURANCE-QUALITÉ.....</b>	<b>74</b>
9.1.	Aspect radiologique.....	74
9.2.	Aspect physico-chimique .....	74
<b>10.0</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>75</b>
<b>11.0</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>79</b>

## LISTE DES ANNEXES

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
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

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
TABLEAU 1: Principales limites de rejets radiologiques aériens à Gentilly-2	3
TABLEAU 2: Quantité consommée de produits pétroliers à la centrale de Gentilly-2 en 2008 et 2009	6
TABLEAU 3: Principales émissions des produits de combustion à Gentilly-2 en 2008 et 2009	6
TABLEAU 4 : Principales limites de rejets radiologiques liquides à Gentilly-2	7
TABLEAU 5: Activité de différents contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2009	9
TABLEAU 6 : Synthèse des principaux résultats dans les effluents où des spécifications de rejets sont édictées, 2009	10
TABLEAU 7 : Epaisseurs d'huile, de dépôts et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles, Gentilly-2, 2009	20
TABLEAU 8 : Concentration de différents contaminants chimiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2009	20
TABLEAU 9 : Quantité de sédiments enlevée des puits de la station de pompage de . Gentilly-2, 2009	22
TABLEAU 10: Consommation de produits chimiques, Gentilly-2, 2009	23

TABLEAU 11: Quantité de matières dangereuses résiduelles non contaminées radiologiquement récupérées, Gentilly-2, 2009	24
TABLEAU 12: Quantité de déchets biomédicaux et de matières résiduelles recyclées, récupérées ou disposées, Gentilly-2, 2009	24
TABLEAU 13: Quantité de contaminants émis à l'environnement lors de déversements accidentels sur le site de Gentilly-2, 2009	26
TABLEAU 14 : Résultats (moyennes) physico-chimiques des eaux souterraines pour les horizons A, B et C, Gentilly-2, 2009	50
TABLEAU 15 : Profondeurs (moyennes) à partir du couvercle du piézomètre, Gentilly-2, 2009	54
TABLEAU 16 : Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2009	54
TABLEAU 17: Résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2009	55
TABLEAU 18 : Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve St-Laurent dans la région immédiate de Gentilly-2, 2009	57
TABLEAU 19 : Activité de $^{137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{14}\text{C}$ et $^{60}\text{Co}$ dans les plantes aquatiques du fleuve St-Laurent dans la région de Gentilly-2, 2009	59

## LISTE DES FIGURES

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
FIGURE 1: Production électrique de la centrale nucléaire Gentilly-2 en 2009	2
FIGURE 2: Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2009 exprimés en % LOD	4
FIGURE 3: Rejets aériens annuels pour la période 1985-2009 exprimés en % LOD	5
FIGURE 4: Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2009 exprimés en % LOD	8
FIGURE 5: Rejets liquides annuels pour la période 1985-2009 exprimés en % LOD	8
FIGURE 6: Température de l'affluent, des effluents et différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2, 2009	13
FIGURE 7: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors de la baisse contrôlée de puissance à 65%, 23 au 25 janvier 2009	14
FIGURE 8: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors de l'arrêt ordonné du groupe turbo-alternateur, 26 février 2009	14
FIGURE 9: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors de l'arrêt prolongé, mars 2009	15
FIGURE 10: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors du recul de puissance non planifié du réacteur, juillet 2009	15

FIGURE 11: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors de l'arrêt non planifié, octobre 2009	16
FIGURE 12: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2 lors du recul de puissance non planifié du réacteur, décembre 2009	16
FIGURE 13: Résultats de la concentration de morpholine dans la purge des générateurs de vapeur de la centrale Gentilly-2, 2009.	17
FIGURE 14: Quantité de débris flottants, d'algues et de certains poissons captés aux dégrilleurs de la station de pompage de Gentilly-2 de 2005 à 2009	25
FIGURE 15: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2009	28
FIGURE 16: Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2005-2009	29
FIGURE 17: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASDR pour l'année 2009	30
FIGURE 18: Dose annuelle à la clôture de l'ASDR pour la période 2005-2009	31
FIGURE 19: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2009	32
FIGURE 20: Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2005-2009	32
FIGURE 21: Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone rapprochée) pour l'année 2009	34

FIGURE 22: 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 2009	35
FIGURE 23: Moyenne annuelle en tritium atmosphérique aux points Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et à la station de référence pour 2005-2009	35
FIGURE 24: 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 2009	37
FIGURE 25: 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 2005-2009	37
FIGURE 26: 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 2009	39
FIGURE 27: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2009	40
FIGURE 28: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2009	41
FIGURE 29: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et de l'ASSCI pour l'année 2009	43
FIGURE 30: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et l'ASSCI pour la période 2005-2009	44
FIGURE 31 : 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 2009	45

FIGURE 32 : 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 2009	46
FIGURE 33: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour l'année 2009	47
FIGURE 34: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour la période 2005-2009	48
FIGURE 35: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour l'année 2009	49
FIGURE 36: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour la période 2005-2009	49
FIGURE 37: 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 2009	52
FIGURE 38: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2009	53
FIGURE 39: Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour 2009	62
FIGURE 40: Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2005-2009	62
FIGURE 41: Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2005-2009	64
FIGURE 42: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2009	66

FIGURE 43: Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2009	66
FIGURE 44: Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2009	67
FIGURE 45: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2009	68
FIGURE 46: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau de pluie aux points SCR-1 à SCR-5, IGDRS-5 et à la station de référence pour l'année 2009	69
FIGURE 47: Moyenne mensuelle de tritium dans les échantillons d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'IGDRS pour l'année 2009	70
FIGURE 48: Dose annuelle estimée pour les membres du groupe critique pour la période 2003-2009	72

## LISTE DES CARTES

<b>SOMMAIRE</b>	<b>PAGE</b>
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 : ASSCI : localisation des points d'échantillonnage	89
CARTE 8 : IGDRS : localisation des points d'échantillonnage	90
CARTE 9 : Schéma du drainage pluvial et de surface du site de Gentilly	91

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

<b>ACNOR</b>	<b>A</b> ssociation <b>C</b> anadienne de <b>NOR</b> malisation
<b>AIEA</b>	<b>A</b> gence <b>I</b> nternationale d' <b>É</b> nergie <b>A</b> tomique (International Atomic Energy Agency)
<b>ALARA</b>	<b>A</b> s <b>L</b> ow <b>A</b> s <b>R</b> easonably <b>A</b> chievable (principe d'optimisation en radioprotection)
<b>ASDR</b>	<b>A</b> ire de <b>S</b> tockage des <b>D</b> échets <b>R</b> adioactifs
<b>ASSCI</b>	<b>A</b> ire de <b>S</b> tockage à <b>S</b> ec du <b>C</b> ombustible <b>I</b> rradié
<b>CANDU</b>	<b>CAN</b> ada <b>D</b> euterium <b>U</b> ranium
<b>CANSTOR</b>	<b>CAN</b> du <b>S</b> TORAGE, module de stockage à sec du combustible irradié
<b>CCEA</b>	<b>C</b> ommission de <b>C</b> ontrôle de l' <b>É</b> nergie <b>A</b> tomique (maintenant CCSN)
<b>CCSN</b>	<b>C</b> ommission <b>C</b> anadienne de <b>S</b> ûreté <b>N</b> ucléaire
<b>COGIS</b>	<b>C</b> andu <b>O</b> wner's <b>G</b> roup <b>I</b> nterlaboratory <b>S</b> tudy
<b>CSA</b>	<b>C</b> anadian <b>S</b> tandards <b>A</b> ssociation
<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>D</b> emande <b>B</b> iochimique en <b>O</b> xygène pour <b>5</b> jours
<b>DTL</b>	<b>D</b> osimètre <b>T</b> hermo <b>L</b> uminescent
<b>EBA</b>	<b>E</b> au <b>B</b> rute d' <b>A</b> limentation
<b>EBR</b>	<b>E</b> au <b>B</b> rute de <b>R</b> efroidissement
<b>EDC</b>	<b>E</b> au <b>D</b> e <b>C</b> irculation
<b>ERA</b>	<b>E</b> nvironmental <b>R</b> esource <b>A</b> ssociates
<b>HCFC</b>	<b>H</b> ydro <b>C</b> hloro <b>F</b> luoro <b>C</b> arbures
<b>IGDRS</b>	<b>I</b> nstallation de <b>G</b> estion des <b>D</b> échets <b>R</b> adioactifs <b>S</b> olides
<b>LD</b>	<b>L</b> imite de <b>D</b> étection
<b>LOD</b>	<b>L</b> imite <b>O</b> pérationnelle <b>D</b> érivée
<b>MDDEP</b>	<b>M</b> inistère du <b>D</b> éveloppement <b>D</b> urable, de l' <b>E</b> nvironnement et des <b>P</b> arcs du Québec
<b>MES</b>	<b>M</b> atières <b>E</b> n <b>S</b> uspension
<b>NCRP</b>	<b>N</b> ational <b>C</b> ouncil on <b>R</b> adiation <b>P</b> rotection and <b>M</b> easurements
<b>PACO</b>	<b>P</b> otentiel d' <b>A</b> ppauvrissement de la <b>C</b> ouche d' <b>O</b> zone
<b>RCA</b>	<b>R</b> apport <b>C</b> orrectif et d' <b>A</b> mélioration
<b>SACO</b>	<b>S</b> ubstances <b>A</b> ppauvrissant la <b>C</b> ouche d' <b>O</b> zone
<b>SCR</b>	<b>S</b> tation de <b>C</b> ontrôle <b>R</b> adiologique

## 1.0 INTRODUCTION

Le présent document regroupe les résultats des mesures radiologiques et physico-chimiques des activités de surveillance environnementale du site de Gentilly pour l'année 2009.

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

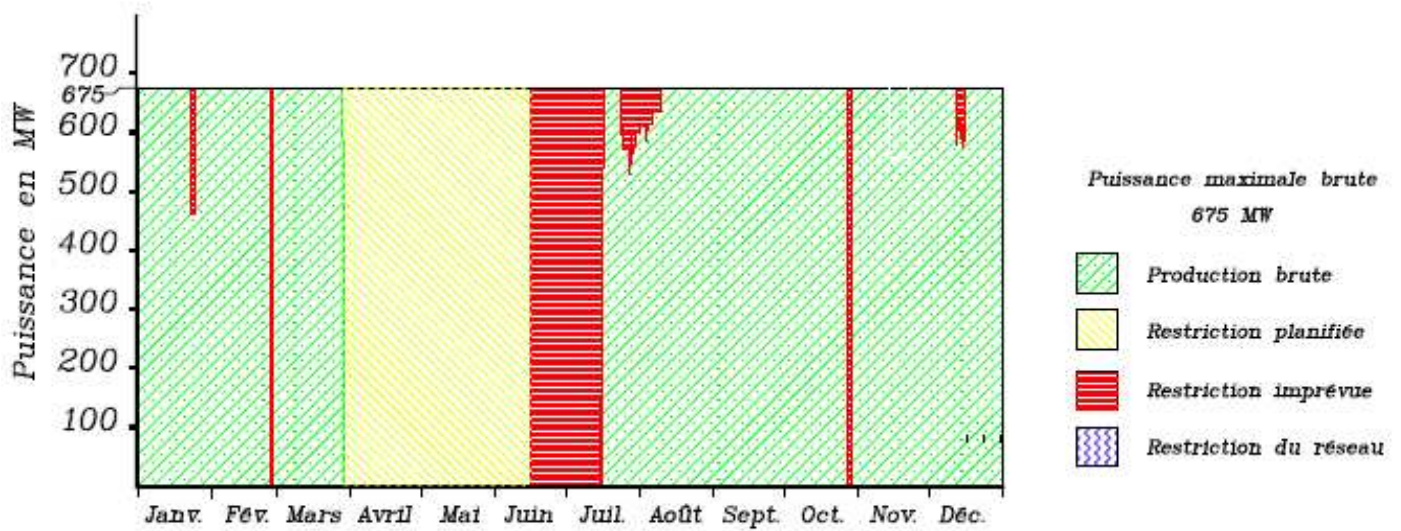
- d'effectuer le contrôle radiologique du milieu;
- de permettre une évaluation de la dose à la population due à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2;
- de maintenir les techniques analytiques et l'expertise afin de réagir adéquatement en situation d'accident nucléaire;
- et de démontrer aux organismes réglementaires que les impacts environnementaux sont connus, mesurés et demeurent en deçà des normes.

Les modalités de surveillance physico-chimique de l'environnement sont stipulées dans le document interne *Programme de surveillance environnementale* (Hydro-Québec, 2009a). 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.

Les résultats des effluents aériens et liquides de la centrale sont abordés au chapitre 2. Le chapitre 3 traite des matières résiduelles, tandis que le chapitre 4 présente un résumé des différents déversements accidentels de contaminant survenus sur le site de Gentilly-2 au cours de l'année 2009. Le chapitre 5 présente les résultats des analyses effectuées sur les échantillons provenant du milieu environnant et le chapitre 6, les résultats de la surveillance environnementale de l'IGDRS. La dose au groupe critique est discutée au chapitre 7. Le chapitre 8 présente un bilan du suivi environnemental fait dans le cadre de la réfection. Finalement, on retrouve la description des différents éléments du programme d'assurance-qualité des laboratoires au chapitre 9.

En 2009, la centrale nucléaire Gentilly-2 a atteint un coefficient de production brute de 65,4%. La figure 1 présente la production électrique de l'année 2009.



**Figure 1 : Production électrique de la centrale nucléaire Gentilly-2 en 2009.**

L'année 2009 a été marquée par 3 arrêts complets et 3 baisses de puissance momentanées du réacteur. Sur ce nombre, un seul événement était prévu au calendrier d'exploitation de la centrale bien que cet arrêt planifié fut prolongé au-delà de la plage projetée.

## 2.0 EFFLUENTS

### 2.1. EFFLUENTS AÉRIENS

#### 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). Les limites opérationnelles dérivées de Gentilly-2 devraient par ailleurs être mises à jour à moyen terme, avec l'accord de la CCSN.

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. On peut également retrouver dans ce tableau les LOD aériennes correspondantes.

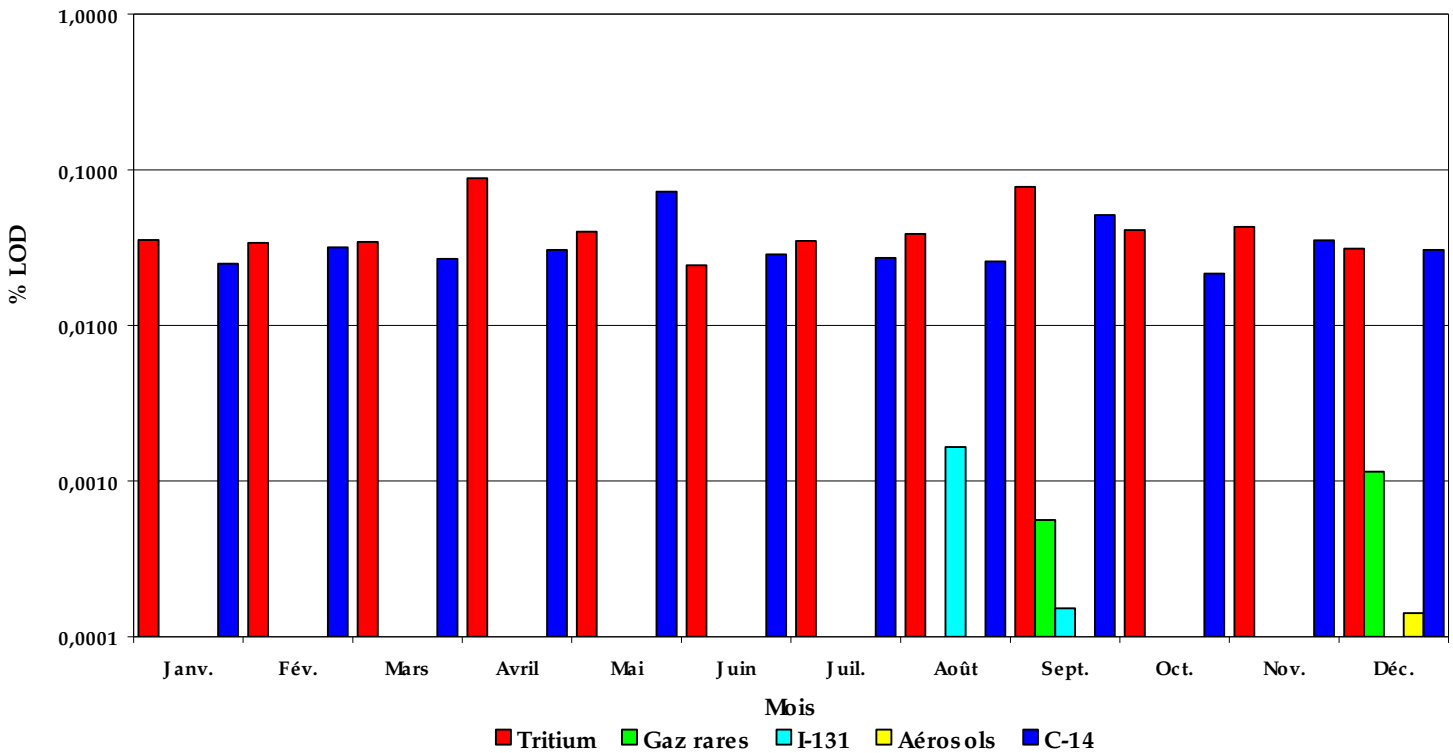
**Tableau 1: Principales limites de rejets radiologiques aériens à Gentilly-2.**

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

La figure 2 présente les rejets aériens pour 2009 exprimés en pourcentage des valeurs mensuelles des limites de rejets radiologiques aériens (LOD). Comme en témoigne cette figure, les rejets radiologiques aériens ont tous été inférieurs à l'objectif d'exploitation de la centrale Gentilly-2, objectif qui se chiffre à 1 % de la LOD de chacun des radioéléments. De plus, toutes les valeurs mensuelles de chacun des radioéléments ont été en deçà d'une valeur de 0,1 % des mêmes LOD.

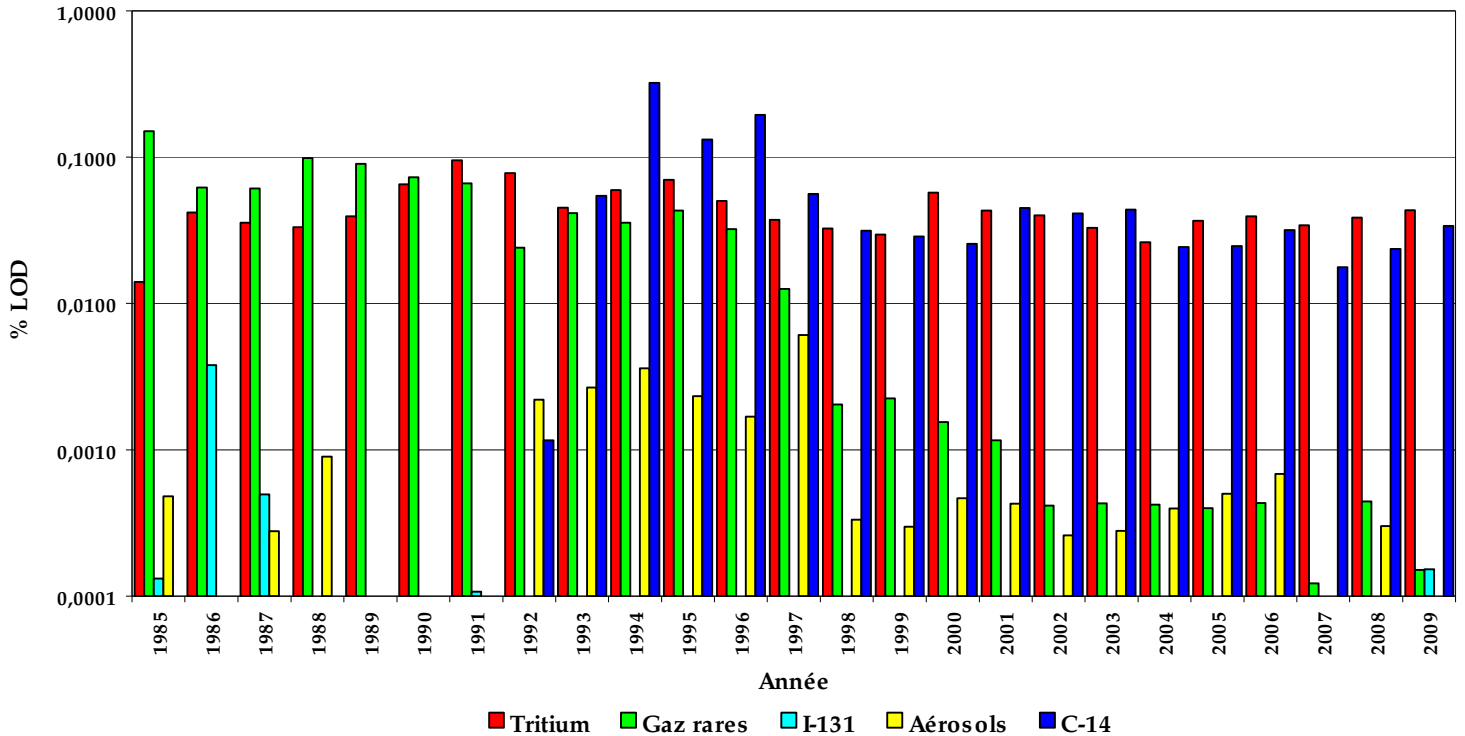
Exceptionnellement en 2009, de faibles concentrations d'iode-131 ont été mesurées à la cheminée, plus spécifiquement aux mois d'août et de septembre, et pourraient témoigner de la présence momentanée de gaz de fission dans le liquide caloporteur. Parallèlement, plusieurs manœuvres de purge du système de contrôle et d'inventaire du caloporteur ont été réalisées pendant ces deux mois, travaux qui auraient vraisemblablement été la cause des épisodes de concentrations mesurables de ce radioélément à la cheminée pendant cette même période.

L'échelle logarithmique de la figure 2 doit cependant être considérée puisque la valeur mensuelle maximale d'iode-131 mesurée fut de moins de 0,002 % de la valeur limite de rejet. À noter que la période radioactive de ce radioélément est d'environ 8 jours. Aussi, les valeurs de tritium les plus élevées ont été causées par l'interruption de la marche normale de sècheurs d'air liés à des travaux d'entretien sur des vannes de confinement du bâtiment réacteur.



**Figure 2: Rejets radiologiques aériens mensuels pour 2009 exprimés en % LOD**

La figure 3 compare quant à elle les valeurs annuelles de rejets aériens des 25 dernières années. Concernant les deux principaux radioéléments, le tritium et le carbone-14, on note qu'une très légère hausse, non significative, des rejets durant l'année 2009. Pour les autres radionucléides, le portrait paraît plutôt différent des années précédentes toutefois, ces valeurs varient toutes à l'intérieur d'une marge se situant en-deçà de 0,001% des limites annuelles de rejet.



**Figure 3: Rejets aériens annuels pour la période 1985-2009 exprimés en % LOD**

### 2.1.2. Paramètres physico-chimiques

#### 2.1.2.1. Gaz appauvrissant la couche d'ozone

Plusieurs équipements de climatisation et de réfrigération utilisés à la centrale de Gentilly-2 contiennent des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO). La comptabilisation des émissions de SACO se fait de façon indirecte en prenant en considération les quantités ajoutées et récupérées des gaz réfrigérants dans ces équipements de climatisation et de réfrigération. L'inventaire et les appoints de SACO dans les différents systèmes du site Gentilly, sont comptabilisés et colligés dans un registre détaillé.

#### 2.1.2.2. Gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre sont estimées via la consommation de carburants fossiles. Ces carburants sont utilisés par les véhicules d'Hydro-Québec de même que par les moteurs diesel des nombreuses génératrices d'urgence en présence.

**Tableau 2. Quantité consommée de produits pétroliers à la centrale de Gentilly-2 en 2008 et 2009.**

Produits	2009	2008
Essence	61 472 litres	79 729 litres
Gaz de pétrole liquéfié (propane)	2 262 kg	2 280 kg
Diésel clair	7 682 litres	11 871 litres
Carburant diesel rouge	215 463 litres	311 719 litres
Carburant huile légère #2	196 229 litres	ND

On observe en 2009 (tableau 2) une diminution des quantités d'essence et de propane consommées alors qu'on observe une augmentation de la consommation de carburant diésel (clair et rouge). Le tableau 3 présente les émissions des produits de combustion estimées à l'aide du *Guide de l'utilisateur du calculateur d'émissions liées au transport urbain* (Transports Canada, 2008).

**Tableau 3. Principales émissions des produits de combustion à Gentilly 2, en 2008 et 2009.**

Contaminants	Émissions annuelles (kg)			TOTAUX	
	Essence	Diésel clair	Diésel coloré	2009	2008
NO <sub>x</sub>	420	560	11 400	12 380	17 719
CO	7 866	121	3028	11 015	16 422
SO <sub>x</sub>	2	1	5	8	11
Particules totales	8	39	356	403	548
CO <sub>2</sub>	145 074	20 830	587 797	732 871	1 069 873
COV	426	44	321	791	1 194

De façon générale, la consommation de l'ensemble des produits pétroliers à la centrale de Gentilly-2 a diminué en 2009. Par conséquent, les émissions annuelles de contaminants atmosphériques ont été moindres.

## 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), la conduite d'évacuation de l'eau brute de refroidissement (EBR), les étangs aérés d'épuration des eaux usées sanitaires et 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 avec les LOD liquides qui leur sont 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 <sup>-1</sup> )
$\beta$ -total ( <sup>90</sup> Sr)	$7,2 \times 10^{12}$
<sup>3</sup> H	$1,0 \times 10^{17}$
<sup>14</sup> C	$8,6 \times 10^{12}$
<sup>60</sup> Co	$2,1 \times 10^{12}$
<sup>95</sup> Zr	$3,5 \times 10^{13}$
<sup>95</sup> Nb	$8,6 \times 10^{13}$
<sup>124</sup> Sb	$7,7 \times 10^{13}$
<sup>131</sup> I	$1,5 \times 10^{13}$
<sup>134</sup> Cs	$4,4 \times 10^{11}$
<sup>137</sup> Cs	$6,2 \times 10^{11}$

La figure 4 montre les valeurs mensuelles associées aux principaux radioéléments présents dans les rejets liquides de la centrale Gentilly-2 pour 2009, valeurs aussi exprimées en pourcentage de LOD. À l'instar des rejets aériens, 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, donc également inférieurs à l'objectif d'exploitation de la centrale fixé à 1 % des mêmes LOD. À la revue des données, aucune variation inattendue n'est constatée pour les principaux paramètres. Les valeurs les plus élevées de tritium peuvent en partie être expliquées par le traitement occasionnel de résines échangeuses d'ions utilisées notamment pour la purification de l'eau lourde de la centrale.

La figure 5 rapporte les valeurs annuelles de rejets liquides des 25 dernières années d'exploitation. Celles-ci sont plutôt stables depuis les 10 dernières années. On peut cependant constater des hausses constantes de concentrations de carbone-14 et de bêta-total depuis l'année 2007. Bien que ces hausses soient visuellement perceptibles au graphique, il est encore là nécessaire de considérer les valeurs absolues liées à ces hausses de concentrations puisqu'elles ne représentent qu'une marge inférieure à 0,01% des valeurs annuelles de LOD. Dans l'ensemble, ces hausses sont sans impact. Depuis maintenant plus de 15 ans, les rejets liquides de la centrale Gentilly-2 ont été inférieurs à une valeur de 0,1 % des LOD, respectant du coup l'objectif d'exploitation de 1%.

#### 2.2.1.1. Réservoirs de stockage des eaux radioactives

Les réservoirs de récupération des eaux radioactives reçoivent les eaux potentiellement radioactives provenant de différents endroits et 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. Toutes les mesures radiologiques de ces réservoirs sont comptabilisées aux émissions radiologiques liquides de la centrale et ce, en fonction des limites (LOD) figurant au précédent tableau 4. Les spécifications supérieures de rejet pour les paramètres physico-chimiques sont par ailleurs présentées au tableau 6. Le débit associé à cet effluent est estimé à  $64 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$ .

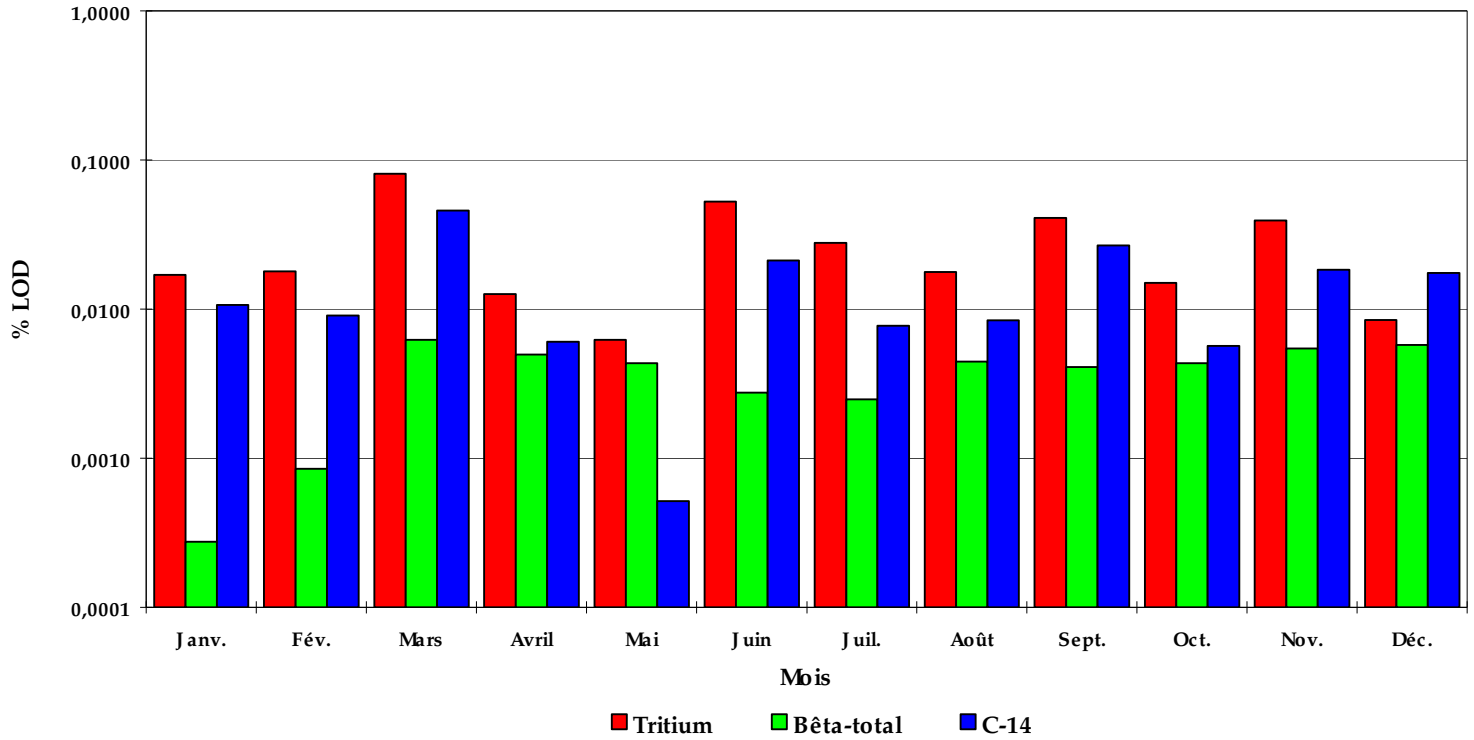


Figure 4: Rejets radiologiques liquides mensuels pour 2009 exprimés en % LOD

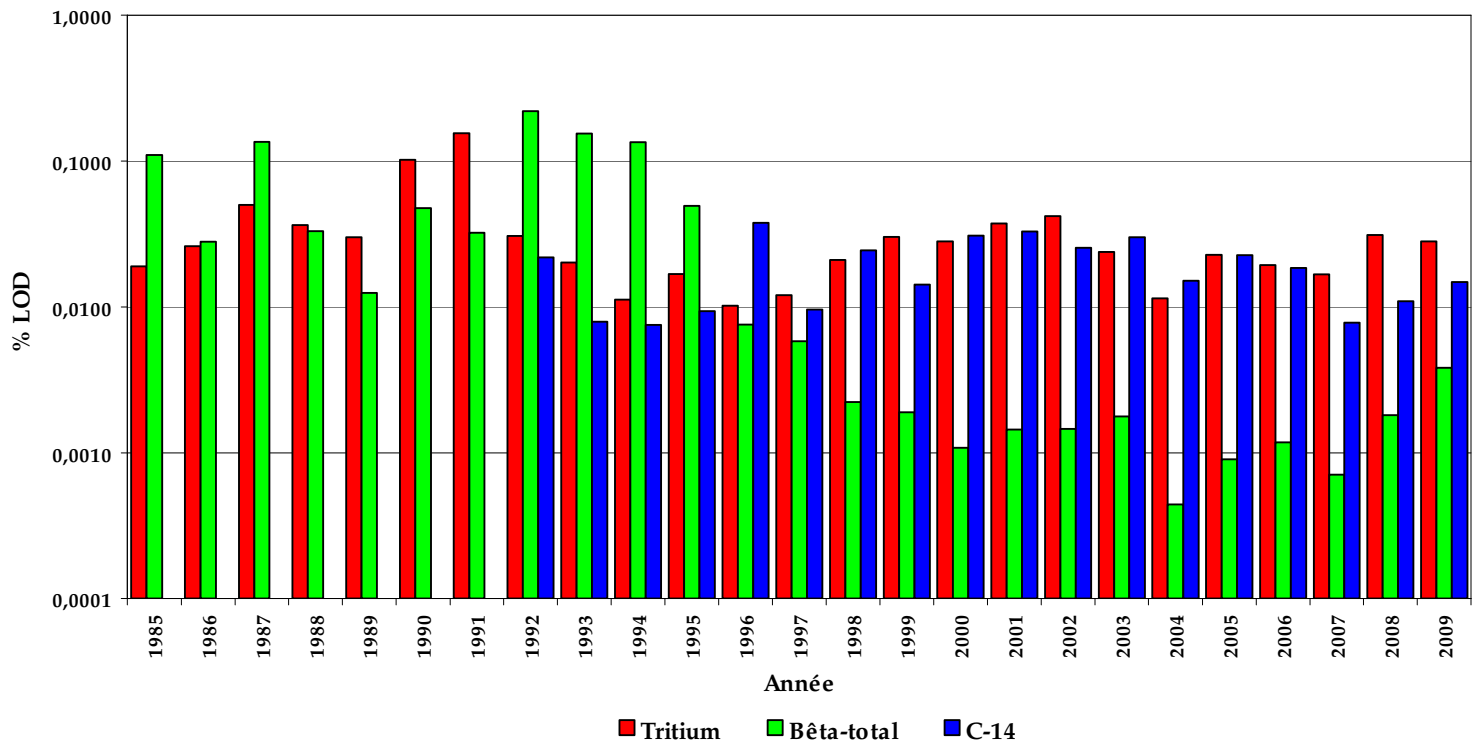


Figure 5: Rejets liquides annuels pour la période 1985-2009 exprimés en % LOD

### 2.2.1.2. Drainage pluvial

Les eaux de certains puisards du site de la centrale de 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 suivant présente les résultats du suivi radiologique de l'année 2009 pour les échantillons prélevés dans les puisards pluviaux.

**Tableau 5. Activité de différents contaminants radiologiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2009.**

PUISARD	DATE	TRITIUM (Bq.L <sup>-1</sup> )	β-TOTAL (Bq.L <sup>-1</sup> )	<sup>14</sup> C (Bq.L <sup>-1</sup> )
MCH-1	2009-02-17	1393 ± 26	0,04 ± 0,02	7,0 ± 0,6
	2009-04-01	1128 ± 25	0,06 ± 0,02	16,1 ± 0,7
MCH-2	2009-02-17	115 ± 13	0,05 ± 0,02	< 0,7
	2009-04-01	46 ± 12	< 0,02	1,7 ± 0,5
MCH-3	2009-02-17	869 ± 23	0,04 ± 0,02	< 0,7
	2009-04-01	731 ± 21	0,05 ± 0,02	72 ± 1

En 2009, les valeurs de tritium, bêta-total et de carbone-14 provenant d'échantillons prélevés aux puisards pluviaux sont toutes 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. Les concentrations de tritium sont toutes sous la limite maximale permise pour l'eau potable, soit 7 000 Bq.L<sup>-1</sup> (MDDEP, 2007b), et en baisse significative comparativement à l'année 2008. Comme par les années passées, les valeurs les plus élevées ont été rencontrées dans les puisards adjacents MCH-1 et MCH-3, lesquels reçoivent les eaux de surface de terrains situés dans l'axe des vents dominants en période hivernale. Au MCH-3, le carbone-14 du mois d'avril 2009 est plus élevé à 72 Bq.L<sup>-1</sup>. Cependant, les températures printanières plus élevées impliquent parfois des variations perceptibles des concentrations puisqu'elles provoquent la fonte de la neige au sol et ainsi un certain relargage des radioéléments qui y sont contenus.

### 2.2.2. Paramètres physico-chimiques

Les principaux paramètres physico-chimiques mesurés aux effluents liquides et comparés aux normes et cibles en vigueur sont présentés au tableau suivant.

**Tableau 6. Synthèse des principaux résultats dans les effluents où des spécifications de rejets sont édictées, 2009.**

ORIGINE DE L'EFFLUENT	PARAMÈTRES	NORMES		CIBLES		RÉSULTATS	
		valeurs maximales		valeurs maximales	moyennes	valeurs maximales	valeurs minimales
<b>EFFLUENT FINAL</b>							
Conduites d'évacuation des eaux de circulation (EDC)	Chlore résiduel total <sup>1</sup>	0,035 mg.L <sup>-1</sup>	----	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	
	pH	5,5 à 9,5	----	7,86	8,14	7,37	
	Hydrazine <sup>2</sup>	---	---	0,0027 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,0039 mg.L <sup>-1</sup>	0,0006 mg.L <sup>-1</sup>	
	Morpholine <sup>3</sup>	---	---	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	
	Toxicité aigüe	< 1 UTa	----	< 1 UTa	< 1 UTa	< 1 UTa	
	Toxicité chronique	< 2,3 UTc	----	< 1 UTc	< 1 UTc	< 1 UTc	
	T°C	---	---	17,5 °C	36,3 °C	0°C	
	Δ T°C	----	14,1°C en exploitation	7,4 °C	18,6 °C	NA	
Eau brute de refroidissement (EBR)	Chlore résiduel total	0,035 mg.L <sup>-1</sup>	----	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,03 mg.L <sup>-1</sup>	
	pH	5,5 à 9,5	----	7,7	7,26	7,97	
	Toxicité aigüe	< 1 UTa	----	< 1 UTa	< 1 UTa	< 1 UTa	
	Toxicité chronique	< 2,3 UTc	----	< 1 UTc	< 1 UTc	< 1 UTc	
	T°C	---	---	14,4°C	29,4°C	0,74°C	
	Δ T°C	----	8,0°C en exploitation	4,6 °C	12,1 °C	NA	
<b>EFFLUENT DE PROCÉDÉ</b>							
Purge des générateurs de vapeur	Hydrazine	0,04 mg.L <sup>-1</sup>	----	0,01 mg.L <sup>-1</sup>	0,0340 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,001 mg.L <sup>-1</sup>	
	Morpholine	48 mg.L <sup>-1</sup>	----	20,2 mg.L <sup>-1</sup>	27,0 mg.L <sup>-1</sup>	9,10 mg.L <sup>-1</sup>	
Réservoirs de récupération des eaux radioactives	HP C <sub>10</sub> C <sub>50</sub>	5 mg.L <sup>-1</sup>	----	0,38 mg.L <sup>-1</sup>	1,70 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,1 mg.L <sup>-1</sup>	
	Morpholine	48 mg.L <sup>-1</sup>	----	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	< 20 mg.L <sup>-1</sup>	
	Hydrazine	0,04 mg.L <sup>-1</sup>	----	0,006 mg.L <sup>-1</sup>	0,019 mg.L <sup>-1</sup>	< 0,00 mg.L <sup>-1</sup>	
	pH	5,5 à 9,5	----	7,74	8,74	6,94	
	Fosses de déminéralisation et de prétraitement	Aluminium extractible	----	3,8 mg.L <sup>-1</sup>	33,48 mg.L <sup>-1</sup>	340,0 mg.L <sup>-1</sup>	0,33 mg.L <sup>-1</sup>
	pH	5,5 à 9,5	----	7,78	9,44	7,12	
Trop-plein du décanteur	MES	30 mg.L <sup>-1</sup>	----	< 3,0 mg.L <sup>-1</sup>	4,0 mg.L <sup>-1</sup>	< 3,0 mg.L <sup>-1</sup>	
<b>EAUX SANITAIRES</b>							
	DBO <sub>5</sub>	30 mg.L <sup>-1</sup>	----	8,22 mg.L <sup>-1</sup>	17,0 mg.L <sup>-1</sup>	5,0 mg.L <sup>-1</sup>	
	Coliformes fécaux	< 20 000 UFC/100 mL	----	1 299 UFC/100 mL	3 000 UFC/100 mL	2 380 UFC/100 mL	
	Oxygène dissous (O <sub>2</sub> )	----	2 mg.L <sup>-1</sup>	6,37 mg.L <sup>-1</sup>	13,8 mg.L <sup>-1</sup>	0,8 mg.L <sup>-1</sup>	
<b>DRAINAGE PLUVIAL</b>							
MCH1	HP C <sub>10</sub> C <sub>50</sub>	2 mg.L <sup>-1</sup>	----	6,9 mg.L <sup>-1</sup>	21,0 mg.L <sup>-1</sup>	<0,1 mg.L <sup>-1</sup>	
MCH2	HP C <sub>10</sub> C <sub>50</sub>	2 mg.L <sup>-1</sup>	----	0,15 mg.L <sup>-1</sup>	0,2 mg.L <sup>-1</sup>	<0,1 mg.L <sup>-1</sup>	
MCH3	HP C <sub>10</sub> C <sub>50</sub>	2 mg.L <sup>-1</sup>	----	<0,1 mg.L <sup>-1</sup>	<0,1 mg.L <sup>-1</sup>	<0,1 mg.L <sup>-1</sup>	

<sup>1</sup> Chlorateur en fonction seulement quelques mois. LD : 0,01 mg.L<sup>-1</sup>.<sup>2</sup> LD : 0,0005 mg.L<sup>-1</sup> de la méthode d'analyse la moins sensible.<sup>3</sup> LDP : 20 ppm

Les lignes qui suivent présentent l'analyse des résultats présentés au tableau 6.

### 2.2.2.1. Conduite d'évacuation de l'eau de circulation

L'eau de circulation (EDC) constitue le principal volume d'eau rejeté au canal de rejet. Elle a un débit d'environ  $2\,125\,000\text{ m}^3\cdot\text{jour}^{-1}$  et sert à refroidir les condenseurs de la turbine de la centrale. Plusieurs systèmes se déversent dans la conduite d'évacuation de l'EDC avant l'arrivée de celle-ci dans le canal de rejet. Les principaux sont l'eau brute d'alimentation (EBA), la purge des générateurs de vapeur, le rejet de la fosse de déminéralisation et de 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. Ces eaux sont toutes soumises à des vérifications de leur qualité chimique et radiologique.

L'eau du système EDC est chlorée en temps normal lorsque la température de l'eau du fleuve est supérieure à  $10\text{ }^\circ\text{C}$ . La chloration est effectuée à raison de 3 périodes de 20 minutes par jour dans chacune des quatre boîtes d'eau. Pour respecter les normes en vigueur, le débit du chlorateur doit être ajusté de façon à avoir une concentration de chlore résiduel total de  $0,1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  à la sortie des boîtes d'eau du condenseur afin d'obtenir une concentration inférieure à 35 ppb au canal de rejet.

Les mesures de pH donnent des résultats variant entre 7,37 et 8,14, 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 norme convenue de  $0,04\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , tandis que les mesures de morpholine se situent toutes sous le seuil de détection.

En 2009, le système de chloration a été inopérant pendant les deux premiers trimestres. De plus, considérant que pour respecter les normes en vigueur, le débit du chlorateur doit être ajusté à une valeur très basse, on se questionne sur l'efficacité de cette chloration, laquelle ne sera donc pas réalisée en 2010. Des inspections seront effectuées à l'automne 2010 afin d'évaluer l'impact de l'absence de chlore sur l'encrassement de la tuyauterie des systèmes.

À la demande de la CCSN et du MDDEP, Hydro-Québec observe également les variations de température au canal de rejet lors des arrêts du réacteur. La température de l'eau du canal d'amenée (affluent) est mesurée de façon continue à l'entrée du pulsateur tandis que celles de l'EDC et de l'EBR sont mesurées dans les conduites d'évacuation qui se jettent dans le canal de rejet. En marche normal, la différence de température entre l'affluent et l'effluent (delta T) est, pour l'eau brute de refroidissement (EBR) de  $6\text{ à }8\text{ }^\circ\text{C}$  alors que pour l'eau de circulation (EDC), il varie de  $10\text{ à }12\text{ }^\circ\text{C}$ .

La figure 6 montre l'ensemble des différences de température entre l'affluent et l'eau de la conduite d'évacuation de l'EDC pour l'année 2009 tandis que les figures 7, 8, 9, 10, 11 et 12 présentent ces mêmes caractéristiques mais à l'échelle de chacun des 6 arrêts ou baisses de puissance du réacteur au cours de la même année. Certaines données incongrues sont identifiées sur les figures et sont expliquées par la fermeture temporaire de vannes d'admission d'eau à l'analyseur pour entretien tandis que d'autres courtes séries de données sont parfois manquantes.

En 2009, le delta T de l'EDC s'est maintenu en moyenne à 7,4 °C avec un maximum mesuré de 18,6 °C en janvier 2009 pendant quelques heures seulement lors de l'isolation des boîtes d'eau. Lors de tels travaux, il y a systématiquement une augmentation de la température de l'eau de l'EDC. Lors de chaque événement, des inspections sont faites au canal de rejet et un suivi des températures de l'affluent et des effluents est réalisé (ref. sections 5.4.3 et 8.2).

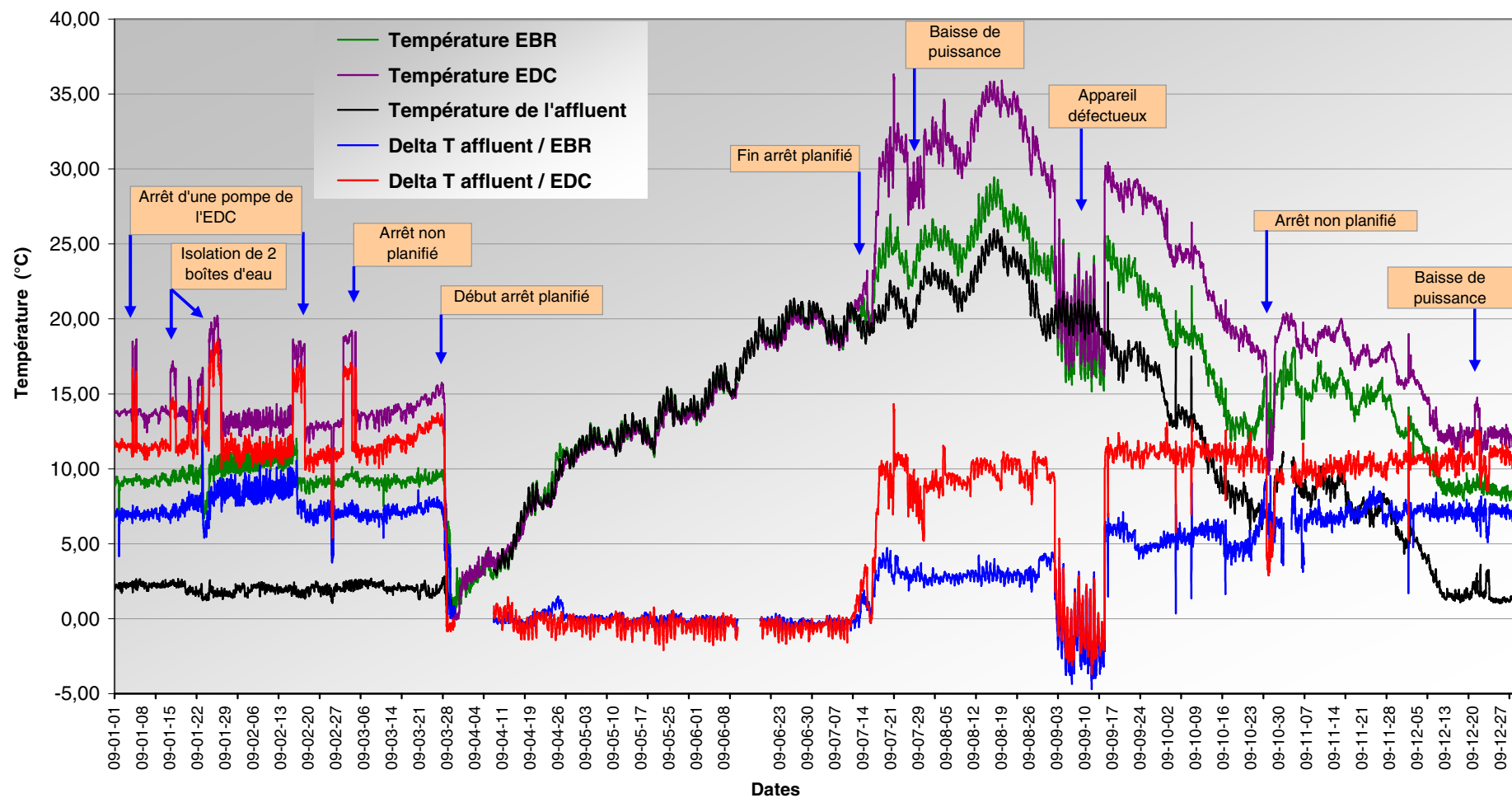
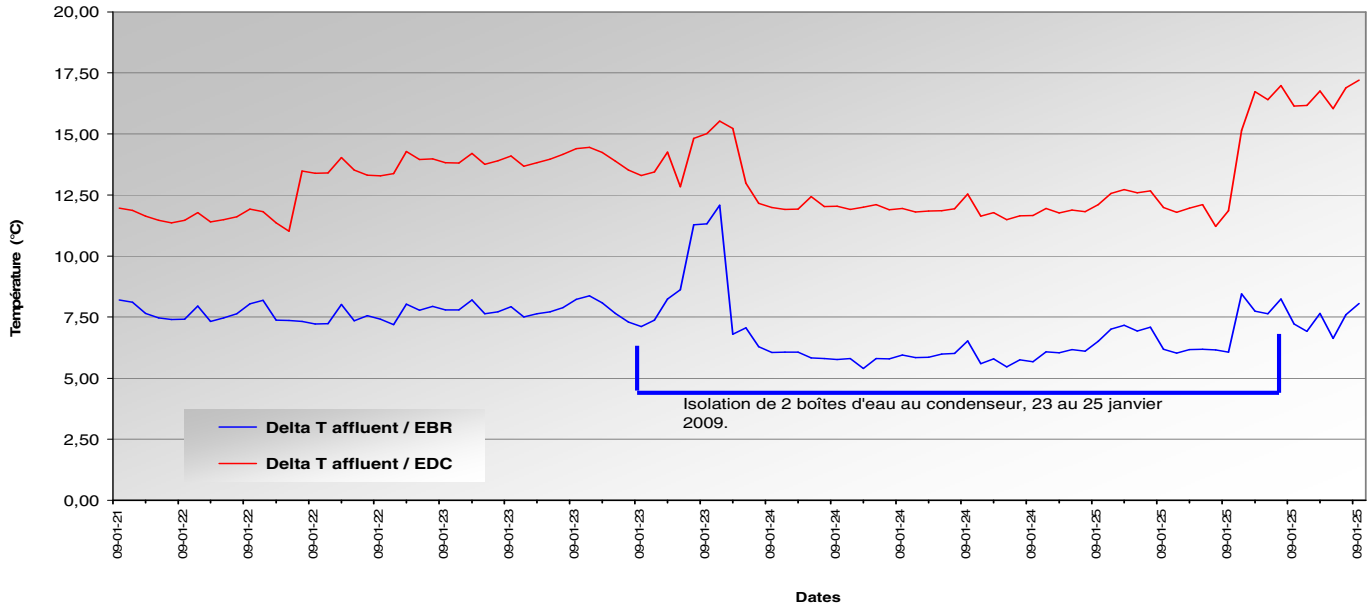
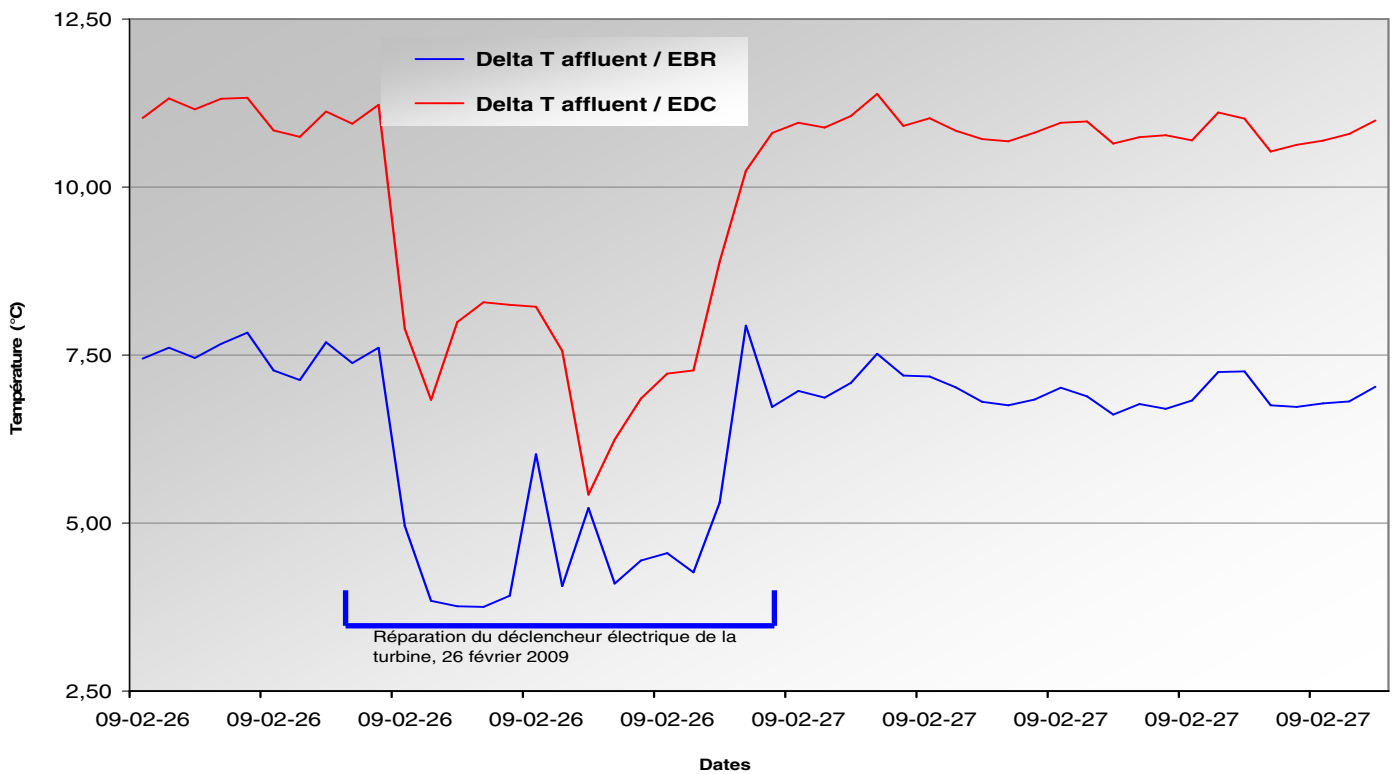


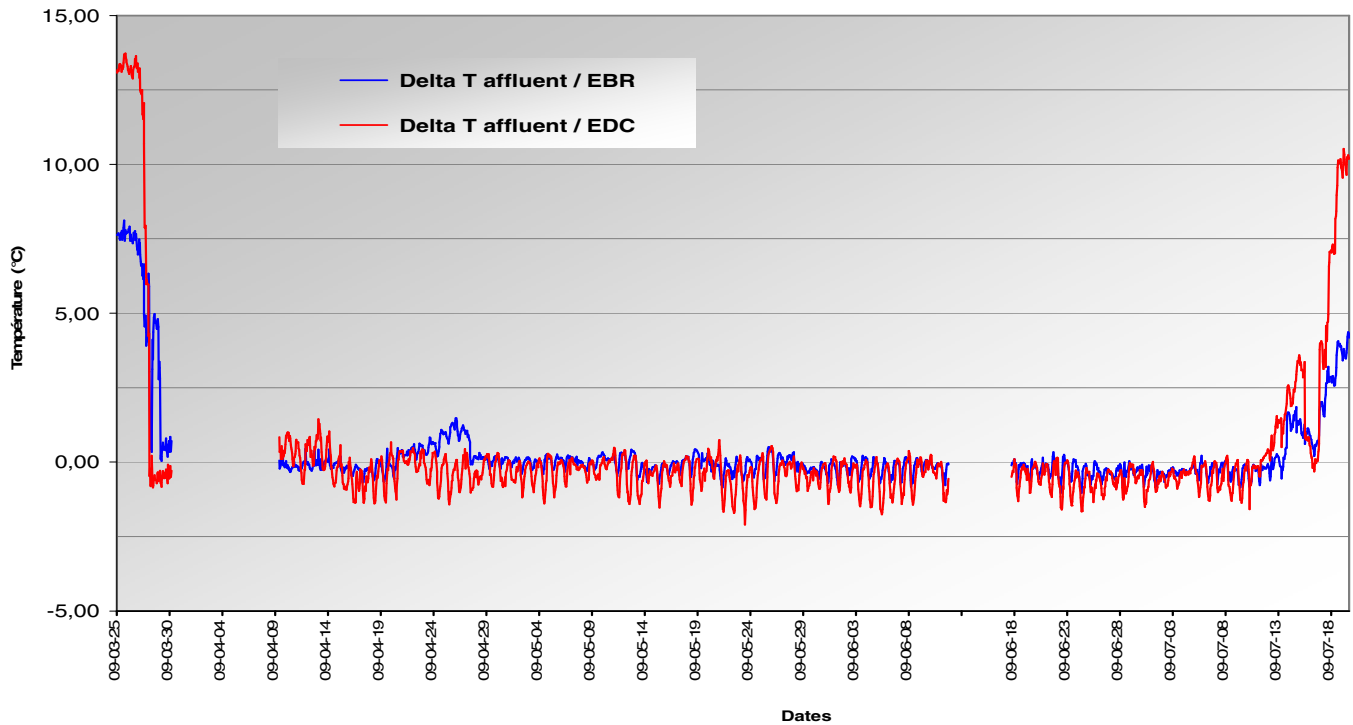
Figure 6: Température de l'affluent, des effluents et différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale Gentilly-2, 2009.



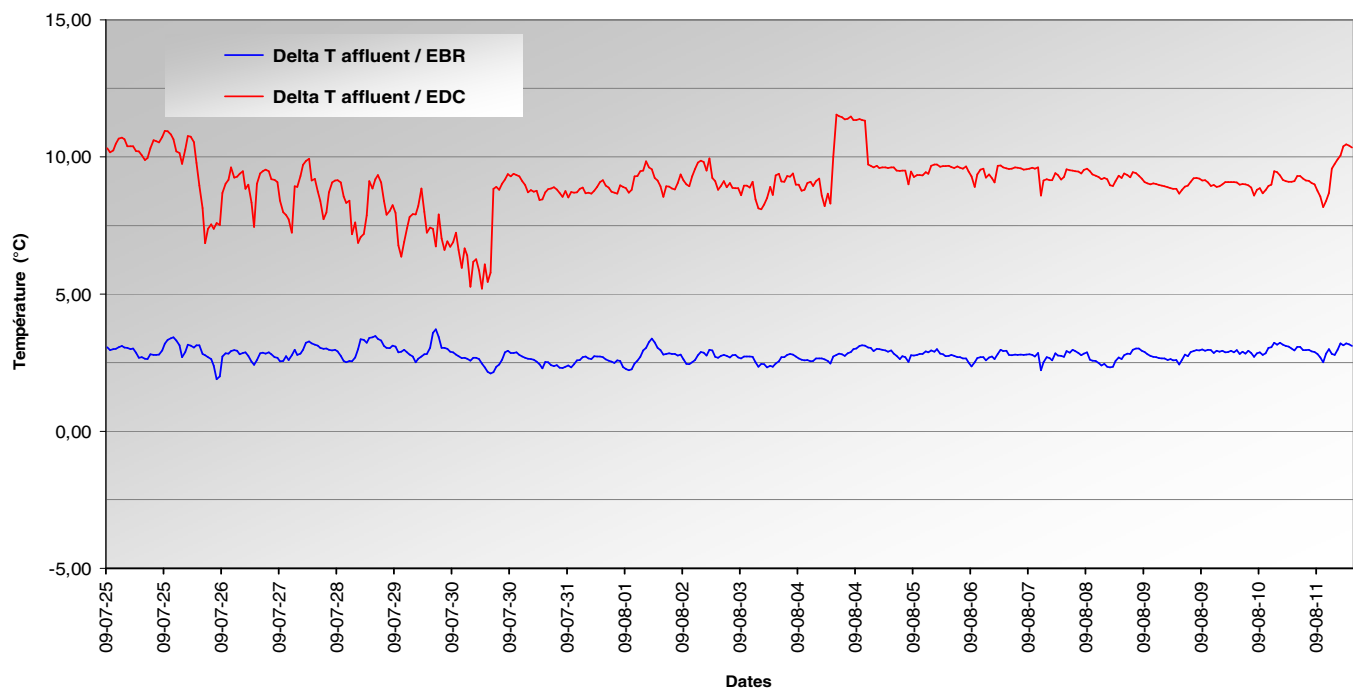
**Figure 7: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale de Gentilly-2 lors de la baisse contrôlée de puissance à 65%, 23 au 25 janvier 2009.**



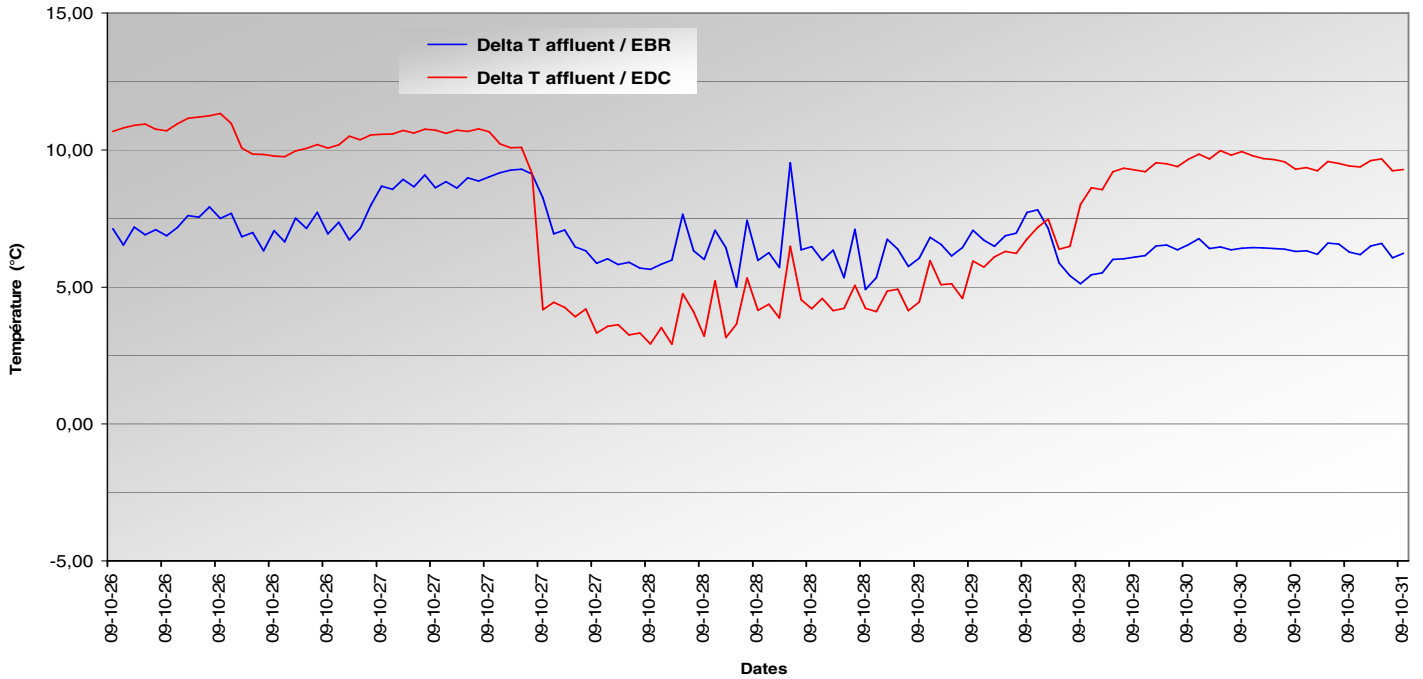
**Figure 8: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale de Gentilly-2 lors de l'arrêt ordonné du groupe turbo-alternateur, 26 février 2009.**



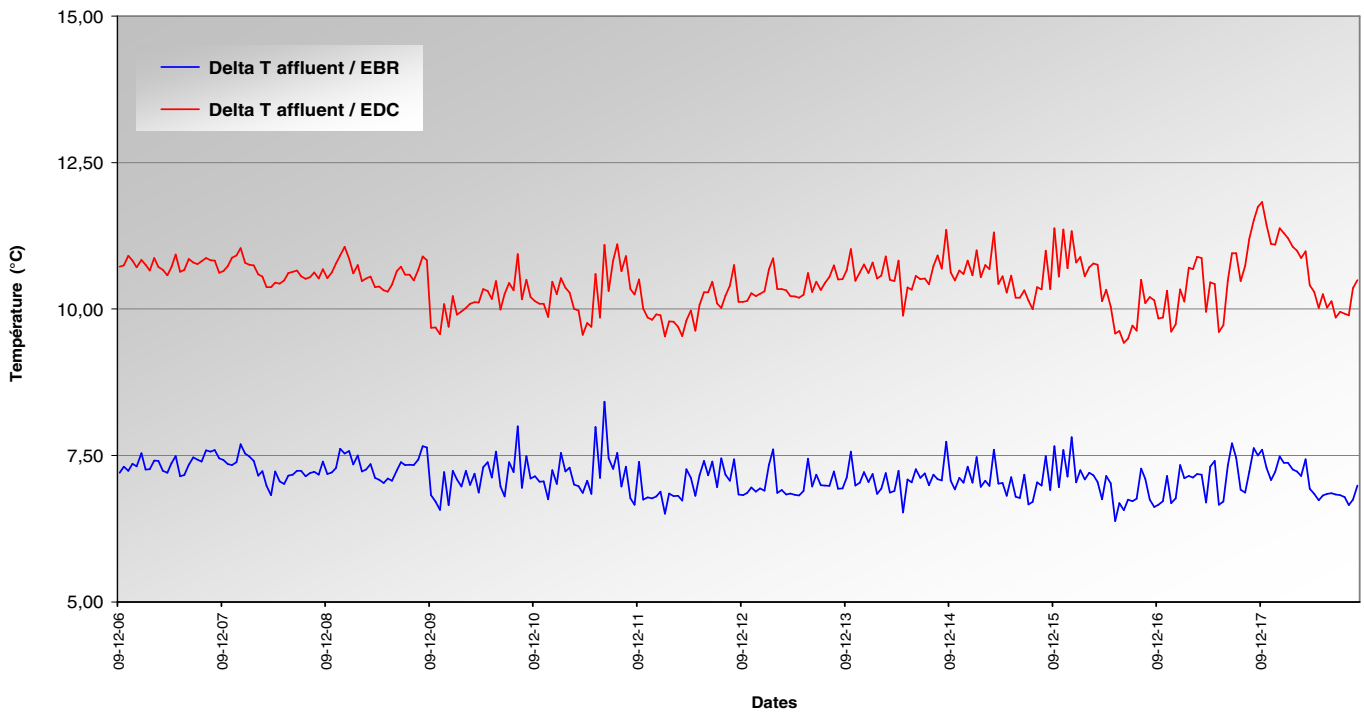
**Figure 9: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale de Gentilly-2 lors de l'arrêt planifié prolongé, mars 2009.**



**Figure 10: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale de Gentilly-2 lors du recul de puissance non planifié du réacteur, juillet 2009.**



**Figure 11: Différences de température entre les effluents et l'affluent de la centrale de Gentilly-2 lors de l'arrêt non planifié, octobre 2009.**



**Figure 12: Différences de température entre les effluents et l'affluent lors du recul de puissance non planifié du réacteur, décembre 2009.**

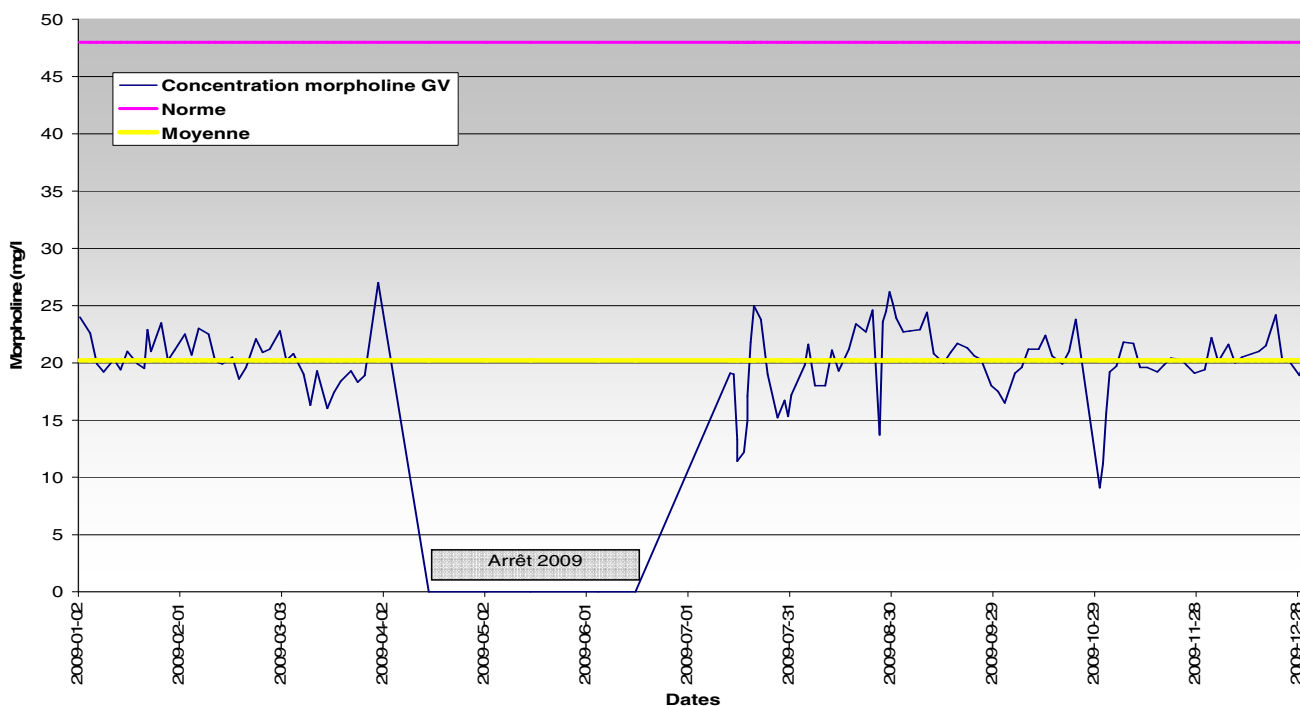
Les prochaines sous-sections décrivent les principaux tributaires de l'EDC.

### 2.2.2.1.1. Eau brute d'alimentation

La plus grande partie du débit fourni par ce système retourne directement au fleuve par le système de contrôle de pression, sous forme d'eau de lavage des filtres et tamis de la station de pompage. Le reste, soit environ  $17\,000\text{ m}^3\cdot\text{jour}^{-1}$ , sert d'eau de refroidissement pour différents échangeurs de chaleur en centrale avant de rejoindre la conduite d'évacuation de l'EDC. Cette dernière portion de l'EBA est chlorée de façon à avoir une concentration de chlore résiduel total de  $0,1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  comme pour l'EDC. La chloration est effectuée lorsque la température de l'eau du fleuve est supérieure à  $10^\circ\text{C}$ . Tel que mentionné précédemment, il n'y aura pas de chloration de l'eau en 2010.

### 2.2.2.1.2. 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  $475\text{ m}^3\cdot\text{jour}^{-1}$  dans le but d'éliminer les impuretés et de protéger l'intégrité du système. La figure 13 présente la concentration de morpholine dans la purge des générateurs de vapeur pendant l'année 2009. Les résultats d'analyse indiquent que la concentration moyenne de morpholine dans la purge des générateurs de vapeur, calculée sur la base des 123 analyses, a été de  $20,2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectant ainsi la norme de rejet en vigueur ( $< 48\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). La concentration maximale mesurée individuellement a été de  $27\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .



**Figure 13: Résultats de la concentration de morpholine dans la purge des générateurs de vapeur de la centrale Gentilly-2, 2009.**

### 2.2.2.1.3. 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 m<sup>3</sup>.jour<sup>-1</sup>.

Les fosses de déminéralisation et de prétraitement sont pompées et nettoyées à une fréquence approximative de cinq ans. En 2009, Hydro-Québec avait planifié un nettoyage des fosses mais compte tenu que l'état des fosses ne nécessitait pas une vidange immédiate, cette étape a été reportée.

Au cours de l'année 2009, aucun dépassement de norme relative au pH n'est survenu aux fosses de prétraitement et de déminéralisation. Cependant, la cible concernant la concentration d'aluminium extractible total n'a pu être respectée que dans 25 % des mesures. L'ampleur des dépassements a été variable. La concentration maximale mesurée en 2009 a été de 340 mg.L<sup>-1</sup> comme le présente le tableau 6. Cette valeur proviendrait d'un échantillon qui aurait pu être prélevé juste après une addition importante d'eau dans la fosse.

### 2.2.2.2. *Conduite d'évacuation de l'eau brute de refroidissement*

L'eau brute de refroidissement (EBR) a un débit d'environ 660 000 m<sup>3</sup>.jour<sup>-1</sup> en été et 330 000 m<sup>3</sup>.jour<sup>-1</sup> en hiver. Cette eau sert au refroidissement d'une boucle fermée d'eau déminéralisée et est chlorée de façon à obtenir, à la sortie des échangeurs de chaleur, une concentration de chlore résiduel total de 0,1 mg.L<sup>-1</sup>.

Les principaux résultats (tableau 6) des paramètres de la conduite d'évacuation de l'EBR montrent que les valeurs de pH ont varié de 7,26 à 7,97 tandis que toutes les valeurs liées à la concentration de chlore résiduel total sont en deçà de 0,03 mg.L<sup>-1</sup>. Cependant, le système de chloration a été inopérant pendant les deux premiers trimestres. Tel que mentionné précédemment, la chloration de l'eau sera mise à l'arrêt en 2010 pour une période d'un an. Des inspections seront effectuées à l'automne 2010 afin d'évaluer l'impact de l'absence de chlore sur l'encrassement de la tuyauterie des systèmes.

Les figures 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 présentent l'ensemble des variations de température mesurées à l'EBR. De façon générale, le delta T de l'EBR s'est situé en moyenne à une température de 4,6 °C. Le maximum atteint en delta T a été de 12,1°C sur une période de quelques heures seulement en janvier lors de l'ouverture des boîtes d'eau.

### 2.2.2.3. *Réservoir de stockage des eaux radioactives*

Tel que mentionné précédemment, les réservoirs de récupération des eaux radioactives reçoivent les eaux potentiellement radioactives provenant de différents endroits et systèmes de la centrale. Avant chaque rejet, l'eau de ces réservoirs est analysée. Si les normes ne sont pas respectées, ces eaux sont neutralisées, puis ré-analysées pour confirmer le respect des normes de rejets. Elles sont ensuite acheminées à la conduite d'évacuation de l'EDC. Les spécifications supérieures de rejet pour les paramètres physico-chimiques sont présentées au tableau 6. En 2009, tous les paramètres physico-chimiques des eaux provenant de ces réservoirs de stockage ont été lors des rejets, en deçà des normes applicables.

### 2.2.2.4. *Eaux usées sanitaires*

Les eaux usées sanitaires de la centrale de Gentilly-2 et de ses dépendances sont traitées dans des étangs aérés d'épuration. Le débit de cet effluent est d'environ  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{jour}^{-1}$  en exploitation normale de la centrale. Les étangs sont situés sur la rive est du canal de rejet (carte 5). Les eaux usées sanitaires traitées sont rejetées dans le canal de rejet en continu, mais la qualité de ces eaux est vérifiée périodiquement. Les principales mesures des effluents provenant de ces étangs sont présentées au tableau 4. En 2009, aucun dépassement des normes applicables n'a été observé.

En 2009, Hydro-Québec a retiré environ  $2 \text{ m}^3$  de lentilles aquatiques dans le but d'éviter un relargage des phosphates fixés. La végétation qui s'était développée sur les berges des étangs a également été enlevée mécaniquement à l'été 2009 afin d'empêcher également un relargage de phosphore à l'automne mais aussi dans le but de garder le secteur accessible en tout temps.

### 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 types de transformateurs situés près de la centrale. La présence d'un tel système permet d'éviter qu'une perte d'huile chemine dans l'environnement. L'eau exempte d'huile est par la suite conduite au puisard pluvial MCH-1.

En 2009, le réservoir de récupération et le séparateur d'huile ont été inspectés en une occasion pour vérifier l'épaisseur de la couche d'huile et retirer les dépôts solides si requis. Advenant la présence importante d'huile, l'eau huileuse du bassin est pompée et acheminée au centre de récupération des matières contaminées. Dans un tel cas, une alarme se déclenche en salle de commandes. Les résultats des analyses et inspections effectuées en 2009 sont présentés au tableau suivant.

**Tableau 7. Épaisseurs d'huile, de dépôts et d'eau mesurées dans le système de récupération des huiles, Gentilly-2, 2009.**

DATE	LIEU	NIVEAUX MESURÉS (cm)		
		HUILE	DÉPÔTS	EAU
2009-06-23	Bassin de récupération	0	2,5	96,5
	Séparateur d'huile	0	1,5	149,1

#### 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 9). Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques applicables, l'eau des puisards est habituellement échantillonnée quatre fois par année. Le tableau 8 présente les résultats de l'année 2009 pour les échantillons prélevés dans ces puisards pluviaux. L'analyse des données des quatre séries d'échantillonnage démontre le dépassement de la norme pour le plomb (1) les C<sub>10</sub>C<sub>50</sub> (3) et pour les MES (4) au MCH 1. La présence de trace d'huile dans le MCH-1 ne s'explique que par le lessivage des surfaces asphaltées par les eaux de pluie et l'écoulement de ces eaux vers le réseau du MCH-1. Les mesures effectuées au séparateur eau-huile démontrent l'absence d'huile (tableau 7).

**Tableau 8. Concentration de différents contaminants chimiques dans les puisards pluviaux, Gentilly-2, 2009.**

Date	Chlorure Norme NA	Chrome Norme NA	Plomb Norme NA	Fer Norme NA	C <sub>10</sub> C <sub>50</sub> Norme 2 mg.l <sup>-1</sup>	MES Norme NA
échantillonnage	mg.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	µg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>
<b>MCH-1</b>						
Trimestre 2A <sup>4</sup>	120	0,018	<0,015	7,7	0,5	1080
Trimestre 2B	61	0,096	0,054	32	2,8	482
Trimestre 3A	42	<0,01	<0,015	5,8	21	96
Trimestre 3B	40	0,012	0,017	11	3,3	275
<b>MCH-2</b>						
Trimestre 2A	92	<0,01	<0,015	0,31	<0,1	<3
Trimestre 2B	28	<0,01	<0,015	0,30	<0,1	<3
Trimestre 3A	31	<0,01	<0,015	0,08	0,2	<3
Trimestre 3B	55	<0,01	<0,015	0,09	<0,1	<3
<b>MCH-3</b>						
Trimestre 2A	200	<0,01	<0,015	0,69	<0,1	9
Trimestre 2B	73	<0,01	<0,015	0,73	<0,1	27
Trimestre 3A	74	<0,01	<0,015	0,99	<0,1	14
Trimestre 3B	140	<0,01	<0,015	0,68	<0,1	5

<sup>4</sup> Deux séries d'analyse sont prises aux trimestres 2 et 3, c'est-à-dire entre les mois d'avril et septembre.

### **2.2.3. Consommation d'eau**

La consommation d'eau potable, par la centrale Gentilly-2, traitée et distribuée par la ville de Bécancour s'élève en 2009 à 76 273 m<sup>3</sup>.

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 estimée en 2009 à 6,34 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>.

### **2.2.4. Autres engagements**

Les travaux de calibration et de nettoyage des sondes de température et de pH des systèmes présents aux canalisations des effluents finaux de l'EBR et de l'EDC ont été réalisés selon la cédule convenue dans un programme d'entretien préventif. Cependant, 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. Par contre, la sonde est fonctionnelle puisque les analyses du laboratoire démontrent l'absence d'huile. Un rapport pour correctif et amélioration (RCA) a été rédigé et des mesures ont été prises afin de corriger la situation.

### 3.0 MATIÈRES DANGEREUSES ET RÉSIDUELLES

#### 3.1. SÉDIMENTS

L'eau utilisée pour les besoins en eau de service et en eau de refroidissement de la centrale, provient du fleuve Saint-Laurent. Au fil des années, les sédiments dynamiques et les moules zébrées s'accumulent au fond de la station de pompage et réduisent la capacité hydraulique des pompes. Le tableau suivant présente les quantités de sédiments retirés de la station de pompage de Gentilly-2 en 2009.

**Tableau 9. Quantité de sédiments enlevée des puits de la station de pompage de Gentilly-2, 2009.**

Quantité (tonne)	Lieu de disposition
2,13	RGMRM/Site Champlain
1,83	RGMRM/Site Champlain
71	Encore sur le site de Gentilly-2*

\* En 2009, une nouvelle méthode (Géotube) a été utilisée pour l'assèchement de 71 tonnes de sédiments en provenance d'un des puits de la station de pompage. La qualité de l'eau à la sortie du sac Géotube avec un taux de rétention des matières en suspension de plus de 95% a permis de rejeter l'eau directement dans le système de récupération des eaux pluviales. Les sédiments sont encore sur le site, ils seront éliminés en 2010 après validation des résultats d'analyse.

#### 3.2. SUIVI DES CONTENEURS SUR LE SITE

À la fin de l'année 2009, il y avait 81 conteneurs entreposés sur le site dont dix (10) situés en zone 1 et 71 en zone 2. Les conteneurs situés en zone 1 renferment soit des déchets domestiques ou soit du matériel à expédier chez un recycleur ou au surplus d'actifs d'Hydro-Québec. Les 71 autres conteneurs renferment soit des déchets à caractériser radiologiquement ou du matériel prêt à être expédié dans les aires de stockage de déchets radioactifs de Gentilly-2 ou chez un récupérateur autorisé. Un registre est maintenu à jour dans les procédures d'intervention en situation d'urgence.

#### 3.3. MATIÈRES DANGEREUSES UTILISÉES AU TRAVAIL

Les détails de la consommation de produits chimiques de la centrale sont présentés au tableau 10.

Tableau 10. Consommation de produits chimiques, Gentilly-2, 2009.

Substance	État	Concentration	Consommation	Unité
<b>Acides et bases</b>				
Acide sulfurique	Liquide	96%	264 312	kg
Alun	Liquide	50%	48 030	kg
Morpholine	Liquide	80%	3 690	L
Hydroxyde de sodium	Liquide	50%	214 167	kg
Bicarbonate de sodium	Solide	N/A	6 356	kg
<b>Matières oxydantes</b>				
Chlore	Liquide	100%	0	kg
<b>Matières réductrices</b>				
Hydrazine	Liquide	35%	820	L
<b>Gaz</b>				
Azote	Gaz	100%	455	m <sup>3</sup>
Hélium	Gaz	100%	0	m <sup>3</sup>
Hydrogène	Gaz	100%	4 240	m <sup>3</sup>
Anhydride carbonique	Gaz	100%	2 031	kg
<b>Produits pétroliers</b>				
Huiles lubrifiantes	Liquide	N/A	13 677	L
<b>Autres</b>				
Résines ioniques	Solide	N/A	21,4	m <sup>3</sup>

Il est difficile de faire une comparaison des données avec celles des années précédentes puisque les quantités consommées sont tributaires à la fois des activités d'exploitation et des activités de maintenance qui sont réalisées au cours de l'année.

#### 3.4. MATIÈRES DANGEREUSES RÉSIDUELLES

En 2009, 24 392 kg de matières dangereuses résiduelles (MDR) radiologiquement non contaminées ont été produites dans le cadre des activités d'exploitation et de maintenance de la centrale de Gentilly-2. La majorité de ces MDR a été transférée au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

**Tableau 11. Quantité de matières dangereuses résiduelles non contaminées radiologiquement récupérées, Gentilly-2, 2009.**

MDR	Recyclage et récupération (tonne)
Huiles usées	13
Accumulateurs	1,23
Tubes fluorescents, lampes et ballasts	1,95
Solvants et autres liquides inflammables	1,955
Absorbants et matériaux poreux ayant servis à la récupération de déversements	0,698
Résidus de peinture	0,03
Piles sèches	0,319
Boîtes de combustible	3,5
Batteries	2,1
<b>Total</b>	<b>24,78</b>

Les quantités générées sont aussi tributaires de la nature et du nombre de travaux d'entretien qui sont réalisés au cours de l'année.

### 3.5. MATIÈRES RÉSIDUELLES

En 2009, plus de 300 tonnes de matières résiduelles (MR) non radioactives ont été récupérées, recyclées ou éliminées dans un site autorisé (tableau 12).

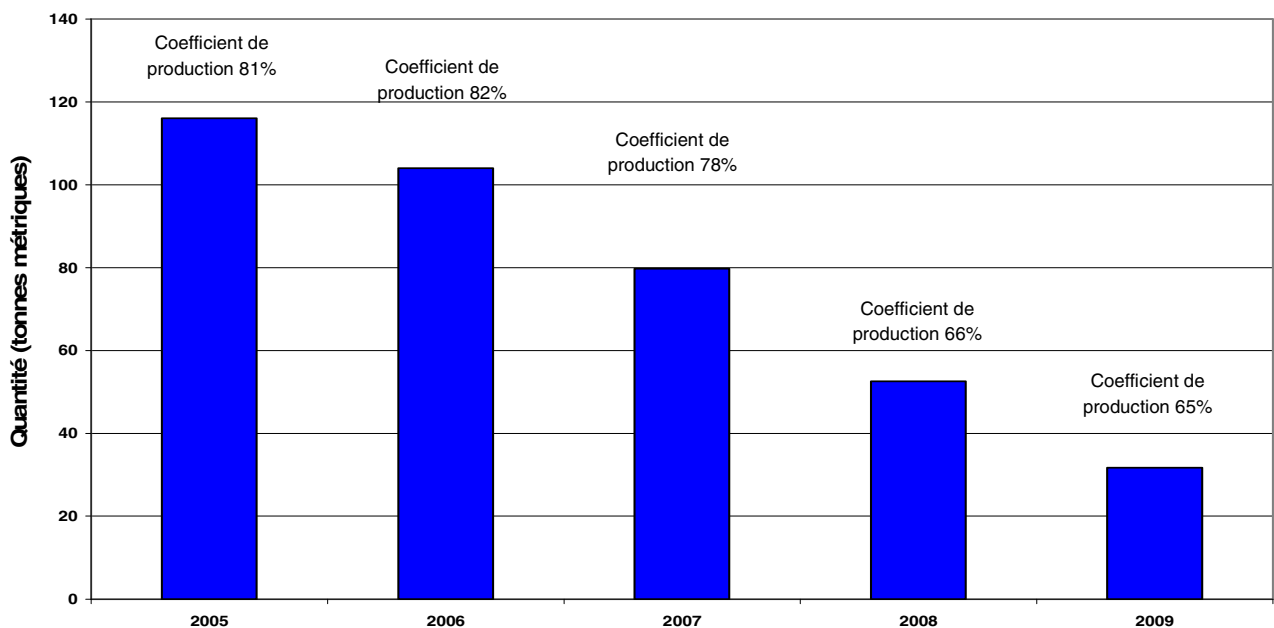
**Tableau 12. Quantité de déchets biomédicaux et de matières résiduelles recyclées, récupérées ou disposées, Gentilly-2, 2009.**

MR	Recyclage et récupération (tonne)	Disposition (tonne)
Papier et carton	37,15	--
Métaux	36,3	--
Cartouches encre	0,86	--
Déchets domestiques (zones 1 et 2)	--	72,3
Algues (débris flottants)	--	31,7
Déchets biomédicaux non anatomiques	--	0,002
Déchets de construction	--	121,9
<b>Total</b>	<b>74,31</b>	<b>225,9</b>

### 3.5.1. Biomasse à la prise d'eau

Environ 31,7 tonnes de débris flottants, d'algues et de poissons ont été interceptées par les dégrilleurs de la station de pompage des eaux du fleuve Saint-Laurent, une baisse de près de 21 tonnes par rapport à l'année 2008. L'estimation annuelle de la biomasse de poissons dans ces débris a été évaluée à environ 1,3 tonnes de poissons capturés par la station de pompage de Gentilly-2 (Alliance Environnement 2006).

Ces débris organiques ont été acheminés au centre d'enfouissement de Waste Management Inc. à Saint-Étienne-des-Grès. La figure 14 présente les quantités de débris flottants captés à la prise d'eau de Gentilly-2 pour les années 2005 à 2009.



**Figure 14 : Quantité de débris flottants, d'algues et de certains poissons captés aux dégrilleurs de la station de pompage de Gentilly-2 de 2005 à 2009.**

Au cours des dernières années, nous observons une diminution de la quantité de biomasse captée à la station de pompage. Cette diminution s'explique notamment par la baisse du volume d'eau pompé en période estivale qui est causé par la prolongation des arrêts planifiés.

#### 4.0 DEVERSEMENTS ACCIDENTELS DE CONTAMINANTS DANS L'ENVIRONNEMENT

En 2009, il y a eu 36 déversements accidentels de contaminants dont 26 ont atteint l'environnement. La majorité des déversements accidentels implique des volumes inférieurs à un litre, voire quelques millilitres. Le tableau suivant présente les quantités de contaminants liquides et gazeux ayant atteint l'environnement. Mis à part les contaminants gazeux, les contaminants ont été récupérés en quasi-totalité. Dans tous les cas de déversement accidentel atteignant l'environnement, les ministères concernés ont été contactés et informés des événements.

**Tableau 13. Quantité de contaminants émis à l'environnement lors de déversements accidentels sur le site de Gentilly-2, 2009.**

Contaminants	litres	kg
Eau pH élevé	2 000	--
Carburant diesel	24,9	--
Essence	70	--
Huile à chauffage	25	--
Huile hydraulique	12	--
Huile lubrifiante	3,2	--
Dégraisseur	--	0,6
Propane	--	15
Vapeur d'eau tritiée	--	6,5
HCFC	--	16
<b>Total</b>	<b>2 135,1</b>	<b>38,1</b>

## 5.0 SURVEILLANCE DU MILIEU ENVIRONNANT

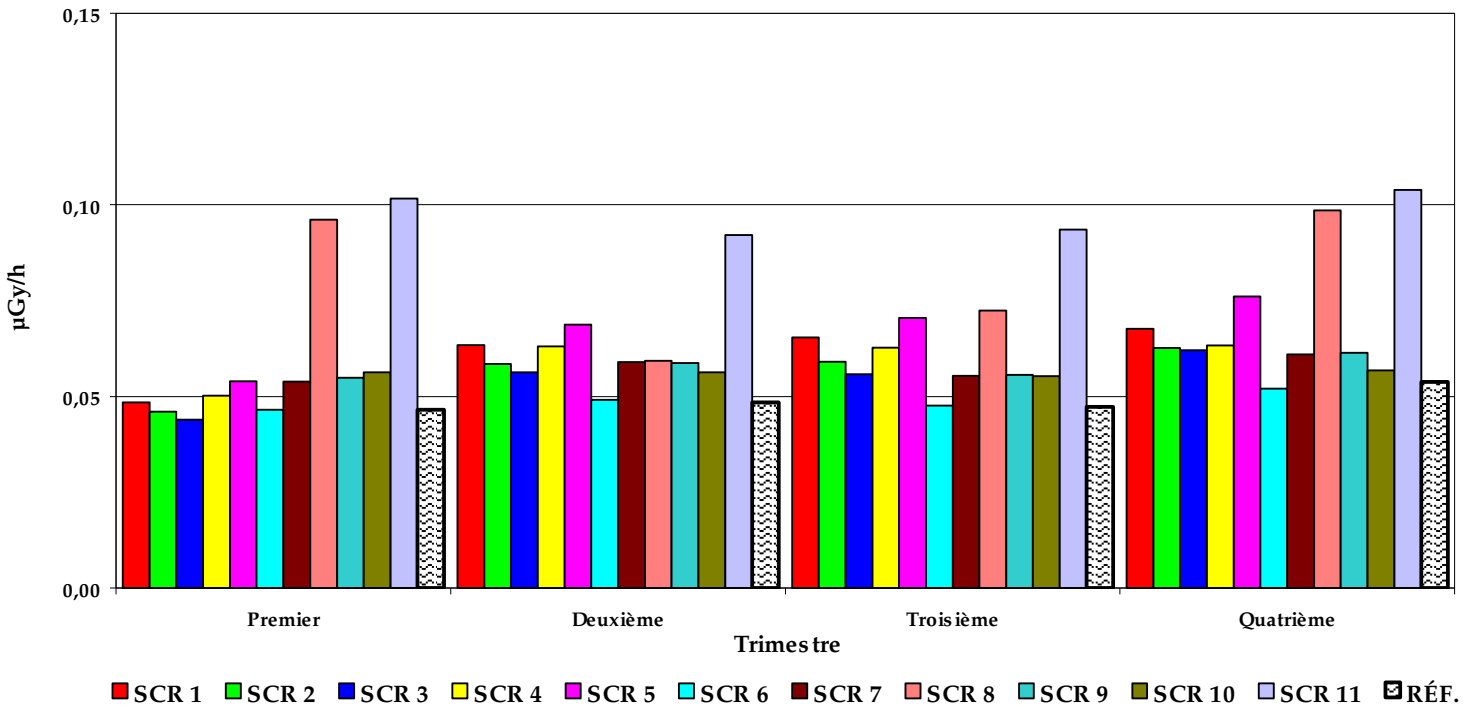
Les différents volets de la surveillance radiologique du milieu environnant compte plusieurs installations et structures localisées aux cartes 1 à 8. Les résultats issus de ces ouvrages de suivi sont comparés à ceux récoltés à une station de contrôle radiologique située aux limites de la ville de Drummondville, 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 ne sauraient être affectés par l'exploitation de la centrale de Gentilly-2.

### 5.1. SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE

#### 5.1.1. *Ambiance gamma*

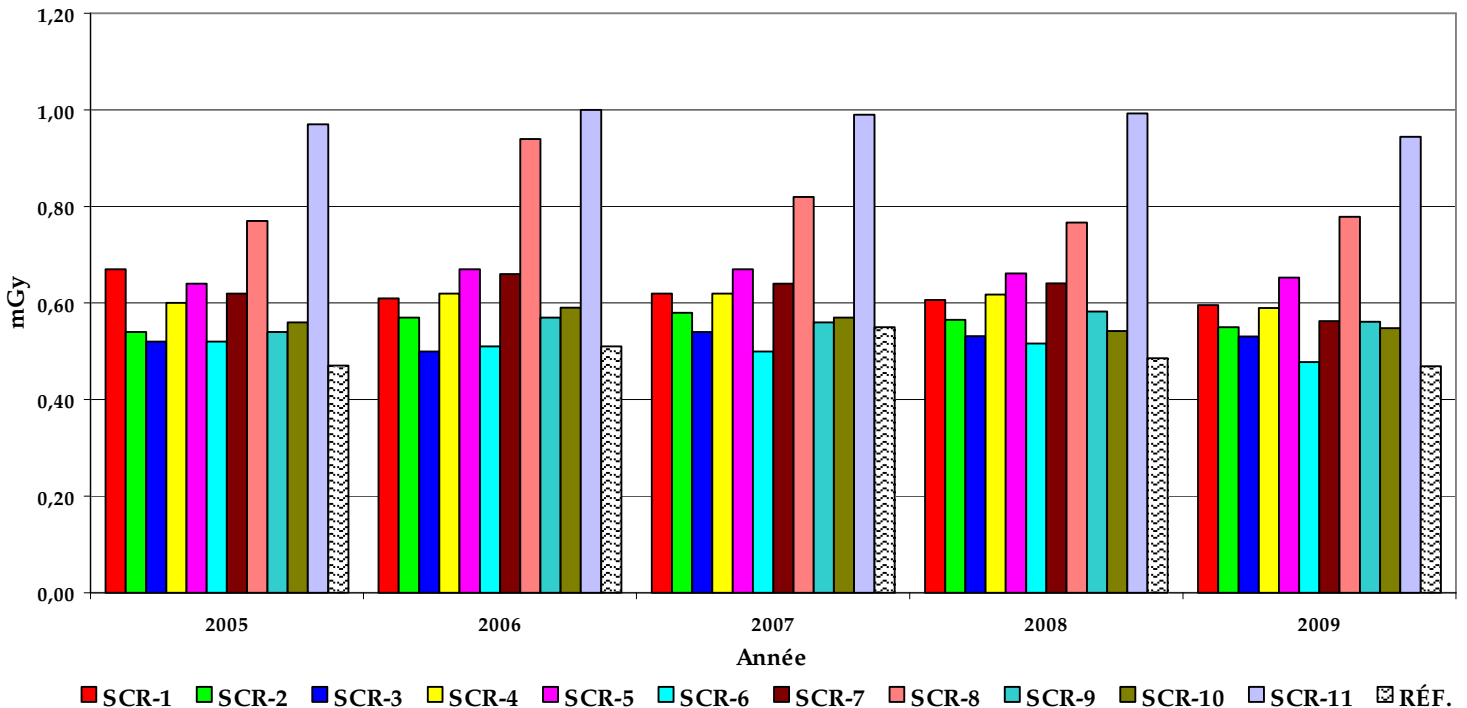
La figure 15 montre les moyennes trimestrielles d'ambiance gamma à 11 stations de contrôle radiologique sises dans la zone rapprochée pour l'année 2009. La figure 16 présente les doses annuelles gamma enregistrées aux mêmes installations pour les cinq dernières années.

Le taux d'exposition gamma est également mesuré mensuellement, à l'aide d'un débitmètre gamma, à environ un mètre du sol en 23 points de contrôle indiqués sur la carte 3. D'autres mesures proviennent des stations de contrôle radiologique en place dans la zone rapprochée. Les taux mensuels d'exposition ainsi mesurés en 2009 ont varié de 0,04 à 0,11  $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Les premier et quatrième trimestres marquent les valeurs plus élevées pour la station SCR-8. Cette station est voisine du circuit emprunté par le convoi livrant le combustible irradié aux modules de stockage CANSTOR. Ainsi, ce sont 1 680 grappes de combustible qui ont été transférées au quatrième trimestre. Les valeurs élevées de la station SCR-11 sont quant à elles expliquées par sa grande proximité des modules de l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI).



**Figure 15: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma aux stations de contrôle SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2009**

D'autres valeurs liées aux stations SCR-2, SCR-4 et SCR-5 ont très légèrement augmenté au fil des trimestres de 2009. Ces 3 stations de contrôle radiologique sont actuellement localisées en bordure de la route 132 ou dans le parc industriel de la ville de Bécancour et peuvent possiblement être influencées par d'autres activités susceptibles de faire varier les valeurs, activités telles que le transport routier de marchandises ou encore la gammagraphie industrielle permettant le contrôle de qualité lors de la production de pièces métalliques.

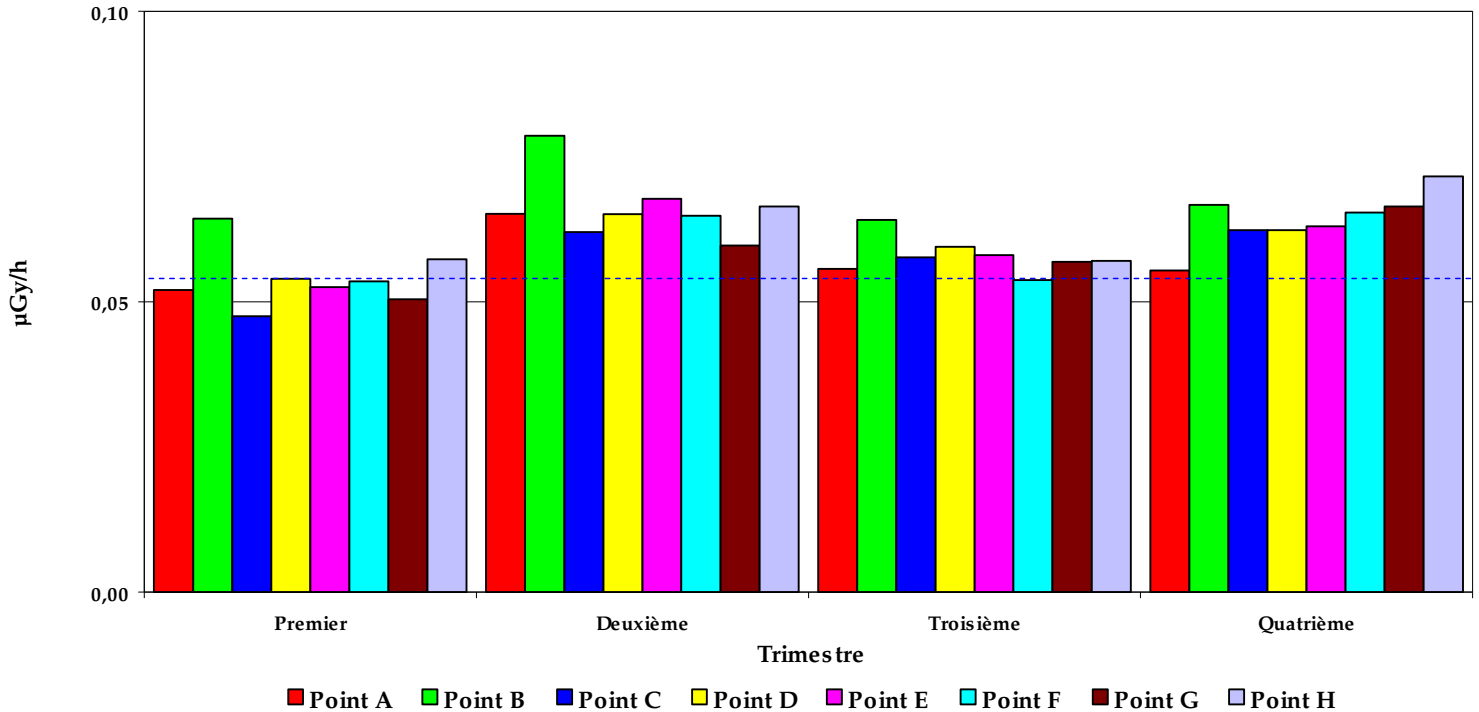


**Figure 16: Dose annuelle gamma aux stations de contrôle radiologique SCR-1 à SCR-11 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2005-2009**

La comparaison des valeurs de dose annuelle n'indique aucune variation suffisamment importante pour témoigner d'un quelconque changement dans les opérations ou les rejets de la centrale Gentilly-2. Pour l'année 2009, la variation la plus marquée est la diminution à la station SCR-7, située à proximité de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR). Il est probable que cette diminution soit liée au fait que l'ASDR soit maintenant moins sollicitée en raison du début des transferts de déchets, en juin 2009, vers l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS).

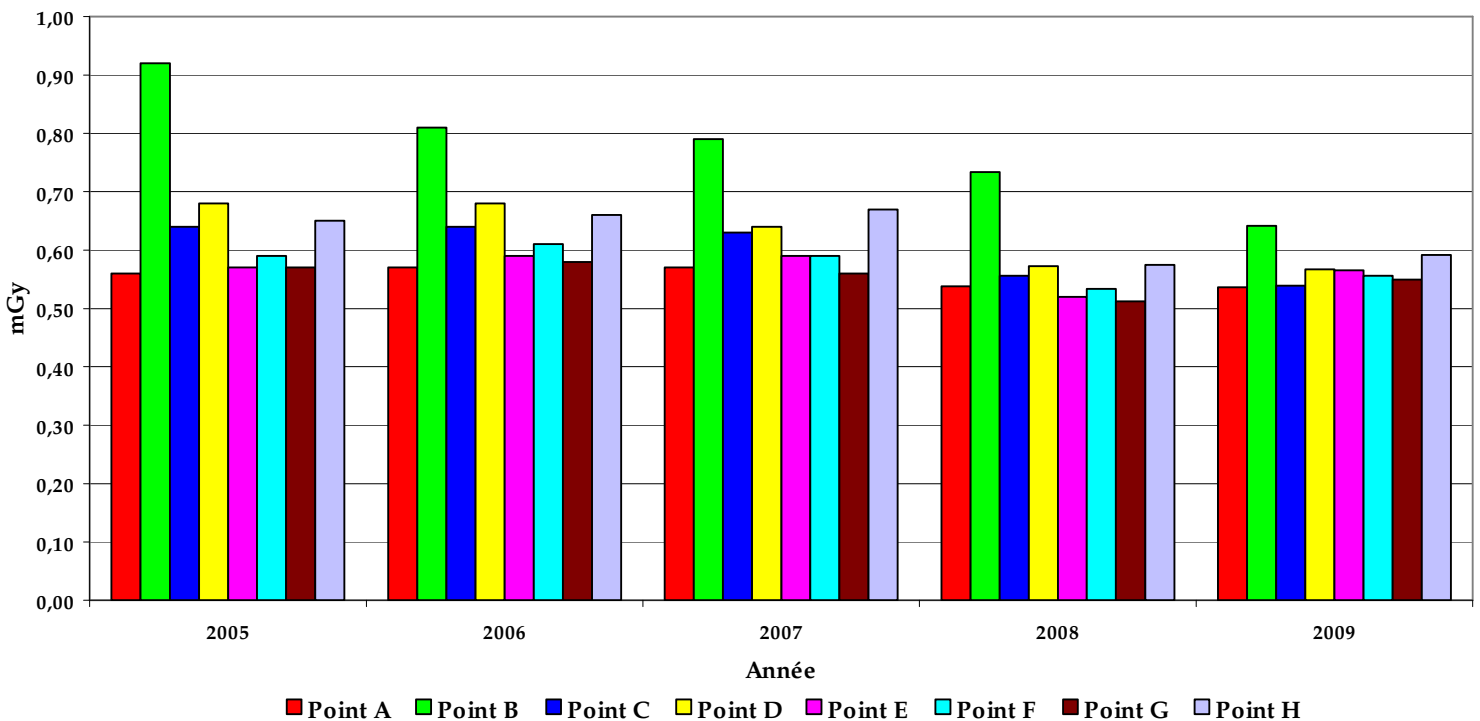
À l'analyse des figures 15 et 16, des taux d'exposition et des doses annuelles gamma, il est possible d'affirmer que l'ambiance gamma prévalant dans la zone rapprochée demeure dans les variations de la station de référence, exceptions faites des stations SCR-8 et SCR-11 qui peuvent être influencées par le transfert et le stockage du combustible irradié. En 2009, la valeur individuelle la plus élevée était effectivement rencontrée à la SCR-11, station localisée à même le périmètre clôturé de l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI).

Les quatre prochaines séries de mesures impliquent exclusivement les installations de stockage de déchets radioactifs et de combustible irradié. La figure 17 présente les résultats des mesures d'ambiance gamma de l'ASDR (carte 6) pour l'année 2009 et la figure 18, les doses annuelles gamma du même site pour les années 2005-2009. La figure 19 fait de même pour l'ambiance gamma autour de l'ASSCI (carte 7) pour l'année 2009 alors que la figure 20 y présente 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.



**Figure 17: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASDR pour l'année 2009**

L'analyse des valeurs d'ambiance gamma de l'ASDR, pour les 4 trimestres de l'année 2009, laisse voir quelques variations mineures qui sont surtout tributaires des activités d'exploitation à même l'aire de stockage. À titre de référence, une bande pointillée bleue a été tracée sur la figure 17: elle représente le taux annuel moyen de rayonnement gamma pour la station de référence de Drummondville, station hors d'atteinte des radiations potentielles de l'ASDR. Il importe de constater les faibles écarts de taux de rayonnement comparés avec cette station. Le point B est toujours le point impliquant le taux annuel moyen de rayonnement le plus élevé (0,068  $\mu\text{Gy/h}$ ) mais la comparaison des cinq dernières années, à la figure 18, montre que la situation tend à un retour à des valeurs moins élevées. En effet, les fosses B-7 et B-8 de l'ASDR contiennent certains déchets dont le débit de dose est légèrement plus élevé que les autres fosses du même site, ce qui explique en partie les valeurs maximales retrouvées au point B, point le plus rapproché de ces deux fosses. Compte-tenu que ces deux fosses sont maintenant remplies à pleine capacité, leur ouverture fréquente n'est donc plus nécessaire réduisant ainsi le rayonnement à couvercle retiré.



**Figure 18: Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2005-2009**

La figure 19 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux points de mesure (13) fixés aux clôtures de l'ASSCI pour l'année 2009. Bien que des différences significatives existent entre les différents points, les variations respectives dans le temps sont très faibles. À titre de comparaison avec le taux annuel moyen de rayonnement gamma pour la station de référence, une bande pointillée bleue a également été tracée sur la figure 19. Le point #4 est toujours le point présentant le taux de radiation de loin le plus élevé parce que situé face à deux modules de stockage CANSTOR qui sont maintenant remplis à pleine capacité de grappes de combustible irradié dont certaines sont émergées de la piscine de stockage depuis relativement peu de temps. Cet écart important des valeurs est donc jugé normal considérant ce qui précède.

À l'analyse des valeurs de la figure 20 relatives aux doses annuelles gamma à la clôture de l'ASSCI des cinq dernières années, on constate une situation très stable. L'absence de variation des données permet entre autres de conclure qu'aucune défaillance de blindage n'est survenue aux sept différents modules de stockage de combustible irradié actuellement utilisés. Toujours à propos du point #4, l'année 2009 confirme de façon non équivoque la stabilisation de la valeur de dose annuelle déjà perçue en 2008 et ce, toujours en raison de la fin de remplissage des deux modules y faisant face. Par ailleurs, l'année 2009 a marqué le début de la construction de deux nouveaux modules CANSTOR qui eux seront mis en service au cours de l'année 2010. Les premières lectures de dose découlant de l'utilisation de ces nouveaux modules débiteront avant le premier transfert de combustible irradié à un ou l'autre de ces nouveaux modules.

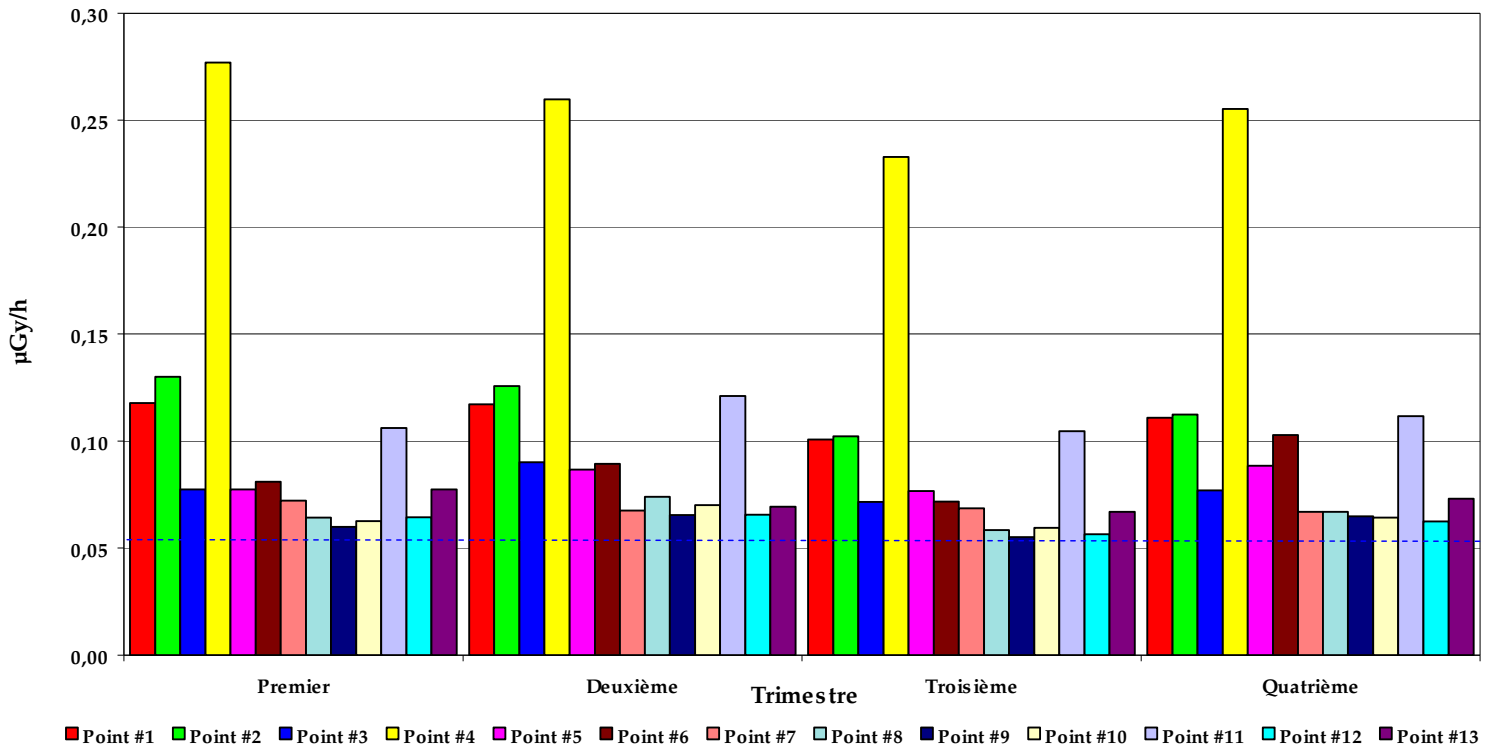


Figure 19: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2009

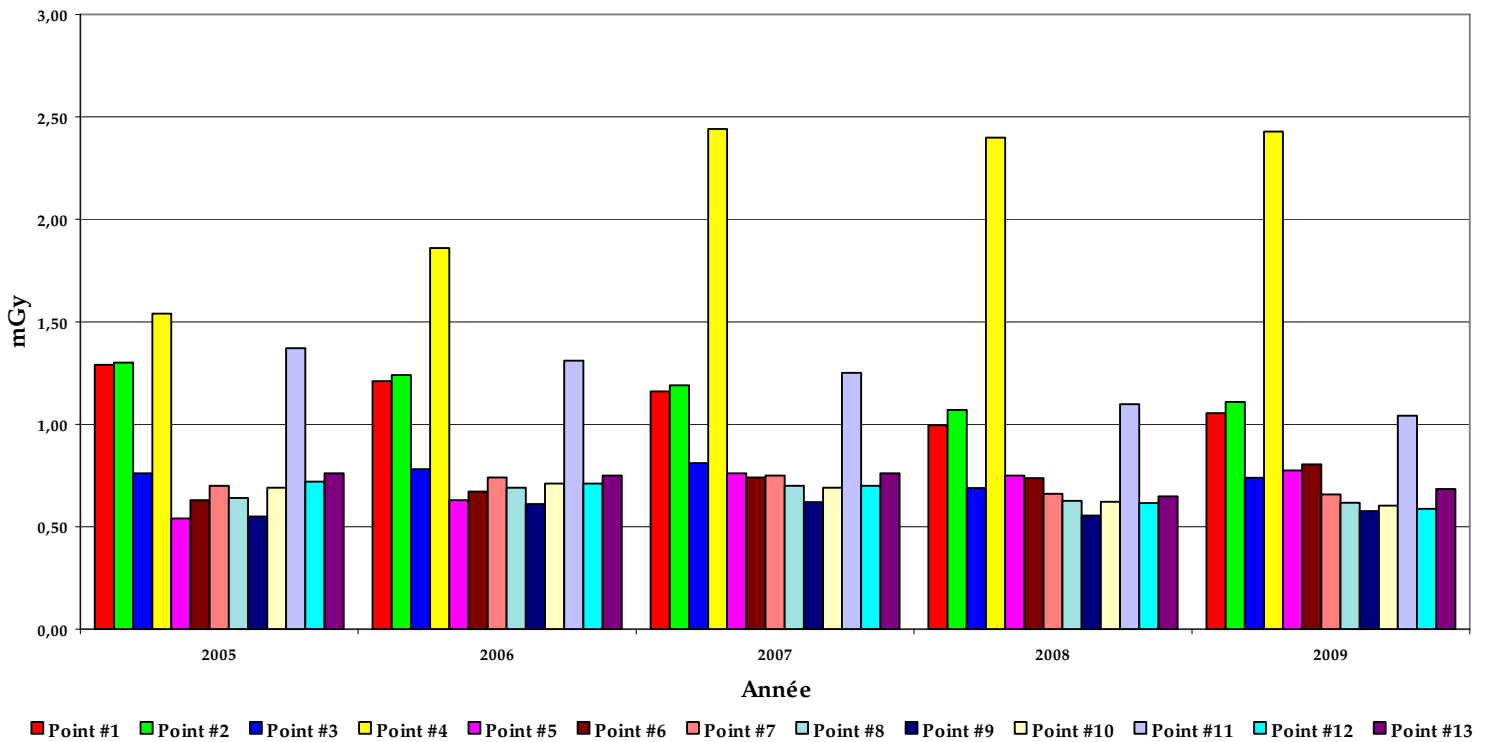
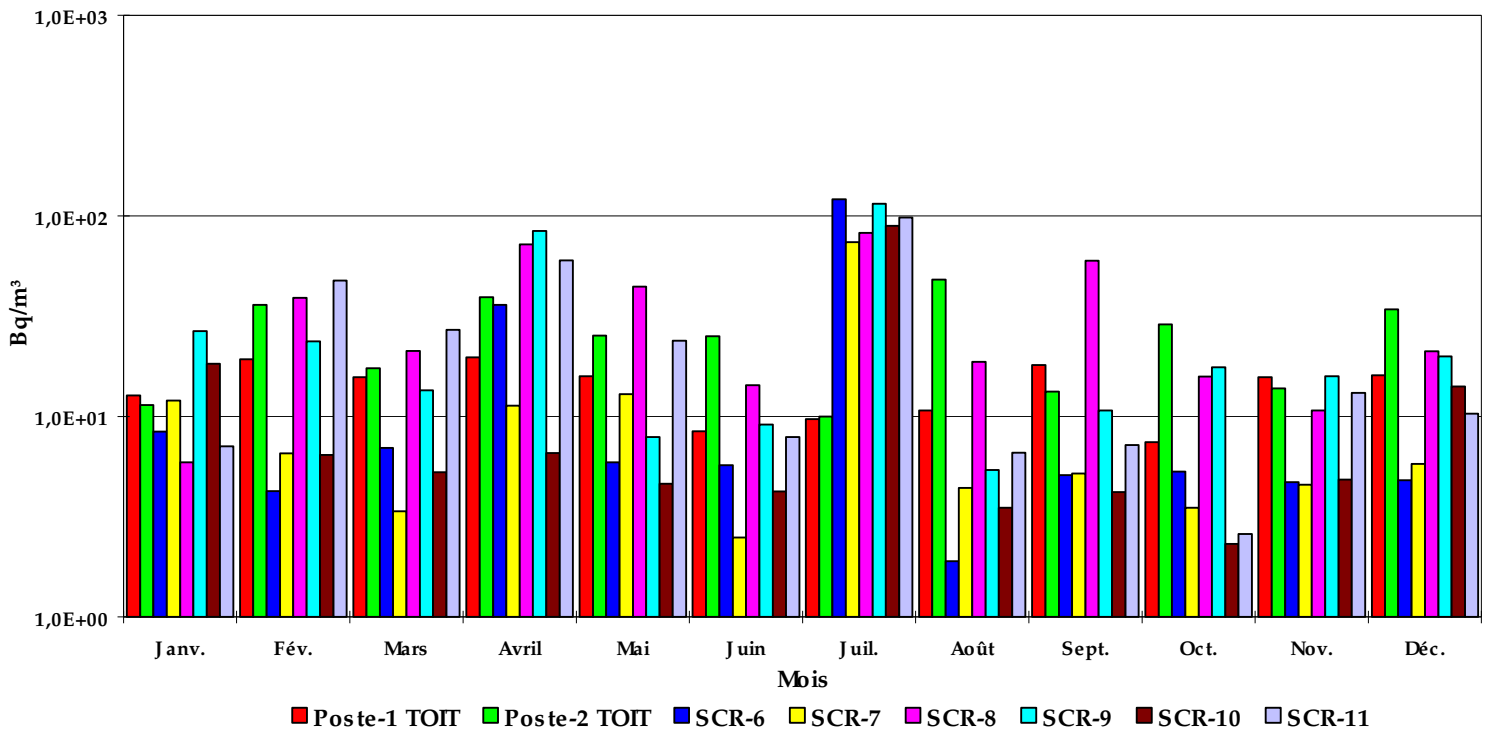


Figure 20: Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2005-2009

### **5.1.2. Tritium**

La figure 21 présente les valeurs mensuelles de concentration de tritium atmosphérique pour 2009, 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 22 détaille les mêmes résultats mensuels pour 2009 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 23 présente la concentration annuelle moyenne en tritium dans la région de Gentilly pour les années 2005-2009.

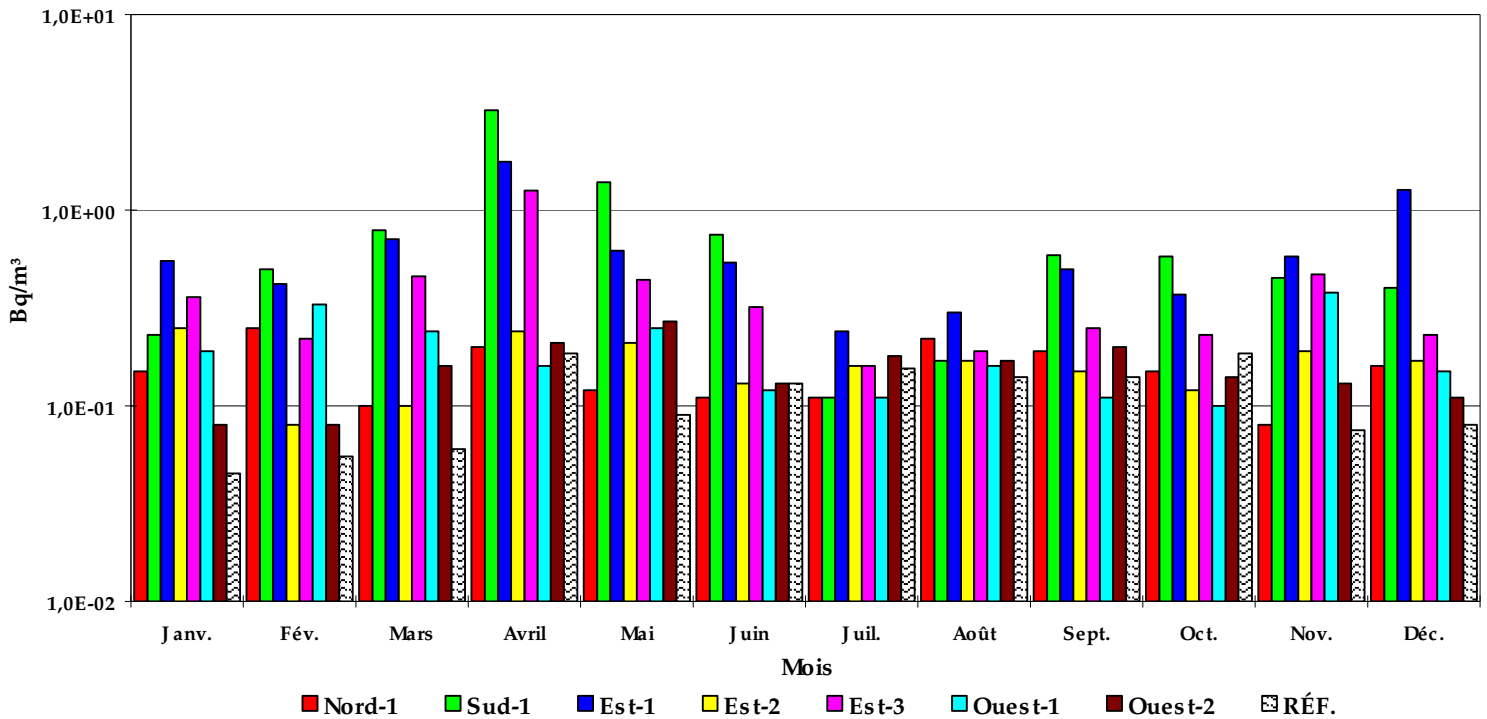
À la figure 21, il est possible d'isoler deux moments de l'année 2009 où des stations de contrôle radiologiques présentent des valeurs mensuelles de concentration atmosphérique de tritium plus élevées, celles des mois d'avril et de juillet. Parallèlement, le long arrêt d'exploitation de l'année 2009 aura débuté en toute fin du mois de mars pour se terminer en juillet. En ce qui concerne le début de l'arrêt d'exploitation, l'ouverture de certains systèmes pour entretien peut provoquer une augmentation perceptible des rejets aériens de tritium, comme le confirme d'ailleurs la valeur mensuelle d'avril 2009 de la figure 2. De même, un redémarrage de la centrale nucléaire pourrait également faire en sorte que des rejets plus élevés surviennent. Bien que la valeur mensuelle de juillet 2009 de la figure 21 semble refléter cette possibilité, les rejets mesurés à la cheminée pour la même période n'appuient cependant pas cette hypothèse.



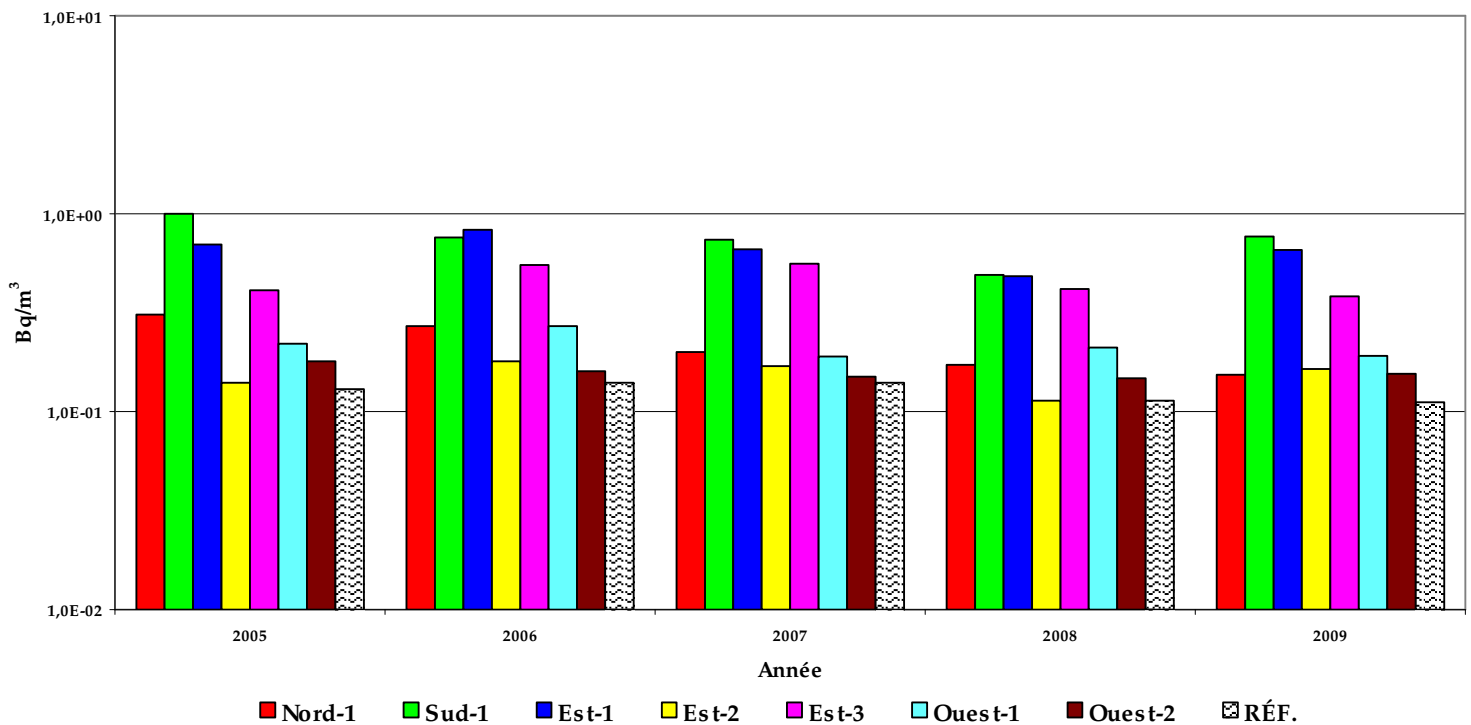
**Figure 21: Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux postes 1 et 2 et aux stations SCR-6 à SCR-11 (zone rapprochée) pour l'année 2009**

L'analyse des activités mensuelles en tritium atmosphérique de la figure 22 montre qu'en 2009, les concentrations de tritium ont varié, pour la zone rapprochée d'un rayon de 2 km de la centrale, de 1,90 à 120,90 Bq.m<sup>-3</sup> ainsi que de 0,08 à 3,24 Bq.m<sup>-3</sup> pour la région couverte par un rayon variant de 2 à 15 km. La comparaison des valeurs démontre de façon assez évidente la diminution importante de la concentration de tritium par la dispersion atmosphérique et la déposition rapide des rejets en zones d'exclusion et rapprochée.

Compte-tenu de l'origine des vents pour l'année 2009 présentée à la figure 39 mais également de la proximité du point d'émission principal, les concentrations atmosphériques mensuelles en tritium associées aux stations de la zone rapprochée se modulent de façon prévisible puisque les valeurs des SCR-8 et SCR-9 de même que celles de SCR-11 sont les plus élevées. Pour les stations de contrôle radiologique localisées dans le rayon de 2 à 15 km, les valeurs sont également celles attendues tel que le démontre la figure 23. La valeur annuelle moyenne la plus élevée est effectivement celle de la station Sud-1, station notamment utilisée dans notre estimation de dose radiologique aux membres du groupe critique (voir section 7.0).



**Figure 22: 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 2009**



**Figure 23: 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 2005-2009**

### **5.1.3. Carbone-14 atmosphérique**

La figure 24 présente les valeurs mensuelles de concentration de carbone-14 atmosphérique aux stations de contrôle de la zone rapprochée (carte 5) pour 2009. La figure 25 présente par ailleurs les moyennes annuelles aux mêmes stations pour les cinq dernières années.

Les variations de concentration de carbone-14 mesurée mensuellement ont atteint, en 2009, des valeurs maximale à  $11,43 \text{ Bq.g-C}^{-1}$  et minimale à  $0,17 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ . La littérature scientifique établit la concentration naturelle de carbone-14 atmosphérique aux environs de  $0,23 \text{ Bq.g-C}^{-1}$  (NCRP, 1985) ce qui corrobore la valeur moyenne annuelle de la station de référence qui en 2009 était de  $0,238 \text{ Bq.g-C}^{-1}$ . Les émissions de sources connues de carbone-14 sur le site de Gentilly ont été plutôt stables en 2009. Par ailleurs, les variations de concentration de carbone-14 atmosphérique les plus évidentes, celles s'étant produites aux mois de septembre et octobre pour les stations SCR-8 et SCR-9, sont expliquées par un rejet plus élevé à la cheminée couplé à des vents dominants d'origines NNO et SSO (près de 20%) durant cette même période, favorisant ainsi la dispersion des rejets en direction de ces deux stations de contrôle.

Les autres données mensuelles de concentration de carbone-14 sont conformes au scénario attendu pour l'année 2009. Les points de contrôle SCR-7, ASDR-1 et ASDR-4 sont ceux qui présentent les valeurs les plus élevées. Cette situation est connue depuis 2005, année de mise en place des points de mesure ASDR-1 et ASDR-4, faisant ainsi suite à la constatation d'une hausse significative des concentrations de carbone-14 à la station SCR-7.

Cette hausse de concentrations avait aussi été analysée par le Laboratoire de radioécologie de l'Université Laval (Barbeau et Groleau, 2006) 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 probables avaient été identifiées comme étant le remplacement du couvercle de la fosse C-7, mais également le dépôt de l'ancien couvercle à proximité de la station SCR-7 ainsi qu'une possible modification dans le taux de dégagement de carbone-14 de la fosse en tant que tel.

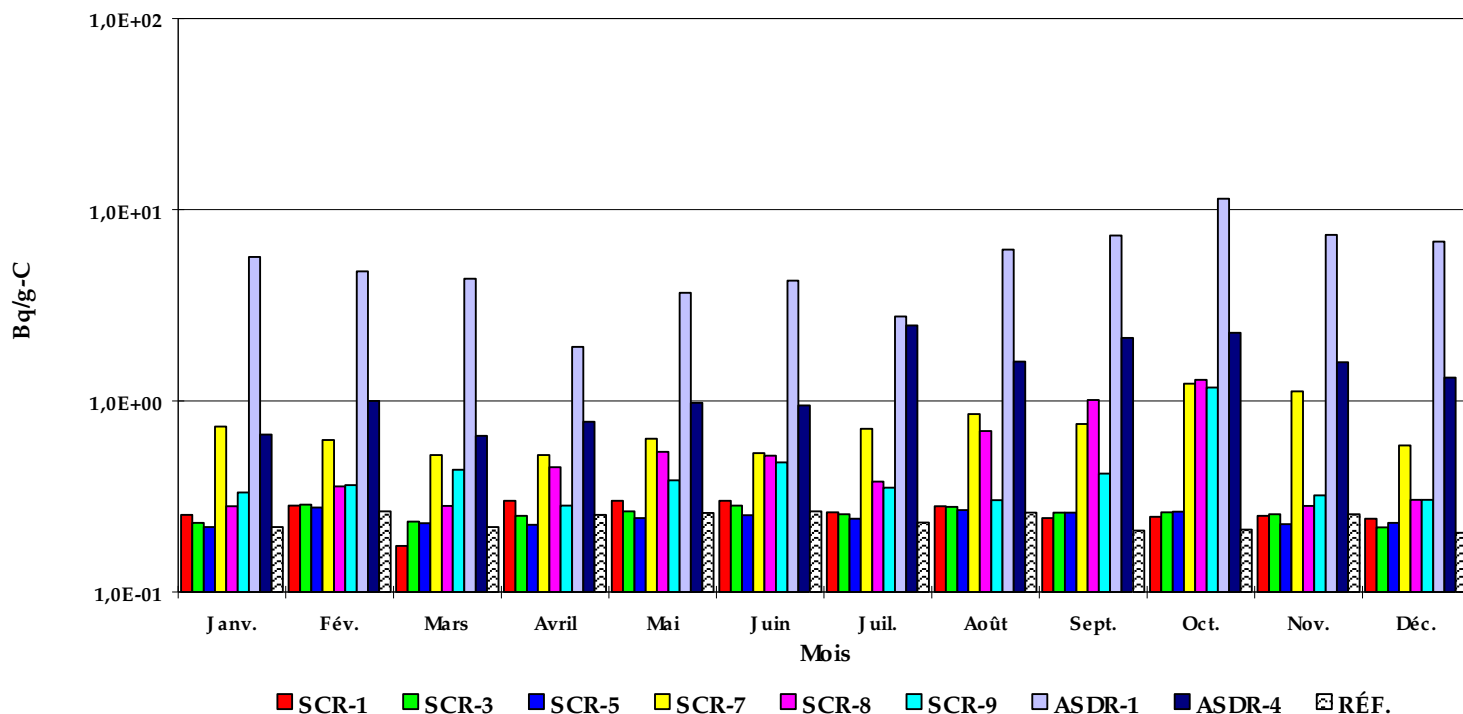


Figure 24: Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour l'année 2009

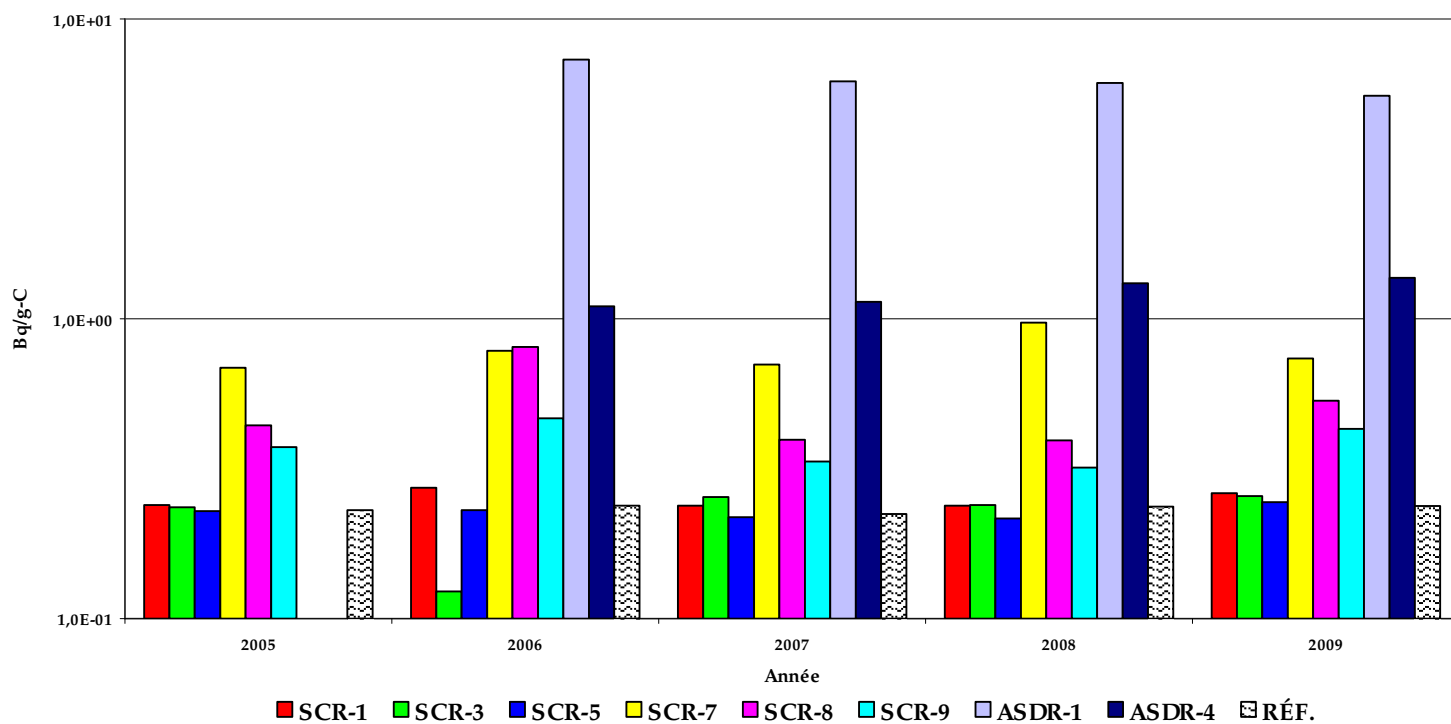


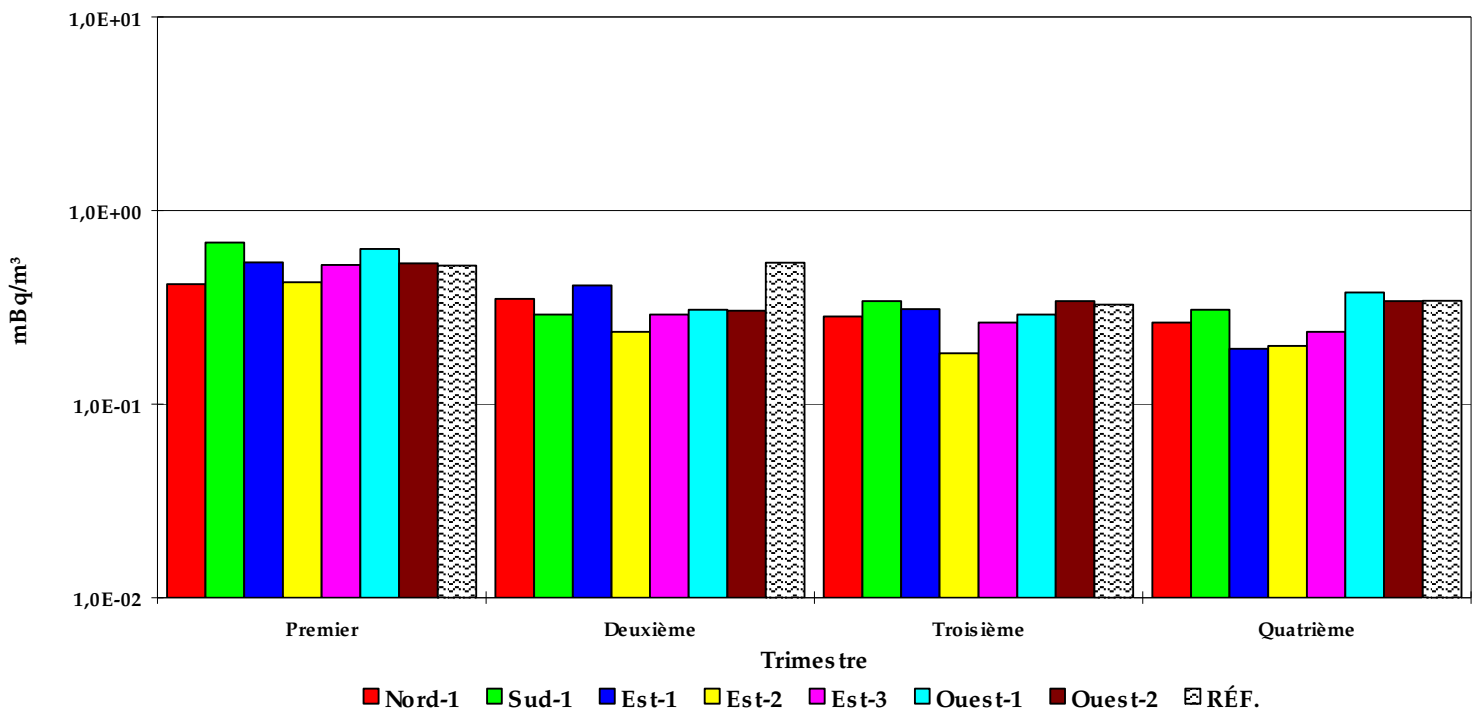
Figure 25: Moyenne annuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SCR-1-3-5-7-8-9, ASDR-1 et ASDR-4 (zone rapprochée) et de référence pour la période 2005-2009

À la figure 25, la comparaison des concentrations moyennes annuelles en carbone-14 atmosphérique des cinq dernières années dénote le statu quo depuis 2007, mises à part les légères hausses de valeurs des stations SCR-8 et SCR-9 de même que la diminution de celle de SCR-7 pour l'année 2009. Le rapport annuel de surveillance de l'environnement du site de Gentilly 2008 (Hydro-Québec, 2009b) abordait déjà cette diminution appréhendée pour l'année 2009 puisque des travaux d'enveloppement et de transfert de l'ancien couvercle de la fosse C-7, dans un module de stockage de l'IGDRS, devaient se tenir en cours d'année, travaux qui ont effectivement été réalisés. D'autre part, les faibles hausses de valeurs aux stations de contrôle SCR-8 et SCR-9 sont proportionnelles à la hausse de la valeur annuelle d'activité en carbone-14 à la cheminée du bâtiment réacteur, ces deux stations étant les plus rapprochées de ce point principal de rejets aériens.

### 5.1.4. Aérosols

La figure 26 présente par trimestre, les valeurs moyennes d'activité bêta-total contenue dans les aérosols prélevés aux stations de contrôle radiologique localisées de telle sorte qu'elles couvrent l'ensemble des points cardinaux d'une distance de 2 à 15 km de rayon (carte 2).

En 2009, toutes les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta-total mesurée aux sept points de contrôle sont toutes du même ordre que celle observée à la station de référence pour la même année. Qui plus est, toutes ces valeurs trimestrielles sont inférieures au seuil de concentration de  $1 \text{ mBq.m}^{-3}$ . Sur une base annuelle, la valeur moyenne de concentration d'activité bêta-total de la station de référence est pratiquement égale à la valeur annuelle moyenne la plus élevée des sept points de contrôle en place, le point Sud-1 à  $0,4 \text{ mBq.m}^{-3}$ . Autrement, les variations de valeurs trimestrielles de la figure 26 sont faibles et ne peuvent être associées à un événement spécifique d'exploitation de la centrale Gentilly-2 en 2009.

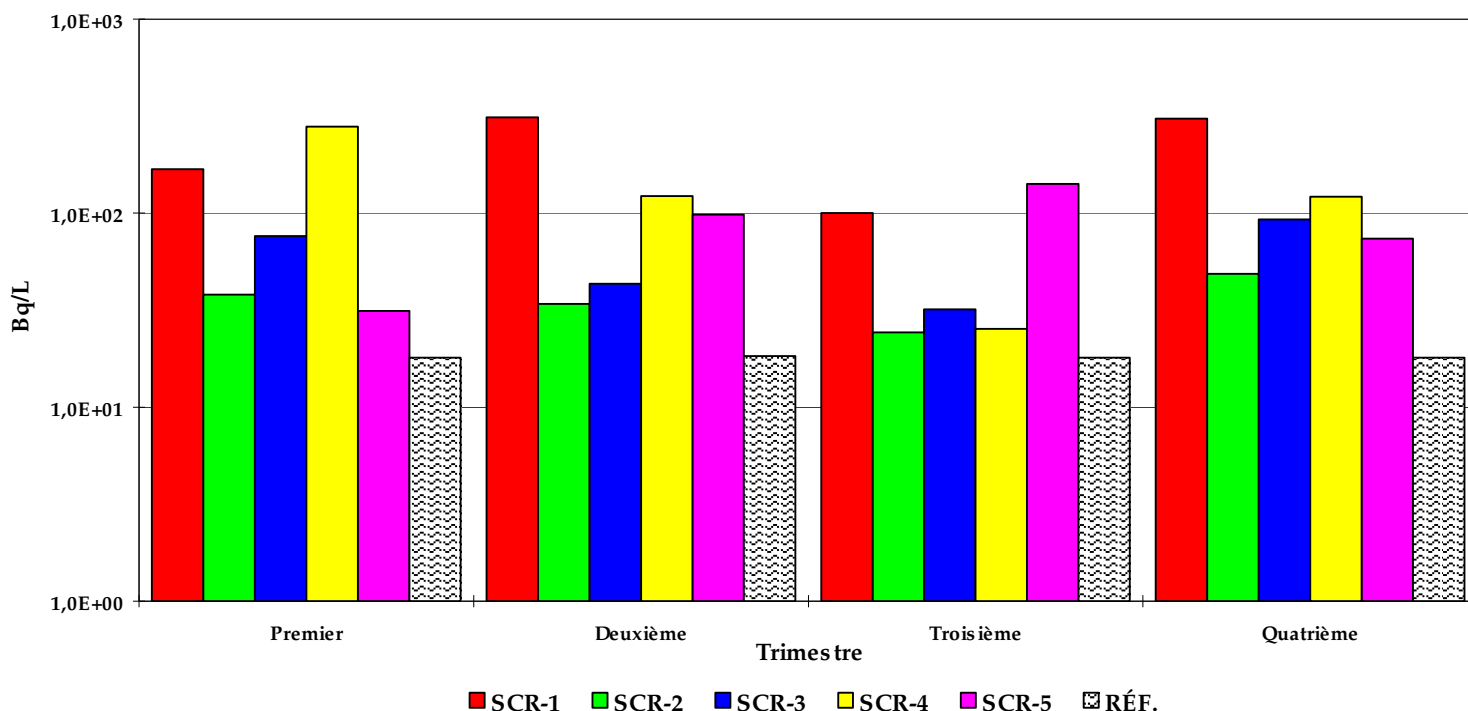


**Figure 26: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux stations Nord-1, Sud-1, Est-1 à 3, Ouest-1 et 2 et de référence pour l'année 2009**

## 5.2. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

### 5.2.1. Précipitations

La figure 27 présente les moyennes trimestrielles de concentration de tritium mesurée dans les précipitations de la zone rapprochée en 2009. La figure 28 expose les valeurs moyennes trimestrielles d'activité bêta-total mesurée dans les précipitations de la même zone en 2009.

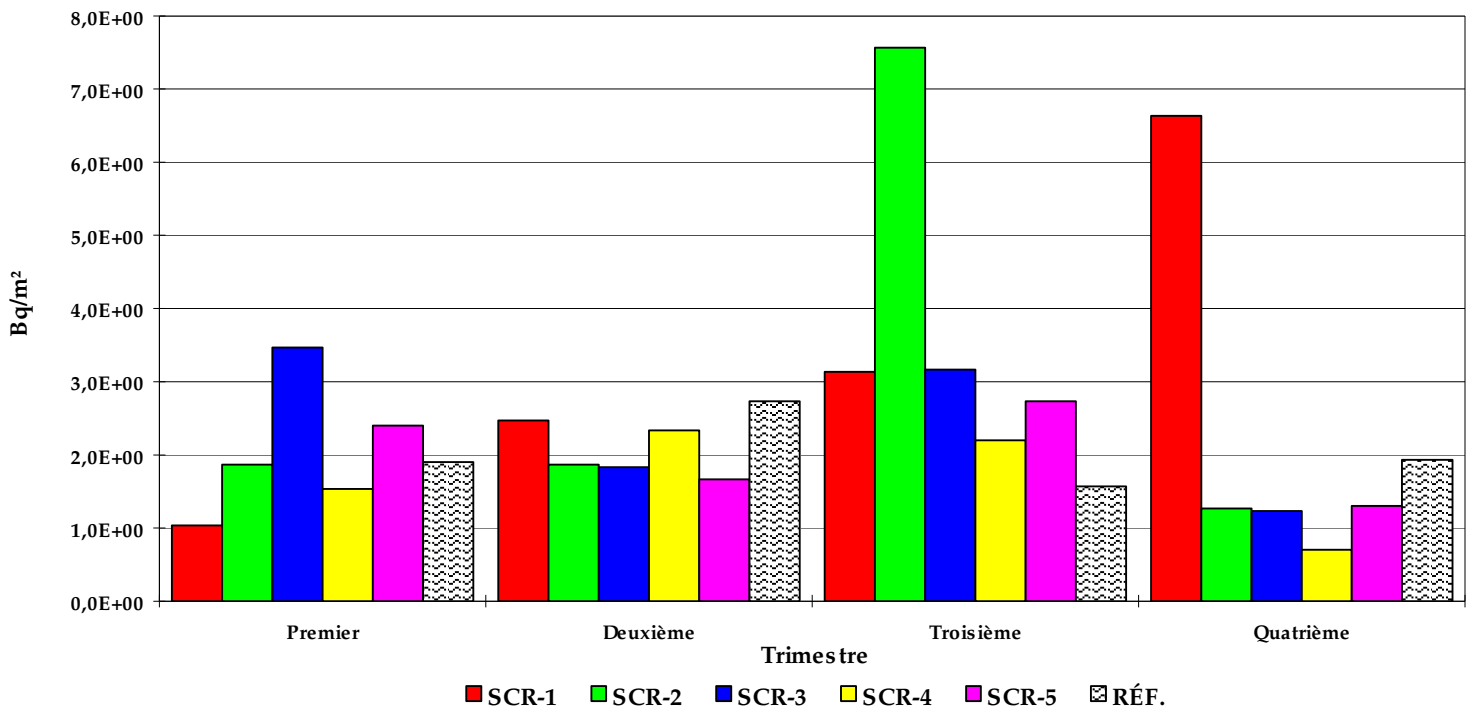


**Figure 27: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2009**

Sur l'ensemble des stations de contrôle radiologique dédiées au suivi des précipitations, la concentration maximale de tritium mesurée, sur une base mensuelle, a été de 590 Bq.L<sup>-1</sup>. Quant à la valeur trimestrielle la plus élevée pour l'année 2009, elle est de 312 Bq.L<sup>-1</sup> et a été mesurée au second trimestre. Dans ces deux cas, les valeurs maximales proviennent de la station de contrôle SCR-1, qui des cinq stations est celle la plus rapprochée du point d'émission principal. En 2009, les constats posés sont toujours à l'effet que les valeurs annuelles moyennes de toute autre station sont significativement moins élevées que celle de la station SCR-1. La figure 28 relative aux moyennes trimestrielles d'activité bêta-total dans les précipitations montre une distribution de données plutôt usuelle sauf en ce qui concerne les troisième et quatrième trimestres des stations SCR-2 et SCR-1, respectivement.

Dans le cas de la station SCR-2, les concentrations mensuelles d'août et septembre sont supérieures à la normale et pourraient possiblement être conséquentes des rejets inhabituels de cette même période, notamment une faible concentration en iode-131, tel que discuté auparavant. Pour les résultats plus élevés des mois d'octobre et de novembre de la station SCR-1, l'explication résiderait plutôt dans le profil des vents qui, pour ces deux mois, ont été d'ouest pour 8% des relevés.

La hausse des valeurs de cette station est également ressentie au niveau des concentrations de tritium du quatrième trimestre ce qui appuie cette hypothèse. On note finalement que les volumes de précipitations les plus élevés de l'année 2009 l'ont été au troisième trimestre, ensuite suivis du quatrième trimestre, un facteur pouvant influencer les valeurs de la figure 28.



**Figure 28: Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les précipitations aux stations SCR-1 à SCR-5 et de référence pour l'année 2009**

### 5.2.2. *Eaux de surface*

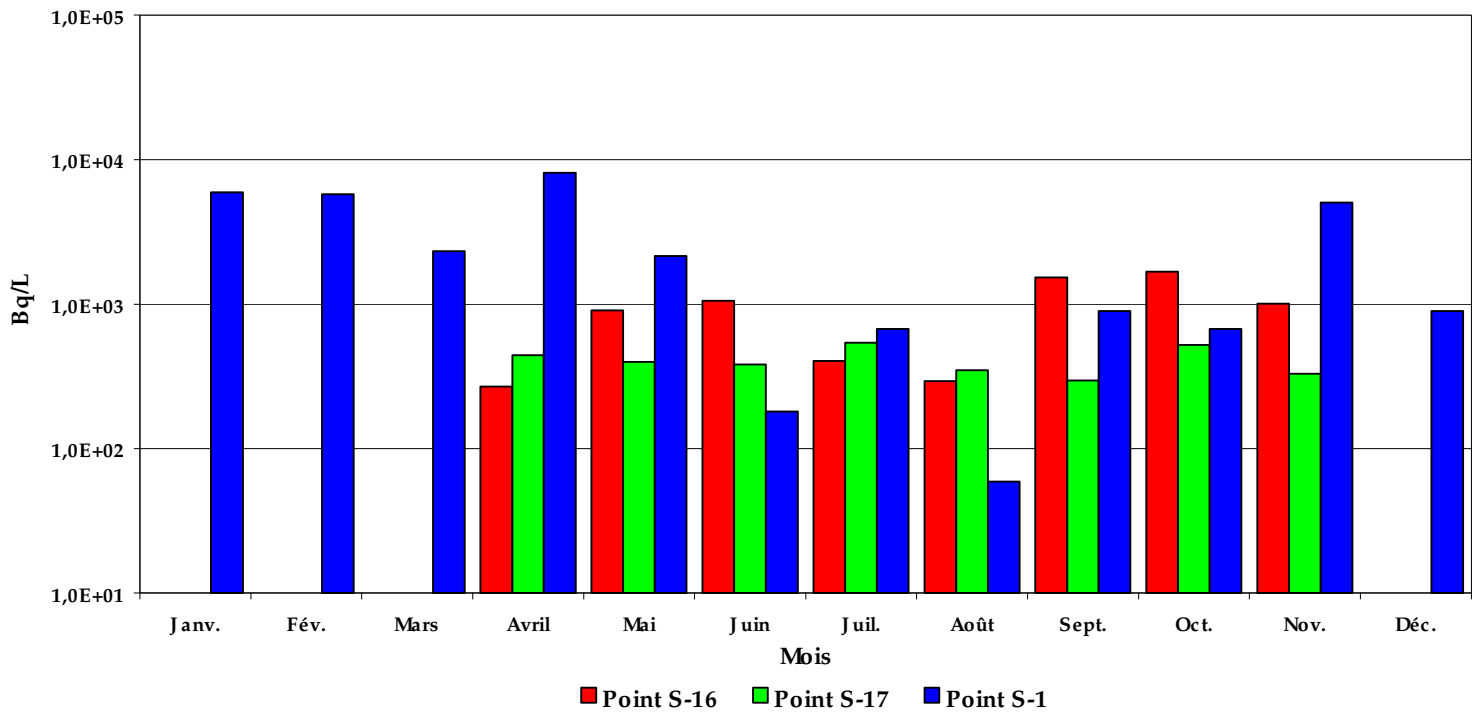
La figure 29 présente les résultats mensuels 2009 de concentration de tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et l'ASSCI pour l'année 2009. La figure 30 présente les résultats annuels moyens de tritium, aux mêmes endroits, pour les cinq dernières années. La figure 31 montre les valeurs mensuelles d'activité bêta-total des échantillons composites d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique autour de l'ASDR en 2009 tandis que la figure 32 reprend les valeurs mensuelles moyennes de ce même paramètre aux environs de l'ASSCI, pour la même année.

L'analyse des données de concentration de tritium dans les eaux de surface de 2009 montre très peu de changements comparativement au portrait de l'année précédente, le point S-1 étant toujours celui montrant les valeurs les plus élevées. Une valeur mensuelle se démarque cependant des autres, celle du mois d'avril au point S-1 (voir carte 6), à 8 091 Bq.L<sup>-1</sup>. La revue du contexte entourant cette valeur permet de dégager trois facteurs ayant contribué à cette valeur élevée. D'une part, l'activité mensuelle en tritium du mois d'avril 2009 liée aux rejets atmosphériques à la cheminée du bâtiment réacteur fut la plus élevée de l'année.

D'autre part, la position du point de contrôle S-1 relativement à la cheminée de même que le profil de vents du mois d'avril ont contribué au transport de ces rejets plus élevés vers ce point de mesure. Les vents ont soufflé dans la direction du point S-1 pour plus de 30% des occurrences. Finalement, les températures d'avril ont aussi causé la fonte importante de la neige au sol.

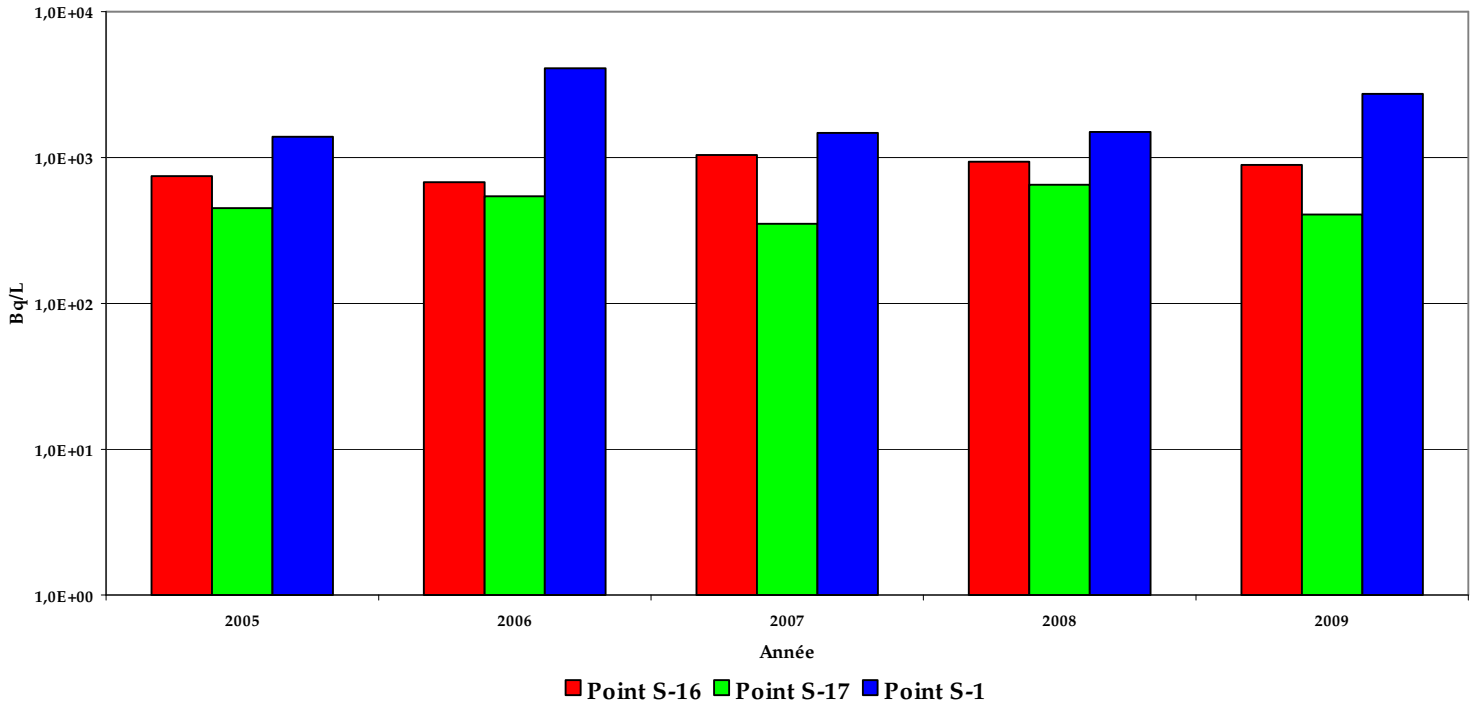
Outre cette valeur inhabituelle d'avril 2009, toutes les autres concentrations de tritium en eau de surface sont demeurées en deçà de la concentration maximale permise dans l'eau potable (7 000 Bq.L<sup>-1</sup>). À ce sujet, la carte 9 présente le schéma d'écoulement des eaux de surface de même que les réseaux de drainage pluviaux au site de Gentilly.

En 2009, les concentrations de tritium ont également été mesurées dans 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 2009, l'activité en tritium dans l'eau du fleuve Saint-Laurent était sous la limite de détection (19 Bq.L<sup>-1</sup>) pour tous les échantillons prélevés, au nombre de neuf, dans les mois de juillet, août et octobre. Il est à noter que pour les différentes périodes de l'année 2009 où des prélèvements ont été effectués au fleuve, seuls ceux de juillet l'ont été en période d'arrêt du réacteur, ce qui ne signifie cependant en rien que des rejets radiologiques liquides ne puissent être déversés au fleuve.



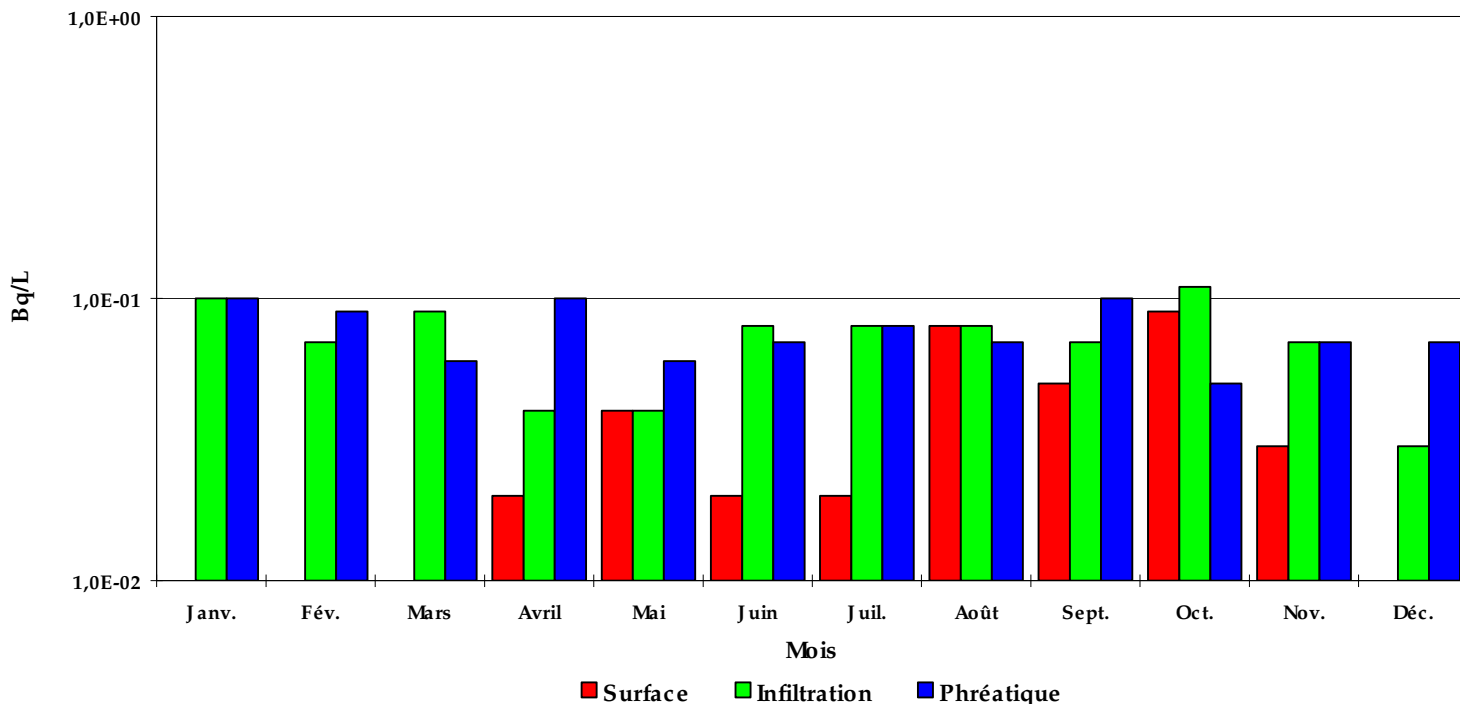
**Figure 29: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et de l'ASSCI pour l'année 2009**

La figure 30 dépeint quant à elle un portrait passablement stable au fil des ans des teneurs en tritium dans les eaux de surface de la zone d'exclusion du site de Gentilly. En 2009, la seule hausse constatée fut celle du point S-1. La situation d'avril discutée précédemment n'est pas étrangère à ce constat et se répercute dans cette hausse de la valeur annuelle.



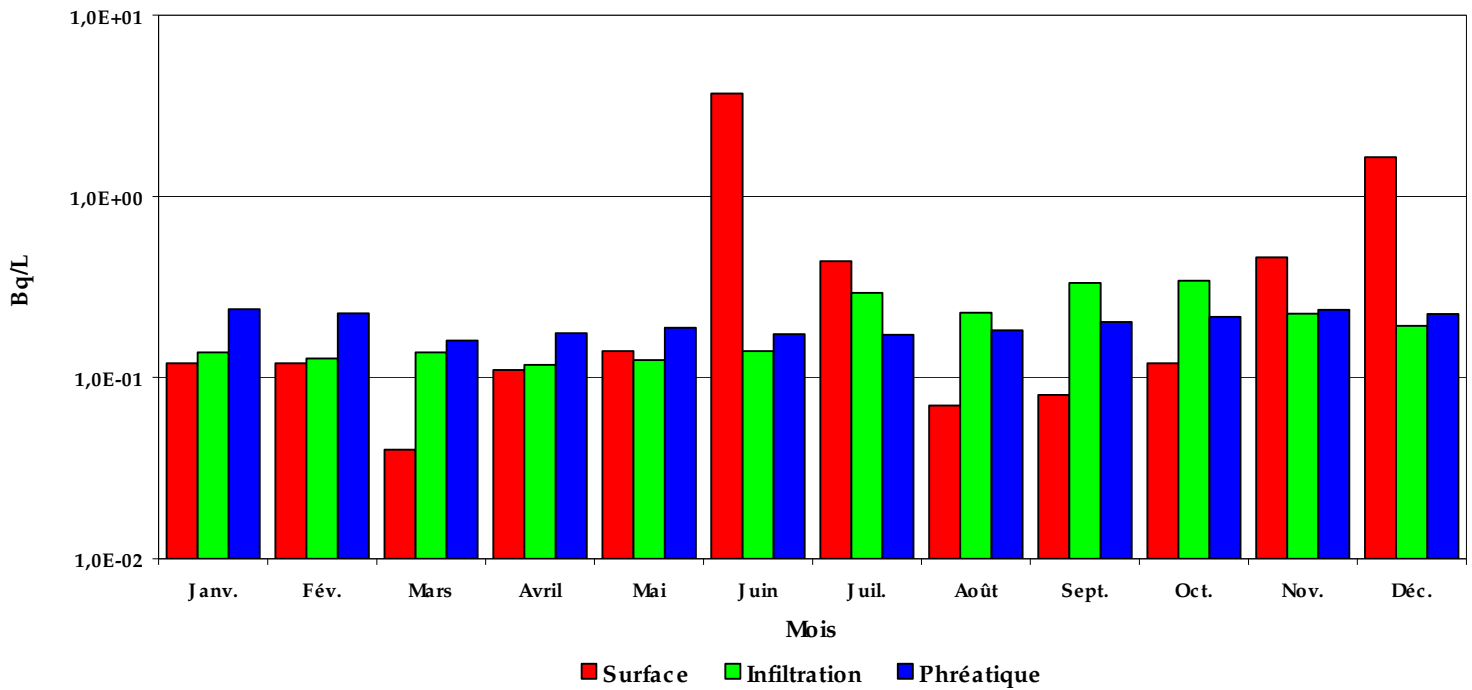
**Figure 30: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR et l'ASSCI pour la période 2005-2009**

La figure 31 montre que tous 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 se situent dans le même ordre de grandeur que ceux généralement retrouvés dans les cours d'eau naturels, dont la valeur peut varier entre 0,005 et 0,2 Bq.L<sup>-1</sup> (McDougall, 2007). Bien qu'elles soient de faible activité, les valeurs qui montrent les variations les plus marquées sont effectivement celles des eaux de surface puisque ce sont les eaux les plus sujettes à la déposition atmosphérique des différents radioéléments émis à la cheminée principale.



**Figure 31: 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 2009**

Pour ces mêmes trois types d'échantillons d'eau, les résultats mensuels de l'année 2009 à l'ASSCI paraissent à la figure 32. Deux valeurs y ressortent de façon plus évidente. Ce sont celles de juin et de décembre pour l'eau de surface de l'ASSCI où la valeur maximale atteinte fut de 3,70 Bq.L<sup>-1</sup>. Bien que ce ne soit pas là des valeurs attendues, il semble que ces deux événements n'aient pas de lien entre eux et qu'ils ne soient qu'épisodiques. Dans les deux cas un retour à la normale a été constaté dès le mois suivant puisque la valeur du mois de janvier 2010 pour l'eau de surface de l'ASSCI, n'apparaissant actuellement pas à la figure 32, fut de 0,27 Bq.L<sup>-1</sup>. Bien qu'une attention particulière sera portée à ce sujet en 2010, il importe de constater que les eaux d'infiltration et de la nappe phréatique n'ont pas été touchées par ces variations. Bien qu'une validation faite avec le technicien responsable de l'échantillonnage n'a pas permis d'isoler une quelconque erreur, il n'est pas exclu qu'une contamination d'échantillons ait été la cause de ces deux valeurs plus élevées. Les autres valeurs sont légèrement plus élevées qu'à l'ASDR mais tout de même toutes sous un seuil de concentration de 1 Bq.L<sup>-1</sup>.

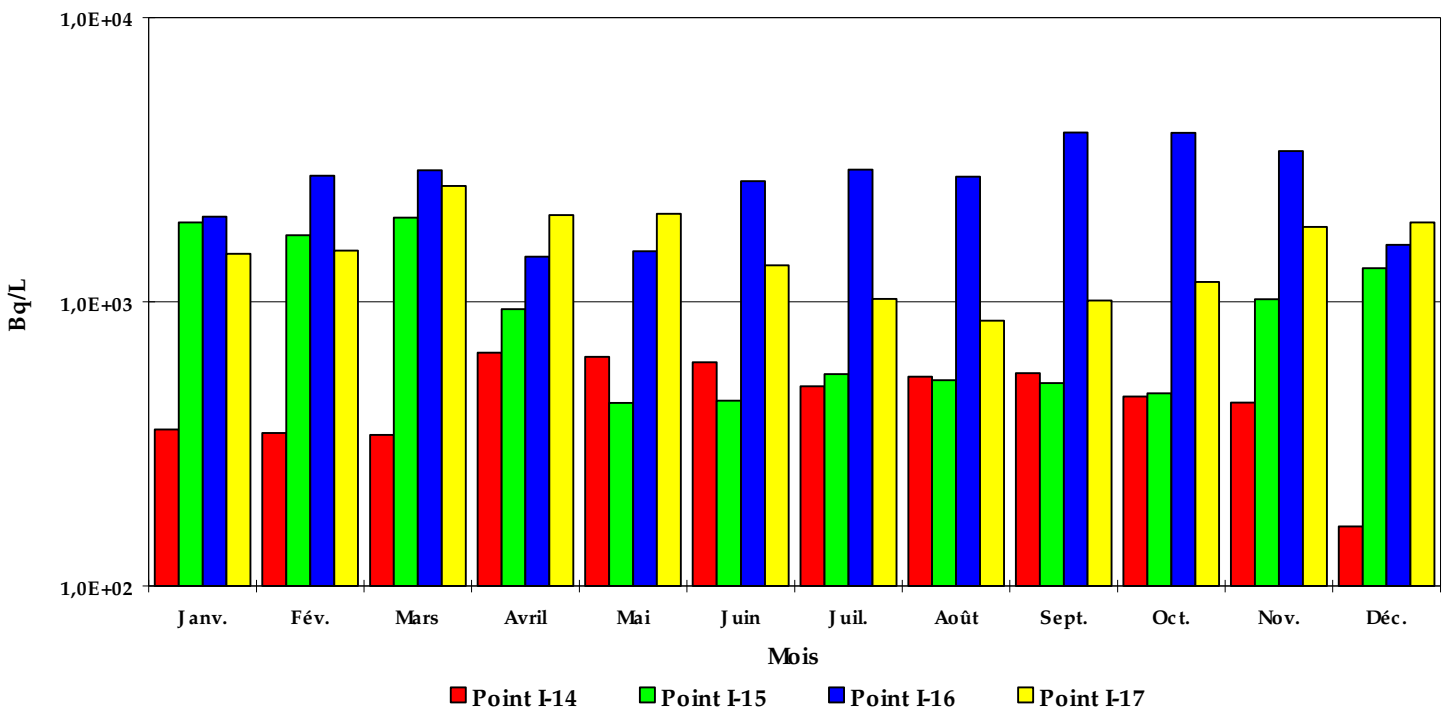


**Figure 32: Moyenne mensuelle de l'activité bêta-total dans les eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2009**

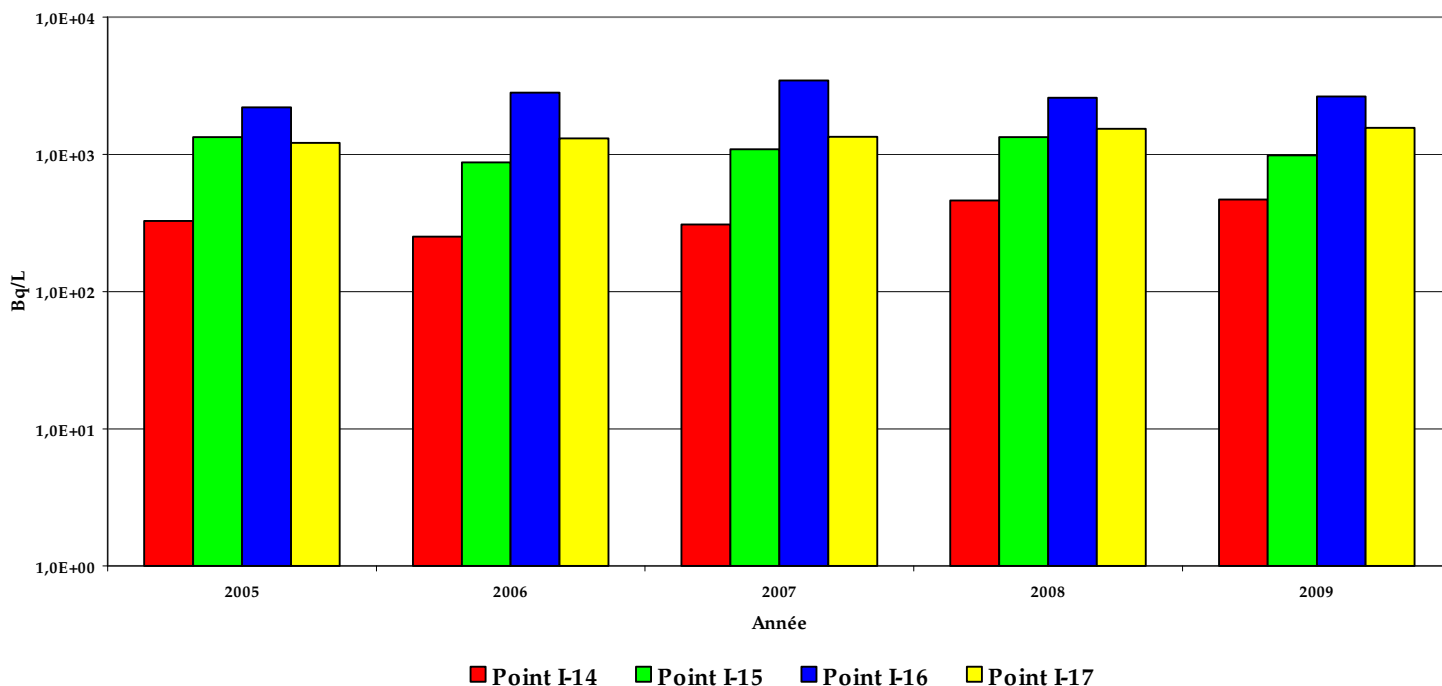
### 5.2.3. Eaux d'infiltration

La figure 33 présente les résultats mensuels d'activité en tritium dans les échantillons d'eau d'infiltration à l'ASDR pour l'année 2009 (carte 6). La figure 34 montre les concentrations annuelles moyennes dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour les cinq dernières années.

Sur le site de Gentilly, le sens d'écoulement des eaux d'infiltration et souterraines à proximité de l'ASDR est bien connu et documenté. Elles y migrent selon un axe nord-est vers sud-ouest pour finalement ressurgir au fleuve Saint-Laurent, légèrement en amont de la station de pompage du site de Gentilly (Hydro-Québec, 1981). Ce sont quatre structures dédiées aux eaux d'infiltration, localisées de façon à intercepter toutes les eaux transitant à proximité de l'ASDR, qui sont actuellement suivies (carte 6). Au niveau de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration, on peut ainsi remarquer la tendance qui se répète de longue date, à savoir qu'en général les valeurs augmentent du point I-14 au point I-16. La concentration mensuelle la plus élevée de 2009 a été tirée du piézomètre I-16 à une valeur de 3 947 Bq.L<sup>-1</sup>. Il s'agit là d'une valeur attendue à cet ouvrage, dont les valeurs les plus élevées s'observent en période automnale. Les concentrations annuelles moyennes de tritium dans l'eau d'infiltration près de l'ASDR sont d'une grande stabilité depuis plusieurs années. Comparés aux quatre années précédentes, les résultats 2009 ne démontrent aucune variation qui ne doive être analysée plus en profondeur.



**Figure 33: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR pour l'année 2009**

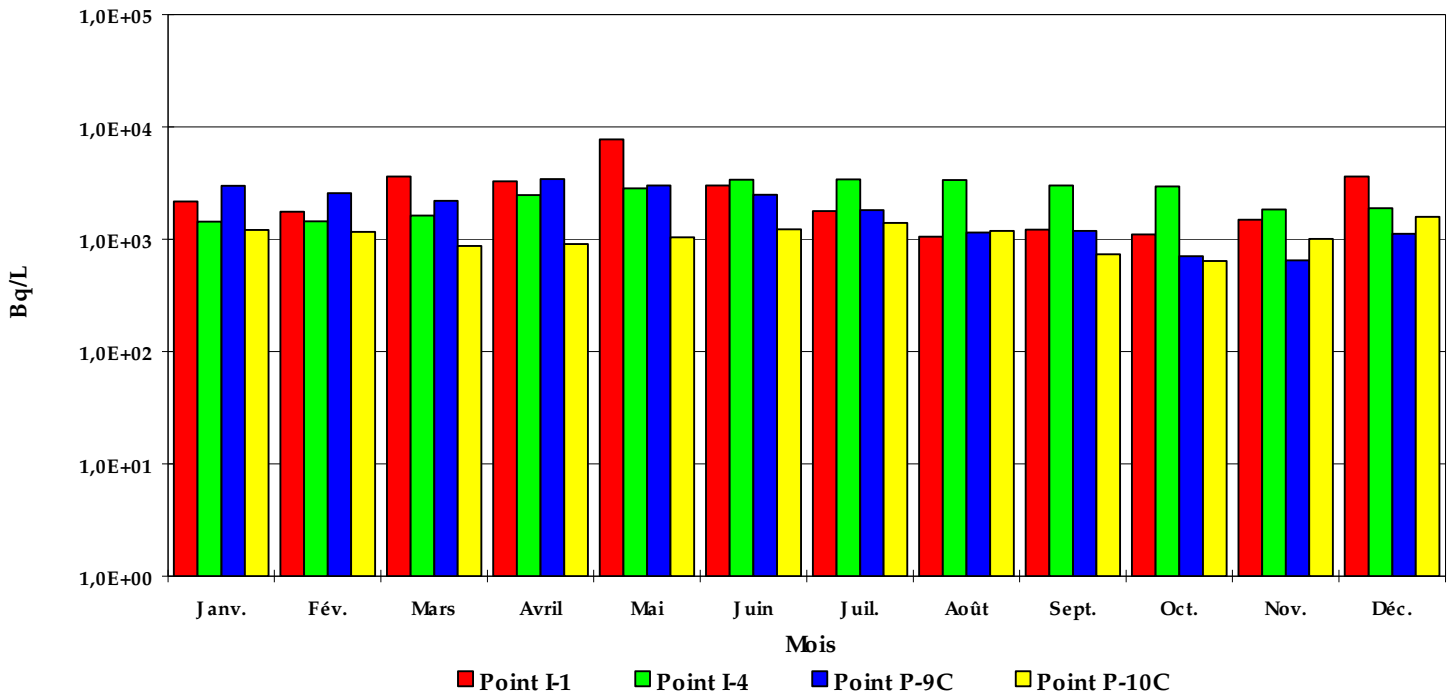


**Figure 34: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSDR pour la période 2005-2009**

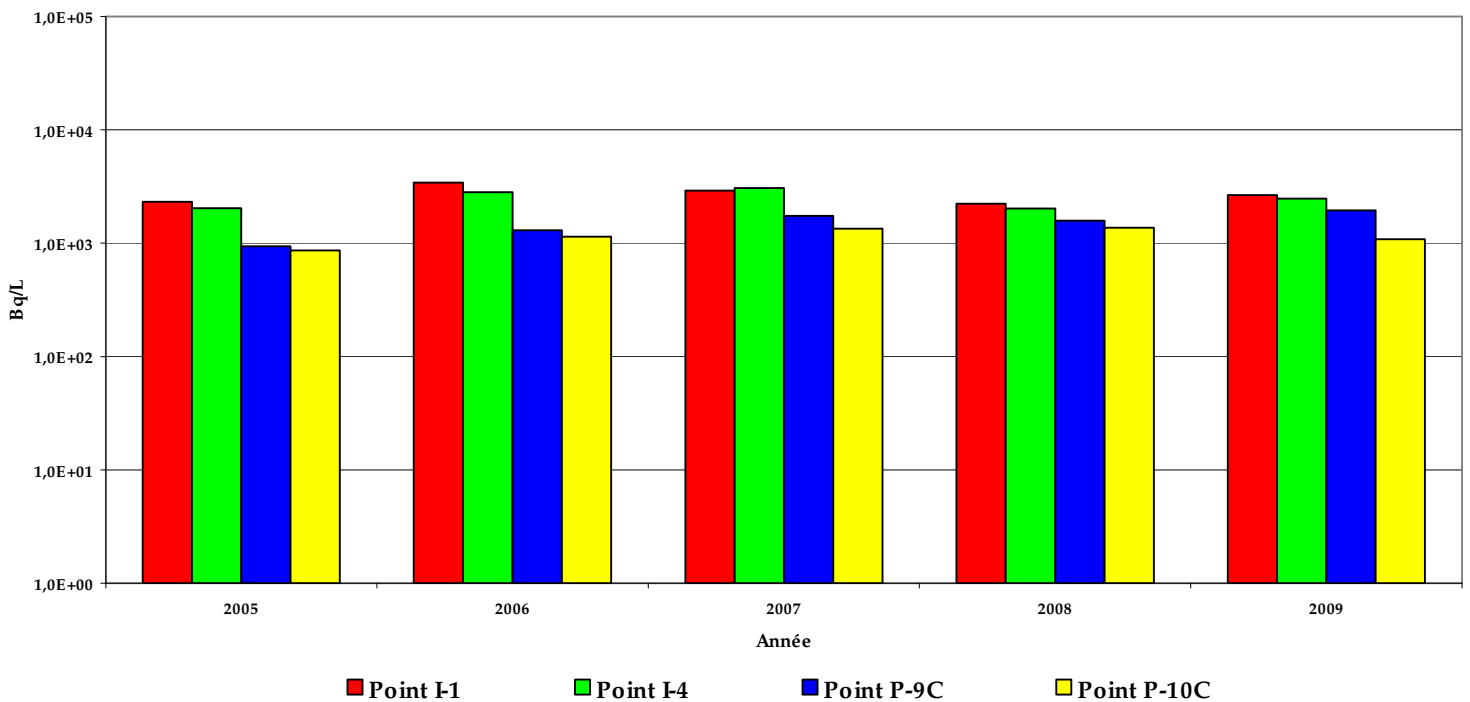
La figure 35 présente l'activité en tritium dans les échantillons mensuels d'eau d'infiltration à l'ASSCI pour l'année 2009 (carte 7). La figure 36 reprend les concentrations annuelles moyennes de tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour les cinq dernières années.

Au niveau des relevés de concentration de tritium dans l'eau d'infiltration prélevée à l'ASSCI, présentés à la figure 35, le programme de surveillance radiologique de l'environnement compte aussi quatre différents points de contrôle. Outre quelques valeurs mensuelles issues de la structure I-1, située à proximité du point bas de l'aire de stockage, toutes les concentrations relevées sont sans grande variation en 2009 et sont dans un intervalle bien connu. La valeur la plus élevée, celle associée au piézomètre I-1 pour le mois de mai 2009, est de 7 737 Bq.L<sup>-1</sup>. C'est en fait la seule valeur individuelle supérieure à la norme de l'eau potable (7 000 Bq.L<sup>-1</sup>) sur l'ensemble des 48 échantillons. Cet échantillon fut d'ailleurs prélevé au moment où l'eau de fonte des neiges accumulées sur la surface ait pu s'infiltrer, avec un certain décalage dans le temps, dans le premier horizon des dépôts meubles du site, entraînant du coup des concentrations de tritium légèrement plus élevées aux différents ouvrages de suivi d'eau d'infiltration.

Par ailleurs, les concentrations annuelles moyennes de tritium de chacun des quatre points de mesures localisés autour de l'ASSCI (carte 7) montrent une grande stabilité depuis 1996.



**Figure 35: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour l'année 2009**



**Figure 36: Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASSCI pour la période 2005-2009**

#### 5.2.4. Eaux de la nappe phréatique

##### 5.2.4.1. Paramètres physico-chimiques

En ce qui concerne les résultats physico-chimiques, les piézomètres suivants sont suivi : (P5, P7, P22, P31, P36, PX, PY). Le tableau suivant présente la moyenne des résultats par horizon.

**Tableau 14. Résultats (moyennes) physico-chimiques des eaux souterraines pour les horizons A, B et C, Gentilly-2, 2009.**

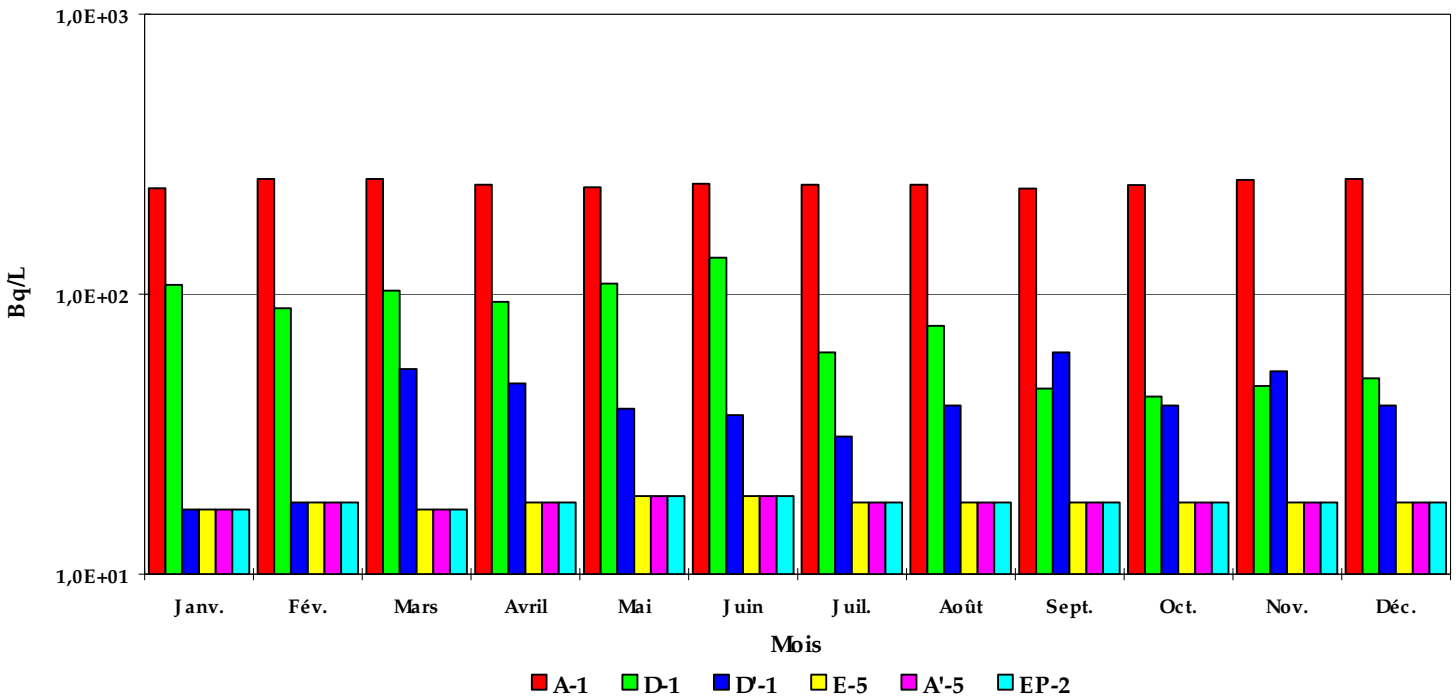
Paramètres	Critères	Moyennes annuelles		
		Horizon A	Horizon B	Horizon C
Alcalinité (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	701,79	502,57	303,36
Aluminium (mg.L <sup>-1</sup> )	0,75 mg.L <sup>-1</sup>	3,12	2,27	5,10
Barium (mg.L <sup>-1</sup> )	5,3 mg.L <sup>-1</sup>	2,18	0,11	0,08
Bore (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	0,68	0,46	0,17
C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	0,10	0,10	<0,1
Cadmium (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0021 mg.L <sup>-1</sup>	<0,0009	<0,0009	<0,0009
Calcium (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	11,80	29,51	95,93
Chlorures (mg.L <sup>-1</sup> )	860 mg.L <sup>-1</sup>	1687,52	300,57	39,23
Chrome (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	<0,002	<0,002	<0,002
Cobalt (mg.L <sup>-1</sup> )	0,5 mg.L <sup>-1</sup>	<0,0008	<0,0008	<0,0008
Conductivité (µS/cm)	NA	4221,43	2298,57	810,71
COT (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	36,69	6,33	3,53
Cuivre (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0073 mg.L <sup>-1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001
Magnésium (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	14,11	13,36	20,42
Manganèse (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	<0,001	0,26	0,58
Nickel (mg.L <sup>-1</sup> )	0,260 mg.L <sup>-1</sup>	0,09	<0,003	0,01
Nitrates (mg.L <sup>-1</sup> )	200 mg.L <sup>-1</sup>	0,45	0,63	0,65
Nitrites (mg.L <sup>-1</sup> )	0,06 mg.L <sup>-1</sup>	0,07	0,06	<0,01
pH	5,5 – 9,5	8,48	8,26	7,80
Phosphores (mg.L <sup>-1</sup> )	3,0 mg.L <sup>-1</sup>	1,04	1,23	1,12
Plomb (mg.L <sup>-1</sup> )	0,034 mg.L <sup>-1</sup>	<0,003	<0,002	<0,002
Potassium (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	4,70	6,28	6,37
Sodium (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	705,72	359,71	45,41
Sulfates (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	140,97	197,04	176,99
Titane (mg.L <sup>-1</sup> )	NA	0,004	0,003	<0,0004
Zinc (mg.L <sup>-1</sup> )	0,067 mg.L <sup>-1</sup>	<0,002	0,01	<0,002

Aucun dépassement de critère n'a été mesuré sauf en ce qui concerne les chlorures (horizon A, piézomètre à l'ASDR) et l'aluminium (horizons A, B et C dans l'ensemble des piézomètres), dont les hautes teneurs s'expliquent par des concentrations naturelles élevées déjà présentes sur le site (Barbeau, 2006).

#### 5.2.4.2. *Tritium*

La figure 37 présente les résultats des analyses mensuelles de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique en différents endroits pour l'année 2009. Cette portion du suivi regroupe les six points suivants; A-1, D-1, D'-1, E-5, EP-2 et A'-5 (carte 2). La figure 38 présente quant à elle les valeurs mensuelles d'activité de tritium dans la nappe phréatique mesurée à d'autres points de prélèvement en 2009, tous localisés à l'ASSCI.

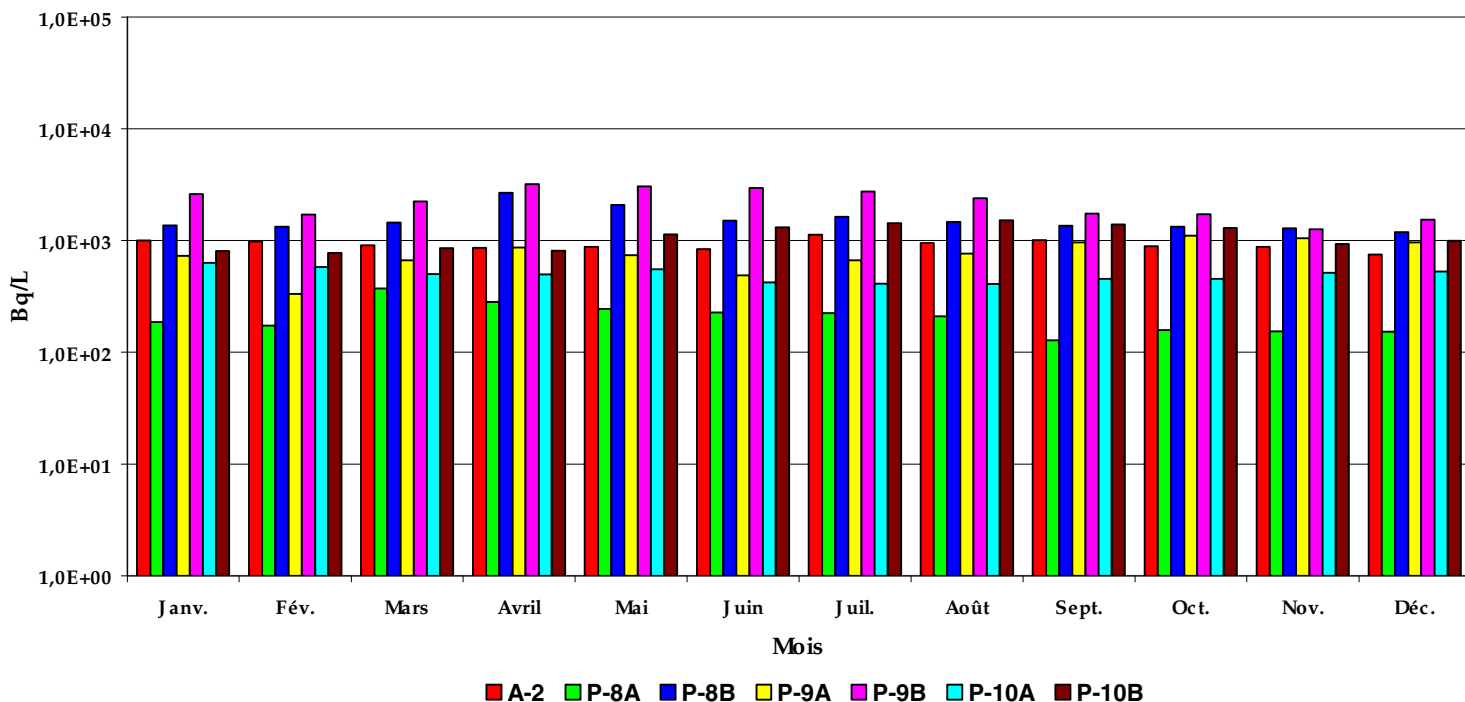
Les trois ouvrages de suivi de l'eau souterraine que sont les points A'-5, E-5 et EP-2 sont tous localisés hors de la zone d'exclusion du site de Gentilly. Ces puits sont très représentatifs des impacts que pourraient avoir les différents rejets de la centrale Gentilly-2 au niveau de la qualité de la nappe phréatique pour d'autres propriétés sises hors-site. Or, pour l'année 2009, toutes les valeurs mensuelles d'activité en tritium dans l'eau de ces ouvrages sont sous les valeurs de détection rapportées ( $19 \text{ Bq.L}^{-1}$ ) et il en va de même depuis plusieurs années. Concernant l'utilisation des eaux souterraines à proximité de la zone rapprochée, certaines habitations sises dans un rayon de 4 km autour du site de Gentilly continuent d'utiliser l'eau provenant d'un puits domestique malgré qu'elles soient maintenant desservies par le réseau d'aqueduc municipal. Les puits qui tirent 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). Les eaux souterraines migrant par le site de Gentilly ne pourraient donc 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, qui elles peuvent être soumises aux retombées atmosphériques lors de précipitations (Hydro-Québec, 1981).



**Figure 37: 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 2009**

Les trois autres points de prélèvement de cet ensemble de puits sont les points A-1, D-1 et D'-1. Ils sont localisés à proximité de l'ASDR, aux limites de la zone d'exclusion du site de Gentilly. En 2009, les valeurs mensuelles d'activité en tritium y ont été suffisamment élevées pour être mesurables mais tout de même faibles. La valeur mensuelle maximale fut de  $258 \text{ Bq.L}^{-1}$  au point A-1, le point procurant les concentrations les plus élevées de cet ensemble de puits. Les variations des deux autres puits, soit D-1 et D'-1, sont celles rencontrées historiquement.

Pour l'ASSCI, la figure 38 montre les concentrations mensuelles d'activité en tritium mesurée en 2009 dans la nappe phréatique. Or, elles ont toutes été significativement inférieures à la limite permise dans l'eau potable ( $7\,000 \text{ Bq.L}^{-1}$ ). Spécifiquement pour les ouvrages récoltant l'eau à la jonction du roc et des dépôts meubles (suffixe B des structures), elles sont généralement les plus élevées avec une valeur maximale de  $3\,196 \text{ Bq.L}^{-1}$  à la structure P-9B. Pour les autres ouvrages récoltant plutôt l'eau dans le roc profond (suffixe A des structures), les concentrations mensuelles sont en grande majorité inférieures à  $1\,000 \text{ Bq.L}^{-1}$ , la valeur maximale atteinte étant de  $1\,101 \text{ Bq.L}^{-1}$  à l'ouvrage P-9A. Contrairement à l'année 2008, aucun des sept piézomètres de cet ensemble n'a montré de variation nécessitant la recherche d'une cause éventuelle, l'ouvrage P-8B ayant aussi montré une stabilité toute l'année.



**Figure 38: Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de la nappe phréatique de l'ASSCI pour l'année 2009**

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 31 et 32. Puisque ces eaux ne sont pas connues pour être particulièrement influencées par les rejets atmosphériques à la cheminée du bâtiment réacteur, les données recueillies ont montré des valeurs de faible ampleur et sans grande variation tout au long de l'année 2009.

Dans le cadre du programme de surveillance de l'environnement négocié avec le MDDEP, d'autres piézomètres sont également analysés en tritium (P5, P7, P22, P31, P36, PX, PY). Les résultats sont sensiblement les mêmes que ceux présentés précédemment. Les valeurs mesurées les plus élevées ( $3\,225\text{ Bq.L}^{-1}$ ) proviennent d'échantillons prélevés dans l'horizon C des piézomètres en périphérie de l'ASDR alors que la moyenne annuelle pour l'ensemble des mesures prises à l'horizon C est de  $1\,215\text{ Bq.L}^{-1}$  (tableau 15). Tel qu'indique Barbeau (2006), la dispersion atmosphérique du tritium émis à la cheminée de la centrale de Gentilly-2 enrichit l'eau et la neige qui s'infiltrent dans les eaux souterraines. Dans l'ensemble des différents horizons des piézomètres cités précédemment, la moyenne en tritium se situe à  $675\text{ Bq.L}^{-1}$ .

Le tableau 15 présente une moyenne des profondeurs de nappe phréatique dans les piézomètres et horizons P5, P7, P22, P31, P36, PX, PY au cours des mois d'avril et de novembre 2009.

**Tableau 15. Profondeurs (moyennes) à partir du couvercle du piézomètre, Gentilly-2, 2009.**

Date de la prise de mesure	Niveau A	Niveau B	Niveau C
	MOYENNE (m)		
2009-04-20	4,60	3,36	3,19
2009-11-02	4,19	3,44	3,31

On observe très peu de variation entre les profondeurs d'eau des niveaux B et C malgré les saisons. Il semble donc y avoir peu de fluctuation de la piézométrie à ces endroits.

### 5.2.5. Suivi du dépôt à neige

En décembre 2008, la centrale de Gentilly-2 a aménagé un lieu d'élimination de neige usée conformément au Règlement sur les lieux d'élimination de neige et son certificat d'autorisation (CA). Ce 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.

Les fréquences d'échantillonnage pour les eaux souterraines et de surface sont d'une fois par semaine durant la période de fonte des neiges, une fois au mois de juillet et une fois au mois d'octobre.

#### 5.2.5.1. Eaux souterraines

En ce qui concerne les eaux souterraines, quatre piézomètres sont suivis et à 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 pour les eaux souterraines dans le cadre du suivi de la fonte des neiges sur le site de Gentilly-2 en 2009 pour l'ensemble des quatre piézomètres et horizons.

**Tableau 16. Sommaire des résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux souterraines lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2009.**

Paramètres	Critères	Maximum	Minimum	MOYENNE
Chlorure (mg.L <sup>-1</sup> )	860 mg.l <sup>-1</sup>	2200	1,0	<b>120,43</b>
Cyanure (mg.l <sup>-1</sup> )	NA	<0,006	<0,006	<b>&lt;0,006</b>
Cadmium (mg.l <sup>-1</sup> )	0,0021 mg.l <sup>-1</sup>	<0,009	<0,0009	<b>&lt;0,0009</b>
Chrome (mg.l <sup>-1</sup> )	NA	<0,02	<0,002	<b>&lt;0,002</b>
Cuivre (mg.l <sup>-1</sup> )	0,0073 mg.l <sup>-1</sup>	<0,009	<0,001	<b>&lt;0,001</b>
Fer (mg.l <sup>-1</sup> )	NA	23	<0,001	<b>1,44</b>

Plomb (mg.l <sup>-1</sup> )	0,034 mg.l <sup>-1</sup>	0,038	0,002	<b>0,0083</b>
Zinc (mg.l <sup>-1</sup> )	0,067 mg.l <sup>-1</sup>	0,0730	0,002	<b>0,020</b>
Tritium (Bq.l <sup>-1</sup> )	NA	2002,0	18,0	<b>440,6</b>
Spectro gamma (Bq.l <sup>-1</sup> de Cs-137)	NA	0,86	0,17	<b>0,32</b>

Les résultats physico-chimiques démontrent un respect des critères dans 98 % des analyses. Il est connu que les teneurs en chlorures et en métaux sur le site de Gentilly-2 sont élevées de façon naturelle (Barbeau, 2006). Cependant, huit dépassements de critères pour le cadmium, cuivre, plomb et zinc sont constatés dans l'ensemble des 495 analyses. Il n'y a pas de récurrence dans les piézomètres sur le site où des dépassements sont observés. Ces dépassements à peine plus élevés que les valeurs spécifiées aux critères n'ont aucun impact environnemental.

En ce qui concerne les résultats d'analyses radiologiques, nous observons des teneurs faibles en tritium. Les concentrations les plus élevées en tritium (valeur maximale de 2 002 Bq.L<sup>-1</sup>) se retrouvent toutes au niveau C du piézomètre P1 situé près de la vanne guillotine. Ces résultats sont d'un même ordre de grandeur que les analyses en provenance des autres piézomètres sur le site (section 5). La valeur maximale a été mesurée en juillet 2009 au piézomètre situé près de la vanne guillotine, alors qu'il n'y a plus de neige. On explique ceci par la période d'infiltration des eaux de surface vers les eaux souterraines.

#### 5.2.5.2. *Eaux de surface*

Le tableau suivant présente les résultats des différentes analyses des eaux de surface dans le cadre du suivi de la fonte des neiges sur le site de Gentilly-2 en 2009.

**Tableau 17. Résultats d'analyses physico-chimiques et radiologiques pour les eaux de surface lors du suivi de la fonte des neiges, Gentilly-2, 2009.**

Paramètres	Norme	MOYENNE
C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	3,5 mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
MES (mg.L <sup>-1</sup> )	30 mg.L <sup>-1</sup>	70
Chlorures (mg.L <sup>-1</sup> )	860 mg.L <sup>-1</sup>	191,6
Tritium (Bq.L <sup>-1</sup> )	NA	1325,8
Spectro gamma (Bq.L <sup>-1</sup> )	NA	0,32

Pour les eaux de surface, un seul dépassement de norme parmi les neuf analyses des matières en suspension a été observé. Il s'agit d'un échantillon non représentatif car il a été prélevé après l'installation d'un poteau à proximité de la vanne guillotine pour fixer les boudins et la membrane perméable destinés à retenir les huiles et les MES. Ces travaux ont augmenté pendant un certain

temps les MES dans le cours d'eau et l'échantillon a été prélevé à ce moment. Toutes les autres analyses sont inférieures aux normes.

Les résultats en tritium et en radionucléides pour les eaux de surface suivent relativement le même scénario sauf que les concentrations les plus élevées en tritium le sont en avril qu'en juillet. Dans deux études menées par Barbeau (1998 et 2006), on démontre des concentrations en tritium normalement inférieures à 500 Bq/L pour les eaux de surface non influencées par l'ASDR.

### **5.2.6. Eau potable**

En 2009, Hydro-Québec a aussi échantillonné mensuellement l'eau potable distribuée dans les localités de Champlain, Gentilly et Trois-Rivières. Chacune de ces municipalités possède une source d'approvisionnement distincte. L'eau de consommation humaine de la municipalité de Drummondville a également été échantillonnée afin d'établir une référence qui ne saurait être affectée par l'exploitation de la centrale Gentilly-2. En 2009, tous les résultats d'analyses de l'activité de tritium dans l'eau ont été inférieurs au seuil de détection de 18 Bq.L<sup>-1</sup>.

## **5.3. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS**

### **5.3.1. 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) du site de Gentilly. Pour l'année 2009, les prélèvements ont été effectués au printemps, en avril, de même qu'à l'automne, en septembre.

Sur l'ensemble des quatre sites retenus, toutes les analyses d'activité de tritium ont été sous les seuils de détection (4,2 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche) sauf pour la ferme F.R. située au sud-est de la centrale Gentilly-2. À ce point de récolte, une concentration s'est révélée à 14 Bq.kg<sup>-1</sup> de matière sèche. D'autres radioéléments ont aussi été ponctuellement mesurés en de très faibles teneurs dont le césium-137 pour lequel la concentration unitaire la plus élevée fut mesurée à la ferme R.L. à 6,8 Bq.kg<sup>-1</sup>. 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, dont une valeur maximale de 803 Bq.kg<sup>-1</sup>, mais ce radioélément est déjà présent de façon naturelle dans l'environnement et ces mesures en sont le reflet.

### **5.3.2. 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 18.

**Tableau 18: Activité de différents radionucléides émetteurs gamma détectés dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent dans la région immédiate de Gentilly-2, 2009.**

MOIS	POINT	ACTIVITÉ (Bq.kg <sup>-1</sup> )							
		<sup>60</sup> Co	<sup>124</sup> Sb	<sup>95</sup> Zr	<sup>95</sup> Nb	<sup>125</sup> Sb	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>40</sup> K
Juillet	A	< 0,41	< 0,30	< 0,61	< 0,38	< 0,78	7,0 ± 0,2	104 ± 2	667 ± 15
	B	448 ± 6	57,8 ± 0,9	35,1 ± 0,6	67 ± 1	9,2 ± 0,6	101 ± 2	139 ± 3	712 ± 16
	C	14,8 ± 0,2	1,7 ± 0,1	< 0,64	1,37 ± 0,06	< 0,83	15,7 ± 0,3	62 ± 2	704 ± 16
Août	A	< 0,41	< 0,34	< 0,72	< 0,49	< 0,86	7,2 ± 0,2	137 ± 3	732 ± 17
	B	105 ± 1	6,3 ± 0,2	31,7 ± 0,5	94 ± 2	2,7 ± 0,4	29,4 ± 0,6	134 ± 3	735 ± 17
	C	13,4 ± 0,2	< 0,36	< 0,70	2,19 ± 0,08	< 0,81	9,4 ± 0,2	109 ± 3	721 ± 17
Octobre	A	0,25 ± 0,07	< 0,32	< 0,67	< 0,45	< 0,81	6,1 ± 0,1	90 ± 2	735 ± 17
	B	49,2 ± 0,7	1,13 ± 0,06	0,9 ± 0,1	2,6 ± 0,1	< 0,93	16,5 ± 0,3	43 ± 1	648 ± 15
	C	10,8 ± 0,2	< 0,31	< 0,63	0,78 ± 0,05	< 0,76	8,0 ± 0,2	66 ± 2	680 ± 15

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, paraît être un excellent indicateur de la qualité radiologique de l'eau avant son arrivée au panache de rejets liquides de la centrale.

En 2009, les radionucléides béryllium-7 et potassium-40 sont ceux pour lesquels aucune différence notable de valeurs n'a été constatée entre le point de prélèvement A et les points B et C, tous deux situés en aval des rejets liquides de la centrale. Les autres radioéléments montrent des concentrations plus élevées en aval de la centrale, le plus souvent au point B.

Ces autres radioéléments pouvant être des produits de fission ou d'activation ont quelquefois connu des hausses appréciables, ce que corrobore la hausse d'activité bêta-total observée dans les rejets liquides de la centrale en 2009. Sauf pour le cobalt-60, on peut par contre observer un retour rapide des valeurs 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. Globalement, les concentrations du point B sont maximales à l'échantillonnage de juillet, période marquée par le redémarrage de la centrale et par des travaux de remplacement de résines échangeuses d'ions.

#### **5.4. SURVEILLANCE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE**

##### **5.4.1. *Plantes fourragères***

Les échantillons de plantes fourragères constituant notamment l'alimentation de ruminants ont été prélevés aux mêmes fermes retenues au programme de surveillance de la production laitière (carte 2). Les récoltes d'échantillons se sont toutes déroulées en juin 2009.

Sur l'ensemble des échantillons analysés, la concentration maximale de tritium s'établissait à 34 Bq.kg<sup>-1</sup> 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 2009. Ainsi les valeurs maximales de béryllium-7, potassium-40 et carbone-14 ont été respectivement de 110 Bq.kg<sup>-1</sup>, de 750 Bq.kg<sup>-1</sup> et de 236 Bq.kg-C<sup>-1</sup>, provenant toutes de la ferme K.D. Cette situation est en tout point comparable aux valeurs des dernières années pour ce volet spécifique du suivi.

##### **5.4.2. *Plantes aquatiques***

La localisation des zones de récolte de plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent figure à la carte 4. Les résultats de ces analyses pour l'année 2009 sont présentés au tableau 19. Bien que les valeurs soient dans l'ordre du bruit de fond naturel, celles du carbone-14 sont contraires à la situation attendue puisque la valeur du point de récolte en amont est supérieure à celle du point de récolte aval. L'iode-131 n'a été détecté dans aucun échantillon. Puisque qu'aucune concentration de césium-137 ni de cobalt-60 n'a été détectée au point amont, les très faibles mesures du point aval pourraient être attribuables aux effluents radiologiques liquides de la centrale Gentilly-2.

**Tableau 19. Activité de  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{14}\text{C}$  et  $^{60}\text{Co}$  dans les plantes aquatiques du fleuve Saint-Laurent dans la région de Gentilly-2, 2009.**

Point d'échantillonnage	$^{137}\text{Cs}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> )	$^{40}\text{K}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> )	$^{131}\text{I}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> )	$^{14}\text{C}$ (Bq.kg-C <sup>-1</sup> )	$^{60}\text{Co}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> )
<b>A</b>	< 0,53	180 ± 6	< 0,72	266 ± 40	< 0,53
<b>C</b>	1,1 ± 0,3	216 ± 8	< 1,7	247 ± 37	1,9 ± 0,2

### 5.4.3. Poissons et mollusques

En 2009, deux séries d'échantillonnage de poissons n'ont pu être menées à terme. En avril, les filets de pêche ont été remontés sans aucun poisson et la pêche du mois de novembre a dû être annulée. Les autres mesures mensuelles ont été effectuées sur une variété de spécimens de poissons présents au canal de rejet des effluents liquides (voir carte 4). En 2009, les poissons ainsi analysés ont été la Barbue de rivière, le Grand brochet, le doré et la carpe. Sur un total de 17 échantillons, chacun composé de plusieurs individus, le césium-137 n'a été supérieur à la limite de détection que dans quatre échantillons, la valeur maximale s'établissant à 1,2 Bq.kg<sup>-1</sup> de chair de poisson. Une concentration de carbone-14 a été mesurée dans l'ensemble des échantillons soumis pour analyses et la valeur la plus élevée provenait de la chair de carpes à 662 Bq.kg-C<sup>-1</sup>. Pour ces mêmes 17 échantillons, la concentration moyenne de carbone-14 a toutefois été de 293 Bq.kg-C<sup>-1</sup>. En ce qui a trait aux radioisotopes naturels connus du plomb et du bismuth, aucune concentration supérieure à la limite de détection ne fut mesurée pour aucun d'eux.

Finalement, des analyses ont aussi été faites sur des mollusques provenant de l'anse Lemarier, en aval immédiat du canal de rejets liquides de la centrale Gentilly-2 (située au point C de la carte 4). Outre le carbone-14 mesuré à 360 Bq.kg-C<sup>-1</sup>, la chair de mollusques n'a révélé par ailleurs qu'un seul autre radioisotope mesurable, le cobalt-60 à 0,47 Bq.kg<sup>-1</sup>. De l'analyse des coquilles de mollusques sont ressortis les mêmes radioisotopes mais en des concentrations moindres.

Lors d'un arrêt ou d'un redémarrage de centrale ou 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 doivent être effectuées. 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 périodiquement, notamment lors de la présence de blocs de glace à la dérive sur le fleuve. Des observations passées ont 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 de limiter la dérive des glaces. En décembre 2009, trois pontons supplémentaires y ont été ajoutés pour une efficacité accrue. Cette estacade est présentée à la carte 5.

Ainsi, toutes les observations de l'année 2009 confirment l'absence de mortalité significative de poissons. Lors d'arrêt ou de recul rapide de puissance, quelques cas isolés de mortalité ont été observés mais il ne s'agissait jamais d'un nombre important d'individus.

### 5.5. PRODUITS COMESTIBLES

Hydro-Québec a aussi procédé à l'analyse de différents produits comestibles locaux accessibles aux habitants de municipalités limitrophes à la centrale Gentilly-2. En 2009, il y a eu analyse d'une variété de trois légumes, carottes, choux et tomates, provenant de Deschaillons de même que du sirop d'érable acquis d'un producteur privé de Bécancour localisé à trois kilomètres au sud-est de la centrale de Gentilly-2. Finalement, il y a eu analyses du lait de vache, à une fréquence hebdomadaire, d'échantillons récoltés aux quatre fermes laitières localisées à la carte 2.

Au niveau des légumes, tous les spécimens récoltés ont montré des teneurs en tritium inférieures à la limite de détection des appareils de laboratoire ( $18 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de matière sèche). Aucune valeur mesurable non plus pour les radioisotopes du césium-137 et pour le cobalt-60. Le potassium-40 a été mesuré dans tous les échantillons et la valeur maximale rencontrée fut de  $1\,360 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . De même pour le carbone-14 dont la valeur la plus élevée fut de  $249 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Finalement, de faibles valeurs de béryllium-7 ont été relevées dans deux échantillons de choux et de tomates. La concentration la plus élevée fut alors celle impliquant les choux, à une valeur de  $3,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Ces valeurs sont très similaires à celles rencontrées par les années passées et se situent dans des intervalles attendus en regard des sources d'origine naturelle en présence.

En ce qui concerne spécifiquement le sirop d'érable, deux radioisotopes y ont été détectés. Celui du potassium-40 à une concentration de  $86 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de même que le césium-137 à  $5,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . À l'instar de l'analyse des légumes, les concentrations relevées en 2009 dans le sirop d'érable sont du même ordre que celles produites historiquement pour ce produit de consommation.

Finalement, le lait de vache provenant de quatre fermes localisées en rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent a été échantillonné hebdomadairement en vue d'analyses radiologiques. Ces quatre fermes sont toutes situées à l'intérieur d'un rayon de huit kilomètres de la centrale. En 2009, ce sont 204 analyses qui ont été effectuées. Sur ce nombre, 14 analyses en tritium ont rendu une concentration supérieure à la limite de détection. Ces 14 valeurs n'ont impliqué que deux sites soit les fermes F.R. et R.L. Pour sa part, la ferme R.L. a fourni huit échantillons dont la distribution dans le temps est liée au premier semestre de 2009 et ce, pour près de 90% des occurrences. Paradoxalement, la dispersion des rejets atmosphériques de la centrale ne semble pas avoir favorisé le transport vers cette ferme puisque moins de 15% des vents ont été dans cette direction sur l'ensemble du premier semestre, comparativement à plus de 21 % au second.

De même, les rejets atmosphériques de tritium ont été légèrement plus élevés au second semestre. L'incidence de la dispersion atmosphérique d'un moment donné d'une année et les concentrations de tritium dans le lait est cependant loin d'être directe. Spécifions par ailleurs que la concentration maximale de tritium dans les échantillons de lait de la ferme R.L a été de  $39 \text{ Bq.L}^{-1}$ , dotée d'une incertitude de  $\pm 14 \text{ Bq.L}^{-1}$ . La ferme F.R. est l'autre ferme où des valeurs mesurables de tritium sont apparues durant l'année 2009. Ce sont six valeurs qui ont été exclusivement mesurées au premier semestre. La valeur maximale fut de  $66 \text{ Bq.L}^{-1}$  avec une incertitude de  $\pm 13 \text{ Bq.L}^{-1}$ . Dans ce cas par contre, les profils de dispersion atmosphérique sous-tendent ces mesures, que ce soit au niveau des origines de vents ou encore de la proximité de la ferme F.R avec la cheminée. Le potassium-40 a bien entendu été mesuré dans tous les échantillons, mais les valeurs étaient stables et représentatives des nombreuses dernières années. Le seul autre radioélément mesuré, dans 4 échantillons seulement, fut le césium-137 pour une valeur maximale de  $0,16 \text{ Bq.L}^{-1}$ .

## 5.6. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

La figure 39 représente concrètement l'ensemble des données liées aux vents recueillies en 2009 à la tour météo de Gentilly, située au sud de la centrale et en zone d'exclusion (carte 5). La figure 40 représente de la même façon, les données intégrées des cinq dernières années.

En ce qui concerne l'origine des vents régnant sur le site pendant la seule année 2009, on remarque d'abord une prépondérance encore plus forte du principal vent dominant, en provenance sud-ouest. Une hausse de près de 3% en comparaison avec l'année 2008. Les vents calmes, ceux dont la vitesse est inférieure à  $2 \text{ km.h}^{-1}$ , ont quant à eux diminué de façon importante soit également de près de 3% en comparaison avec 2008. En conséquence, ce sont les vents de moyenne intensité qui ont vu leur part augmenter de plus de 4%. Toute vitesse de vents confondue, la proportion du vent soufflant dans un axe nord-nord-ouest vers sud-sud-est a très légèrement augmenté ce qui, on le verra dans la section suivante, pourrait logiquement avoir contribué à la légère hausse de dose annuelle de l'individu critique, demeurant au sud-sud-est du site.

Puisque la rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2005-2009 se distribue de façon très similaire à celle de l'année 2008, les constatations décrites au paragraphe précédent, comparant les données des années 2008 et 2009, sont également applicables. La rose de l'origine des vents incorporant les données des cinq dernières années démontre toujours que les deux principaux vents dominants au site Gentilly, les vents en provenance du nord-est et ceux provenant du sud-ouest, suivent à peu de chose près le couloir de vents calqué sur l'axe d'écoulement du fleuve St-Laurent.

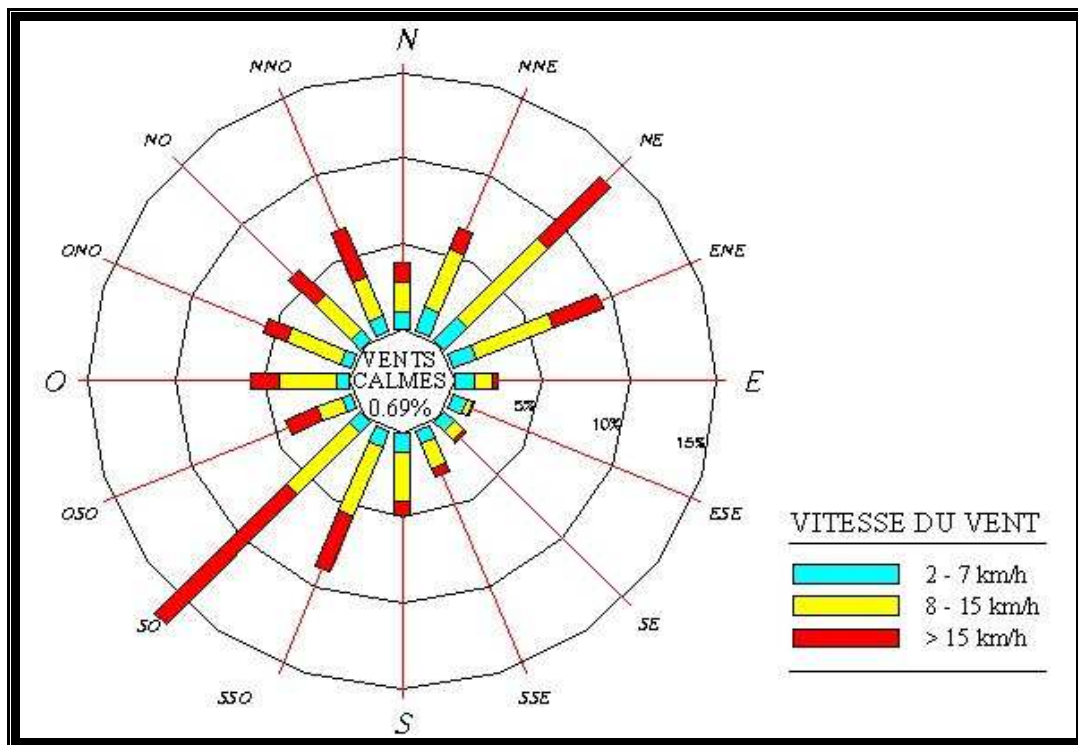


Figure 39 : Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour l'année 2009

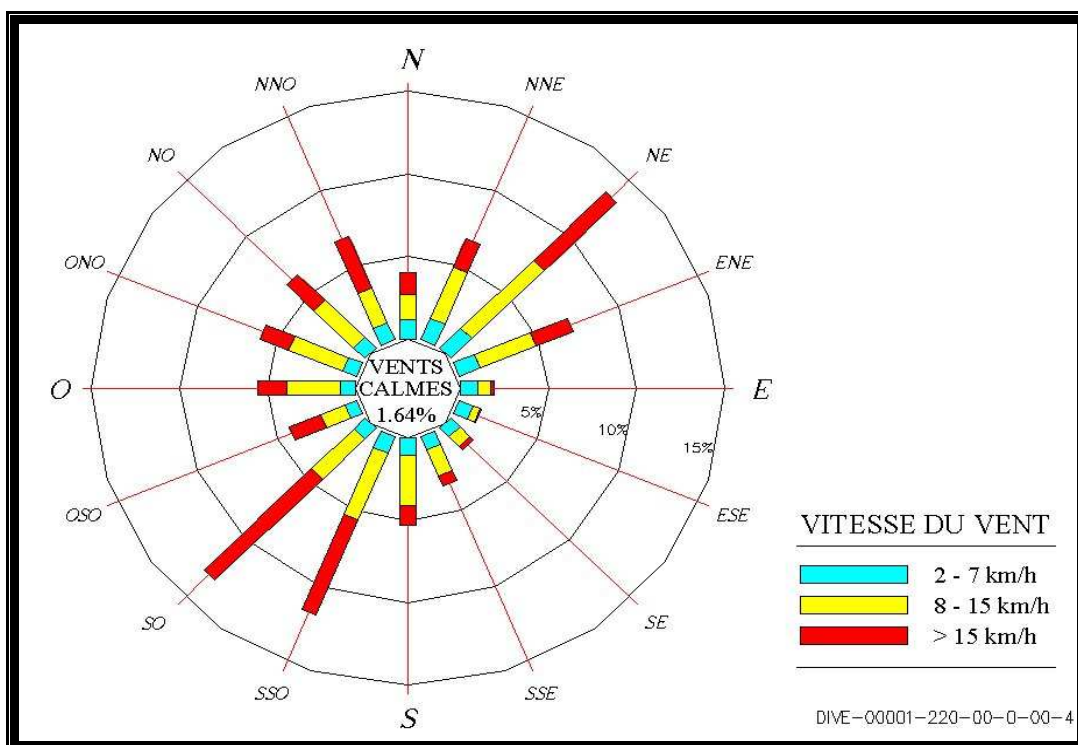


Figure 40 : Rose de l'origine des vents au site de Gentilly pour la période 2005-2009

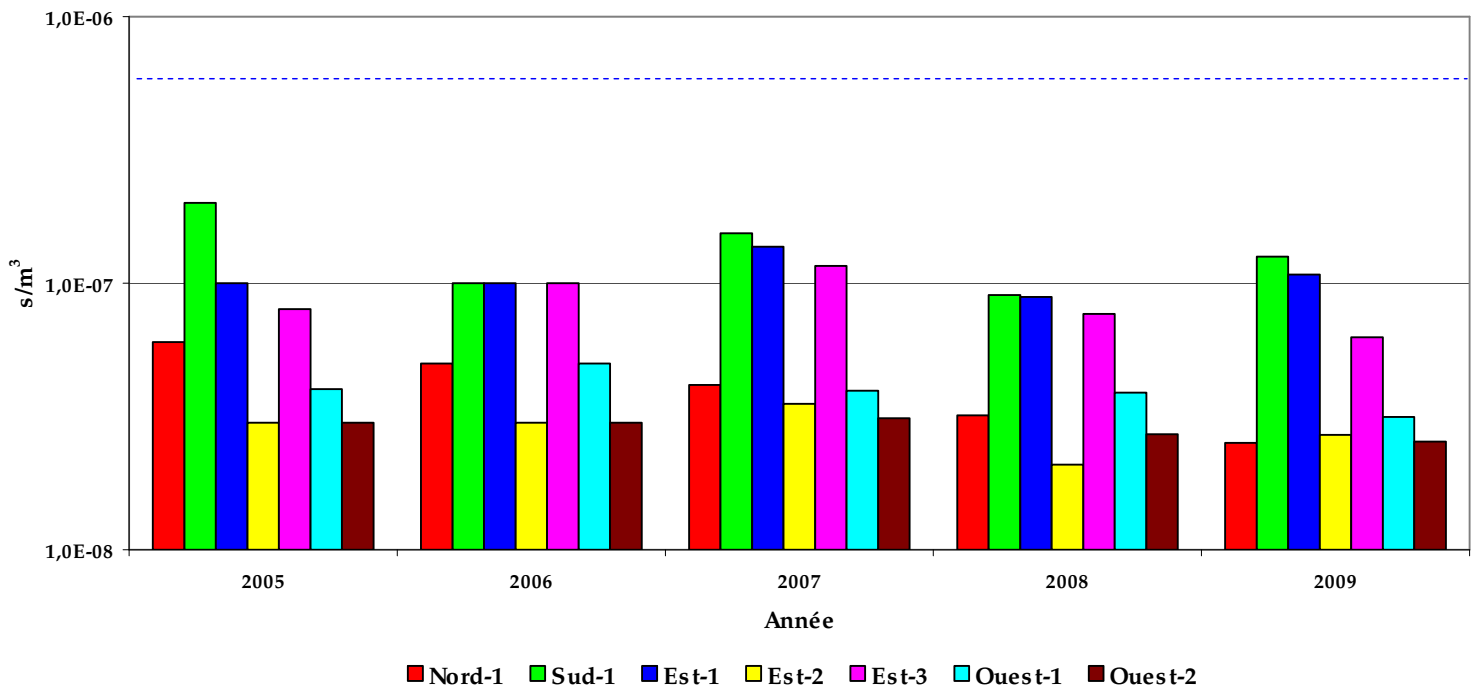
Par ailleurs, la concentration (C) d'un radioélément diffusé dans l'air à une certaine distance du point d'émission, tel que la cheminée, est calculée par une relation sous la forme :

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

La figure 41 présente, pour les années 2005 à 2009 inclusivement, les différents coefficients de dispersion liés aux rejets annuels de tritium atmosphérique et ce, en fonction des valeurs de tritium obtenues aux 7 stations de contrôle radiologique situées dans un rayon variant de 2 à 15 km de la centrale Gentilly-2 pour les cinq dernières années.

L'individu critique servant de référence pour l'estimation de la dose publique, conséquente de l'exploitation de la centrale nucléaire de 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 également au point Sud-1 de la carte 2. Pour l'année 2009, le facteur de dispersion obtenu à ce point précis se chiffre à  $1,26 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$ . Au niveau de l'estimation de la dose au groupe critique, abordée à la section 7.0, le facteur de dispersion ainsi obtenu pour le tritium atmosphérique devient à son tour un intrant lié au calcul de la concentration de carbone-14 dans l'air ambiant à la ferme F.R.

Bien que le facteur de dispersion mesuré en 2009 à la ferme Sud soit de  $1,26 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$ , c'est toutefois une valeur de  $6,00 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$  qui a été retenue pour le calcul des différentes limites de rejets aériens (LOD) pour la centrale de Gentilly-2. Cette dernière valeur permet une certaine marge de sécurité puisque depuis la mise en service de la centrale de Gentilly-2, en 1984, jamais le facteur de dispersion réellement mesuré à la ferme Sud n'a atteint ou dépassé cette valeur. À cet effet, une bande pointillée bleue a été ajoutée à la figure 41 et indique le seuil de  $6,00 \times 10^{-7} \text{ s.m}^{-3}$ .

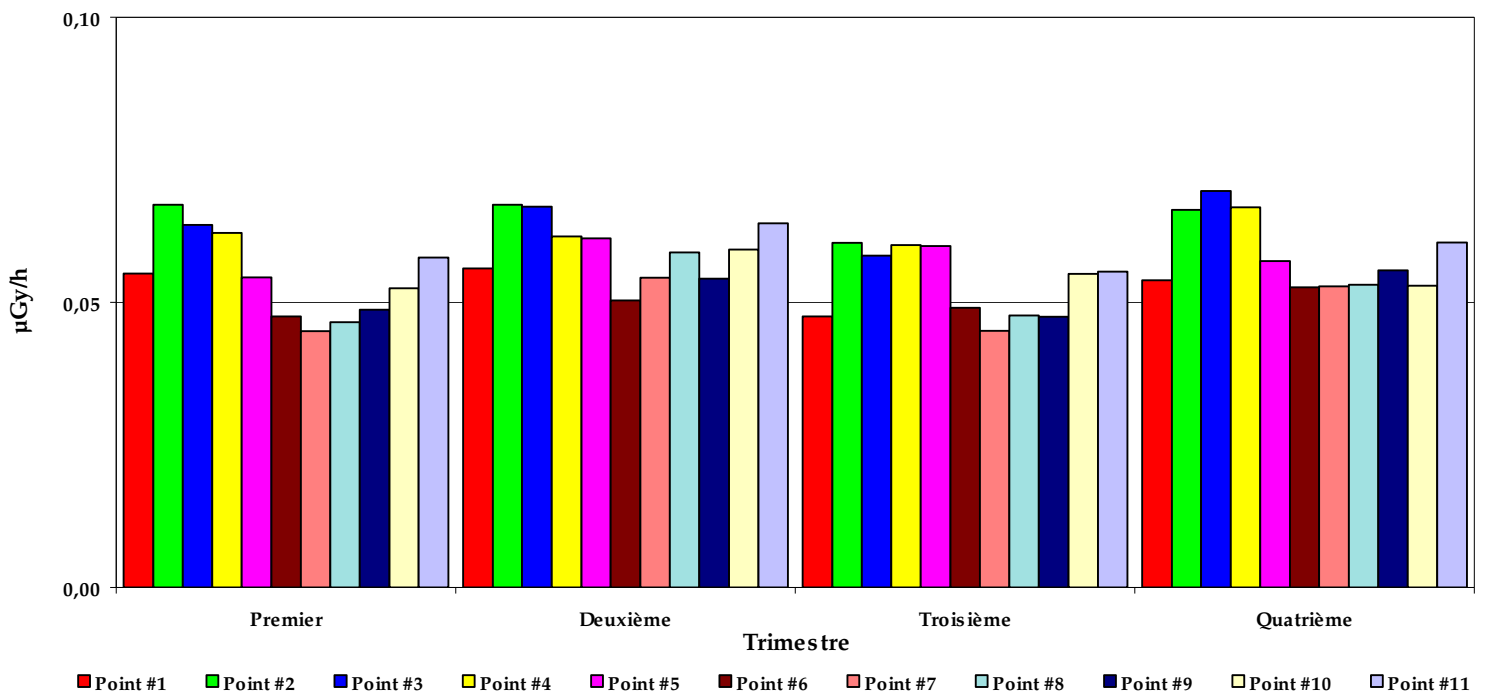


**Figure 41: Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches de Gentilly-2 pour la période 2005-2009**

## 6.0 SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'IGDRS

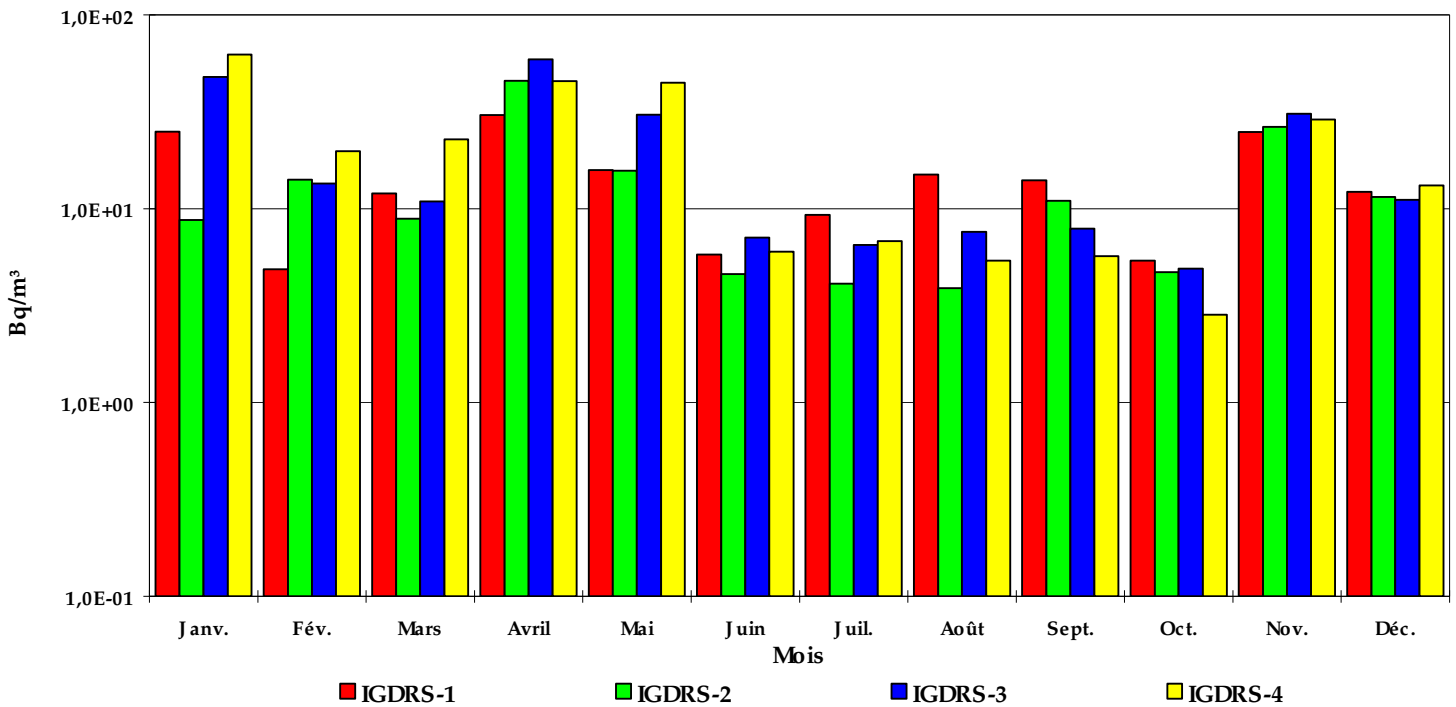
L'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) est une installation de stockage de déchets dûment autorisée dont la phase I fut mise en service en 2009. Les modalités de suivi environnemental afférentes ont été entendues avec la CCSN et le MDDEP et les équipements de suivi ont été mis en place en conséquence. Les premières données relatives au suivi radiologique de l'environnement du site de l'IGDRS ont été colligées dès janvier 2009. La présente section sera donc dédiée aux nouvelles modalités de suivi environnemental de l'IGDRS. Puisqu'il s'agit de la toute première année d'utilisation de l'installation, les données présentées dans les pages suivantes seront donc considérées comme base de référence à moins d'avis contraire. Il est utile de rappeler que le premier transfert de déchets radiologiques à l'IGDRS a eu lieu au cours de juin 2009. Les données antérieures à juin ne sauraient donc avoir été influencées d'aucune façon par ces déchets.

La figure 42 présente les valeurs trimestrielles moyennes relatives aux mesures d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2009. Pour le périmètre des enceintes de stockage de la phase I de l'IGDRS, l'ambiance gamma est mesurée via onze dosimètres thermoluminescents fixés en des points stratégiques de la clôture. La position de chacun des onze dosimètres figure à la carte 8. Pour l'heure, les données ne montrent que très peu de variations. La valeur mensuelle maximale enregistrée en 2009 fut de  $0,070 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Aucune tendance franche ne peut être décelée dans le temps. La position ayant fourni les valeurs moyennes les plus élevées est celle du point #2, position de DTL parmi les plus éloignées des enceintes bétonnées de stockage de la phase I de l'IGDRS.



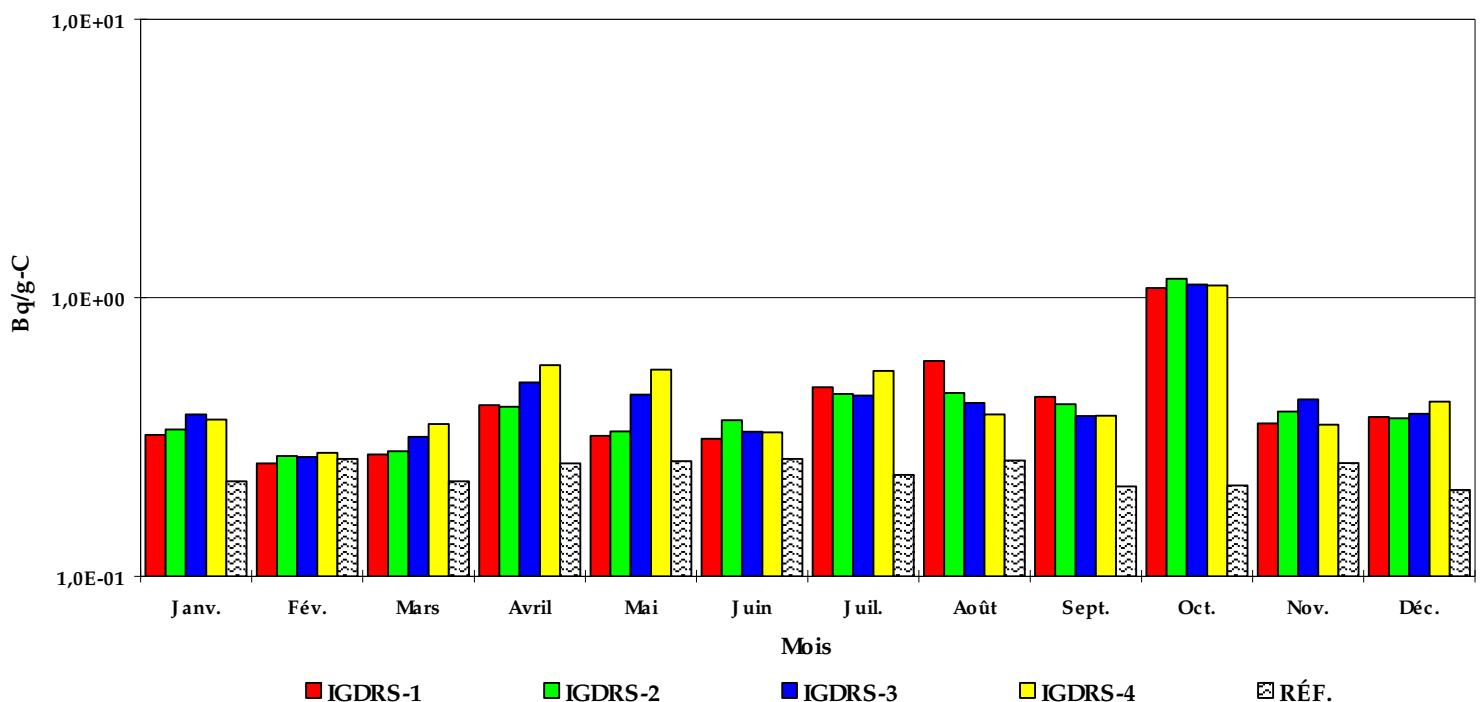
**Figure 42: Moyenne trimestrielle d'ambiance gamma à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2009**

La figure 43 présente l'activité mensuelle en tritium atmosphérique aux quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (voir cartes 5 et 8) pour l'année 2009. Comme aucun déchet susceptible de contenir du tritium n'a été conduit aux enceintes de l'IGDRS durant le premier semestre de 2009, il est possible d'avancer que les variations des valeurs de la figure 43 ne sont dues qu'à la dispersion des rejets à la cheminée du bâtiment réacteur. On peut valider cette hypothèse en comparant entre autres les données de la station IGDRS-4, dont les valeurs sont les plus élevées pour l'IGDRS, à celle de la SCR-11. Elles sont à proximité l'une de l'autre et dans un même axe partant de la cheminée. De ces deux stations, ce sont les valeurs de SCR-11 qui sont par contre un peu plus élevées puisque moins distante de la cheminée. En 2009, la valeur mensuelle maximale relevée à ces quatre stations de l'IGDRS fut celle de janvier à la station IGDRS-4 à  $62,50 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ .



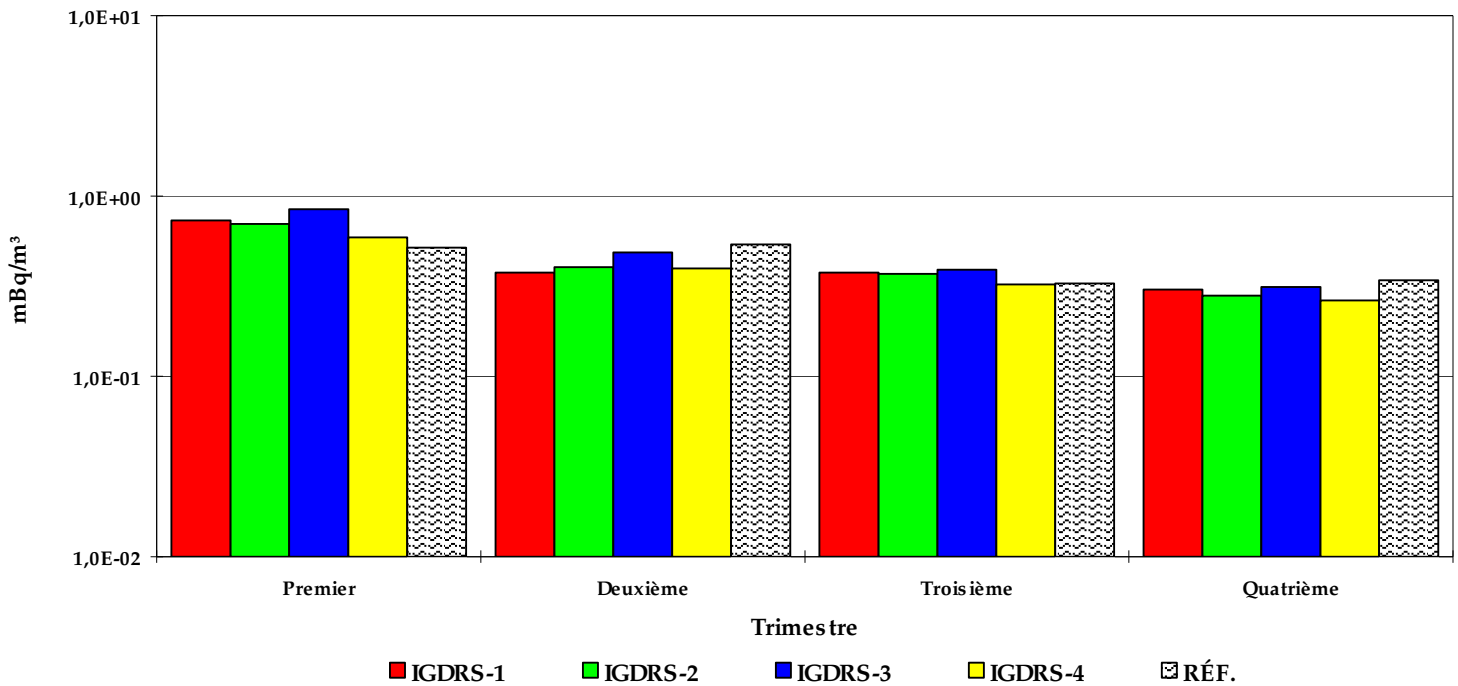
**Figure 43: Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2009**

La figure 44 présente l'activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (voir cartes 5 et 8) et à la station de référence pour l'année 2009. L'analyse des valeurs montrent une certaine stabilité durant l'année. Cependant, comme les stations de contrôle de la zone rapprochée l'avaient perçue (section 5.1.3), les données du mois d'octobre se démarquent par une hausse tangible où les quatre stations de l'IGDRS y atteignent d'ailleurs leur valeur maximale de l'année 2009. Il est probable que ces concentrations atmosphériques élevées aient influencé les stations de contrôle tôt dans le mois d'octobre, suite à la dispersion des rejets plus élevés mesurés au cours du mois de septembre (section 2.1.1). Finalement, la concentration mensuelle la plus élevée fut mesurée en octobre 2009, à la station IGDRS-2, à 1,171 Bq.g-C<sup>-1</sup>.



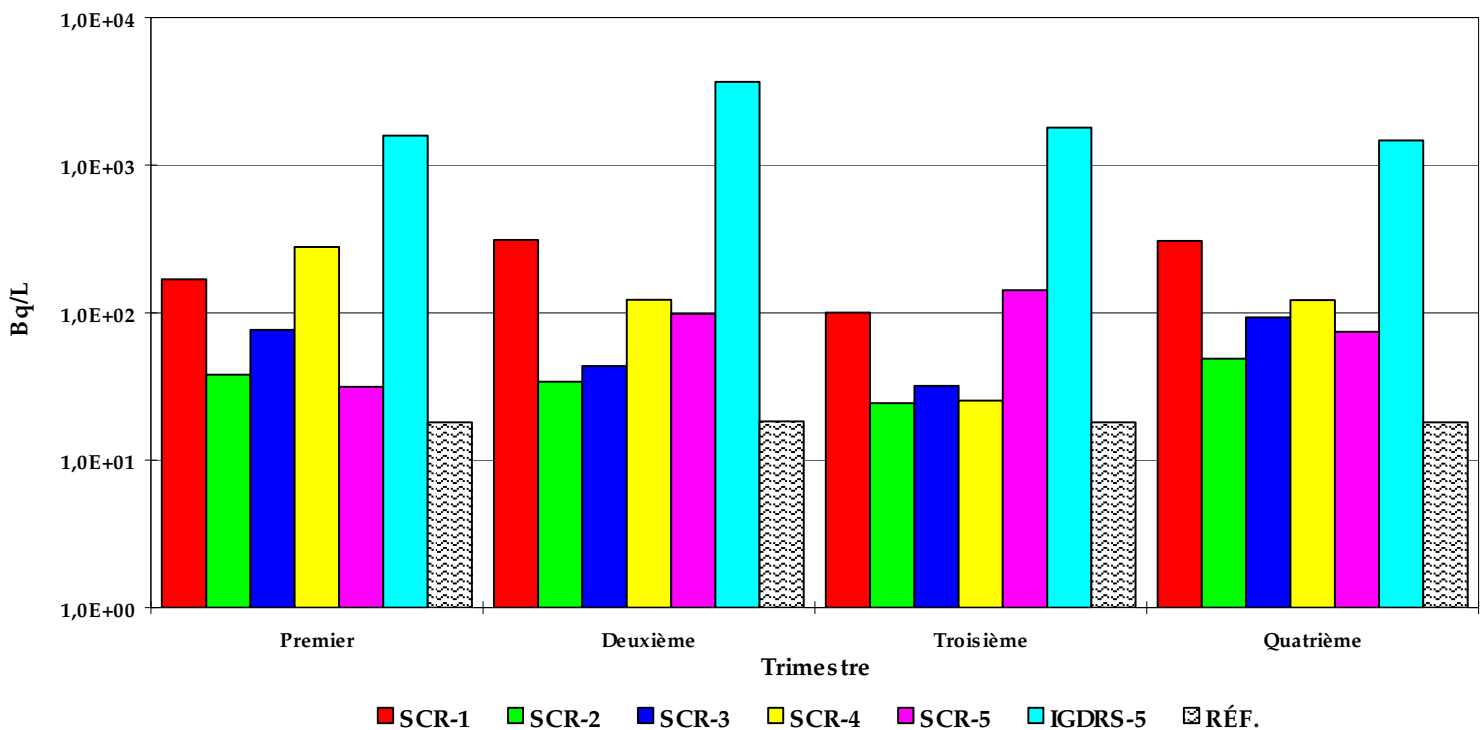
**Figure 44 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2009**

La figure 45 étale les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés aux quatre stations de contrôle radiologique de l'IGDRS (voir cartes 5 et 8) et à la station de référence pour l'année 2009. Toutes les données individuelles de l'année 2009 à partir desquelles sont calculées les valeurs trimestrielles moyennes sont toutes inférieures à un seuil correspondant à  $1 \text{ mBq}\cdot\text{m}^{-3}$ . La station IGDRS-3 est celle qui montre la moyenne annuelle la plus élevée mais cette même moyenne est de moins de 20 % plus élevée que la moyenne annuelle de la station de référence. Les données prouvent également une certaine cohérence puisque toutes les plus hautes valeurs d'activité bêta-total de chacune des stations de contrôle radiologique du regroupement de l'IGDRS ont été enregistrées au premier trimestre.



**Figure 45 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta-total dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2009**

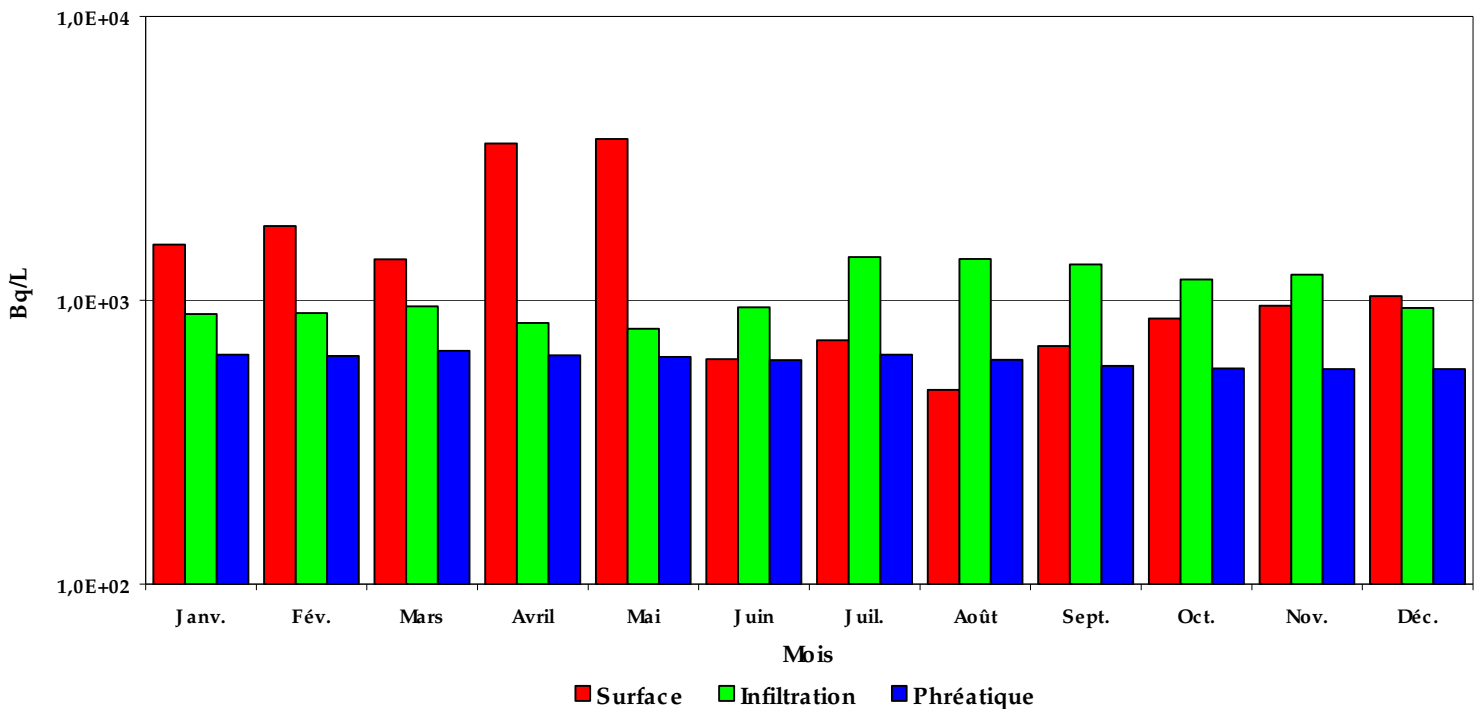
La figure 46 détaille les concentrations moyennes trimestrielles de tritium dans l'eau de pluie aux points SCR-1 à 5, IGDRS-5 (voir cartes 2 et 5) et la station de référence pour l'année 2009. Puisque la phase I de l'IGDRS ne compte pour l'instant qu'une seule station de contrôle radiologique dédiée aux précipitations (IGDRS-5), la figure 45 reprend aussi les valeurs présentées précédemment pour fin de comparaisons. Dans cette optique, l'influence de la distance de la cheminée du bâtiment réacteur devient très perceptible car la station IGDRS-5 est située à moins de 300 mètres de celle-ci. Cette dernière cumule des valeurs au moins plus grandes d'un facteur dix en comparaison de toute autre station de contrôle radiologique liée aux précipitations. C'est d'ailleurs le cas de la station SCR-5, positionnée exactement dans le même axe que la station IGDRS-5, mais plutôt située à plus de 2 300 mètres de distance de la cheminée. La valeur trimestrielle maximale liée à la station IGDRS-5 a été celle du second trimestre de l'année 2009 à 3 667 Bq.L<sup>-3</sup>.



**Figure 46: Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau de pluie aux points SCR-1 à 5, IGDRS-5 et la station de référence pour l'année 2009**

La figure 47 détaille les moyennes mensuelles d'activité de tritium dans les échantillons d'eaux de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique spécifiques au site de l'IGDRS (voir carte 5) pour 2009. Comme les concentrations de tritium relevées dans les eaux de surface de l'ASSCI le suggéraient, les valeurs liées à l'eau de surface de l'IGDRS sont plus élevées en période printanière, plus spécifiquement aux mois d'avril et mai. La même conjoncture d'événements, à savoir des rejets plus élevés à la cheminée, des profils de vents favorables et une période rapide de fonte des neiges accumulées au sol peut être avancée pour en expliquer les causes. Mais également parce que les terrains de l'IGDRS se trouvent pratiquement dans le même axe que ceux de l'ASSCI, en rapport avec la cheminée principale, bien qu'un peu plus distants.

Les concentrations propres aux eaux d'infiltration de l'IGDRS se profilent quant à elles selon une tendance à retardement, en ce sens que les valeurs les plus élevées apparaissent dans les mois suivant celles de l'eau de surface. Les concentrations maximales dans l'eau de surface constatées aux mois d'avril et mai 2009 ont par la suite induit, en partie par leur infiltration dans les dépôts meubles là où les crépines des structures liées au suivi des eaux d'infiltration sont localisées, une hausse des concentrations de tritium dans les eaux d'infiltration, hausse culminant aux mois de juillet, août et septembre de la même année. Finalement, les mesures confirment la situation attendue relativement à l'absence de variation significative des concentrations de tritium dans les eaux de la nappe phréatique. La valeur maximale des moyennes mensuelles individuelles s'est chiffrée à 663 Bq.L<sup>-1</sup> pour ces eaux profondes.



**Figure 47: Moyenne mensuelle de tritium dans les échantillons d'eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique de l'IGDRS pour l'année 2009**

## 7.0 ESTIMATION DE LA DOSE AU GROUPE CRITIQUE

Tel que mentionné à la section 5.6, l'estimation de la dose publique induite par les 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).

Depuis quelques années maintenant, Hydro-Québec utilise une méthode d'estimation de dose intégrant les résultats de mesures 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).

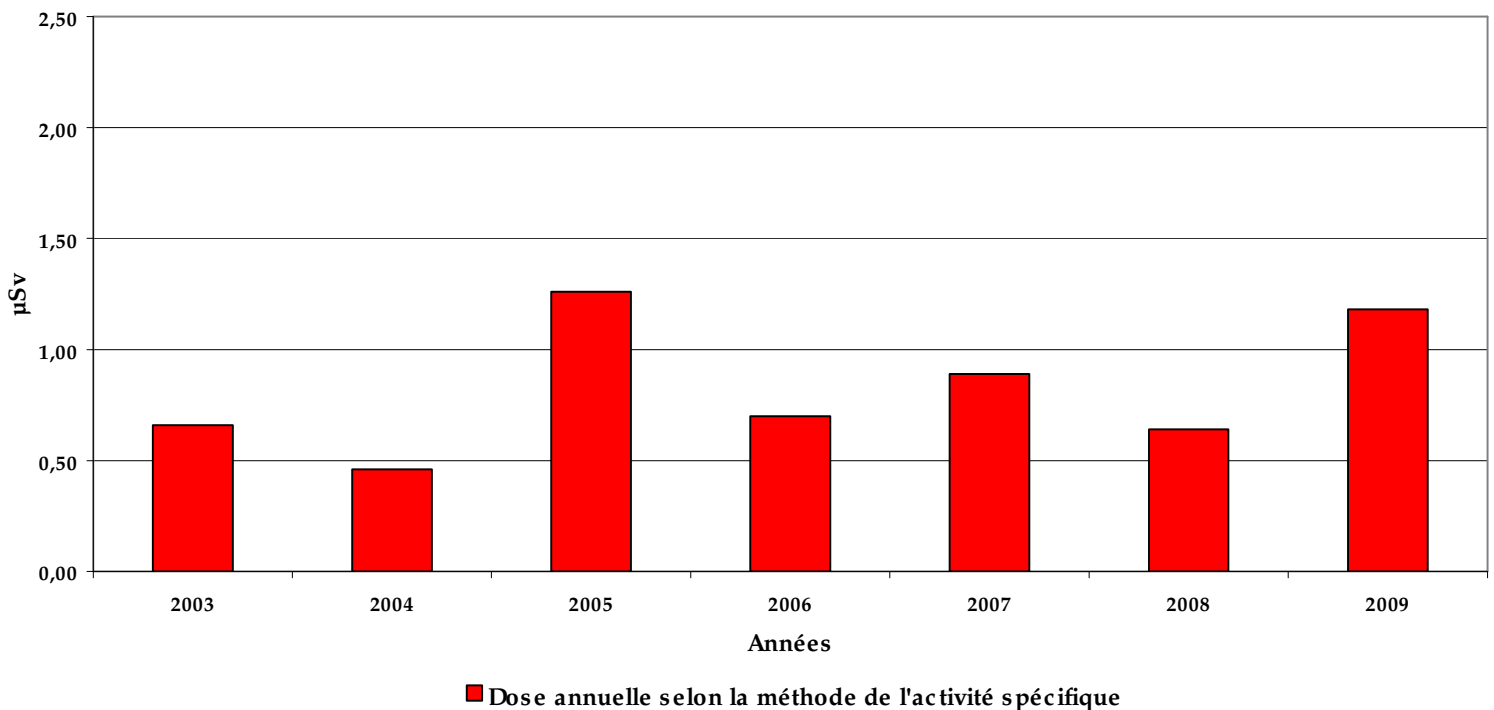
Les radionucléides d'intérêt, pour l'estimation de la dose aux membres du groupe critique retenu pour la centrale Gentilly-2, sont le tritium et le carbone-14. La contribution d'autres radionucléides, tels les gaz rares, les radioiodes ou les aérosols, est non significative parce que trop ténue pour affecter la dose d'une quelconque façon. 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, 2006a) mais également résumée au rapport annuel de surveillance de l'environnement du site de l'année 2006 (Hydro-Québec, 2007d). Pour l'année 2009, les valeurs annuelles de rejets à la cheminée, associées au tritium et au carbone-14, ont été respectivement de  $1,92 \times 10^{14}$  Bq et de  $3,00 \times 10^{11}$  Bq.

En 2009, 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  $1,18 \mu\text{Sv}$ . Ce résultat est plutôt cohérent en regard des valeurs évaluées aux autres centrales pourvues d'un réacteur de type CANDU. Cette estimation de dose correspond à peine à 0,1 % de la limite de dose efficace pour un membre de la population qui est de 1 mSv, et à environ 0,05 % de la dose annuelle moyenne résultant d'expositions à des sources naturelles, évaluée à 2 mSv (CCEA, 1995).

Pour la première fois depuis l'année 2005, l'estimation de dose portée aux membres du groupe critique identifié a dépassé le seuil de  $1 \mu\text{Sv}$ . Bien que cette estimation représente une hausse en comparaison des dernières années, il faut cependant constater que cette donnée 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. Cette faible hausse de l'estimation de dose au groupe critique est principalement due à celle du facteur de dispersion qui, en 2009, a augmenté de près de 40% comparativement à l'année 2008. Tel que discuté à la section 5.6, les vents soufflant en direction sud-sud-est ont été plus présents en 2009.

Par ailleurs, 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 et concluent en une dose radiologique largement imputable aux rejets aériens de tritium.

La figure 48 présente les estimations de dose annuelle reçue, pour la période 2003-2009, par les membres du groupe critique identifié à la centrale nucléaire Gentilly-2.



**Figure 48: Dose annuelle estimée pour les membres du groupe critique pour la période 2003-2009**

## **8.0 SUIVI ENVIRONNEMENTAL RÉALISÉ DANS LE CADRE DE LA RÉFECTION**

Le suivi environnemental permet de mesurer les impacts réels sur l'environnement des activités liées à la construction et à l'exploitation des nouvelles aires de stockage de déchets ainsi que ceux provenant de la réfection de la Centrale Gentilly-2. Ce suivi permet aussi de comparer ces impacts à ceux anticipés et d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation appliquées. Le suivi environnemental a débuté en 2006 et se poursuivra au-delà de la 4<sup>e</sup> phase de l'IGDRS. Un bilan plus détaillé des activités de suivi environnemental réalisé dans le cadre du projet de réfection de Gentilly-2 est disponible sur le site internet d'Hydro-Québec. Les lignes qui suivent résument les activités de suivi environnemental réalisées au cours de l'année 2009.

### **8.1. INVENTAIRE DE LA SAUVAGINE**

Un suivi a été réalisé au printemps et à l'été 2009 afin de documenter la présence et l'utilisation par la sauvagine du secteur du fleuve Saint-Laurent soumis à l'influence du panache thermique du canal de rejet. Les résultats préliminaires indiquent que 16 espèces de sauvagine sont présentes dans la zone d'étude. Les conclusions préliminaires de cette étude indiquent que le secteur de Gentilly-2 ne présente pas d'intérêt particulier pour la nidification. Les résultats de l'inventaire hivernal 2010 viendront compléter les résultats du suivi et confirmer les résultats énoncés.

### **8.2. SANTÉ DES POISSONS**

Une étude a été réalisée en 2009 afin de vérifier si le risque d'embolie gazeuse chez les poissons était réduit lors d'un arrêt ordonné du réacteur étalé sur plusieurs heures. L'un des objectifs de l'étude était de faire réaliser un diagnostic par un vétérinaire de l'état de santé des poissons et de vérifier la présence de signes d'embolies gazeuses sur deux espèces cibles, soit la carpe et la barbus de rivière. L'étalement de l'arrêt a entraîné une diminution progressive de 14°C de la température de l'eau sur une période de 18 heures. Des bulles de gaz ont été observées sur une proportion importante de poissons, mais la prévalence et l'intensité des bulles ont semblé diminuer avec l'arrêt du réacteur. Les lésions occasionnées par les bulles de gaz ne sont toutefois pas suffisantes pour entraîner la mortalité des poissons. La procédure d'arrêt ordonné du réacteur, combiné à la présence de l'estacade à glaces, sont des mesures d'atténuation qui, conjointement, permettent une faible mortalité des poissons au moment où la différence de température des eaux du fleuve et celle du canal de rejet est importante.

### **8.3. HERPÉTOFAUNE**

En 2009, une étude visant à documenter la présence et l'utilisation par l'herpétofaune du secteur riverain du fleuve Saint-Laurent soumis à l'influence du panache thermique de la centrale nucléaire a été effectuée. Les inventaires réalisés en 2009 ont permis de recenser six espèces de crapauds et de grenouilles et une espèce de couleuvre. D'après l'intensité relativement faible des chants enregistrés, la plupart des spécimens entendus ne se trouvaient pas dans le fleuve même mais plutôt dans les plaines inondables et dans les marécages environnants. Les fluctuations du niveau d'eau, les forts courants et l'action des vagues sur les berges ainsi que la présence des plantes aquatiques constituent des éléments défavorables à la présence de grenouilles et de crapauds aux abords du fleuve.

## 9.0 PROGRAMME ASSURANCE-QUALITÉ

### 9.1. ASPECT RADIOLOGIQUE

Cette section présente les résultats du programme d'assurance-qualité effectué par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de Gentilly-2. Cet exercice a été coordonné par le groupe Environmental Resource Associates (ERA, 2009) au profit de la centrale. Les tableaux C1, C2, C3 et C4 de l'annexe C détaillent les résultats de cette intercomparaison (MRAD-11).

Lors de cet exercice, la totalité des 34 résultats présentés par le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2 étaient tous compris dans les intervalles attendus. Les échantillons analysés étaient composés de 4 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'intercomparaison impliquant uniquement le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie a 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 quant à eux présentés au tableau C5 de l'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, 2009). Les deux analyses où les écarts étaient les plus importants étaient liées aux tritium et carbone-14. Les ratios de ces deux valeurs obtenues distinctement par les deux laboratoires se chiffraient respectivement à 0,87 et 1,10.

### 9.2. ASPECT PHYSICO-CHIMIQUE

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 COGIS 49 et COGIS 50.

Pour l'étude du COGIS 49, le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 a obtenu des valeurs d'analyse comprises dans les intervalles attendus pour 57 des 66 échantillons présentés durant l'exercice, pour un rendement de 86 %. Le taux de réussite spécifique aux analyses chimiques se situait à 88 % tandis que pour les mesures radiochimiques, le rendement était de 81 %. Le rendement global de l'ensemble des 11 laboratoires ayant soumis au moins un résultat à cette étude COGIS 49 a été de 76 %. 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 50, ce sont 59 des 68 mesures du laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 qui se sont classées dans les intervalles attendus, pour un rendement de 87 %. Sur l'ensemble des analyses réalisées, le taux de réussite spécifique aux analyses chimiques se situait à 85 % tandis que pour les mesures radiochimiques, le rendement était plutôt de 94 %. À cette étude du COGIS 50, le rendement global de l'ensemble des 14 laboratoires ayant soumis au moins un résultat a été de 61 %. Sur ce nombre, le laboratoire de Gentilly-2 fut celui ayant déposé le troisième plus haut total d'échantillons de contrôle à cette étude.

## 10.0 CONCLUSION

En 2009, le programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly a été marqué par l'application de nouvelles modalités de suivi relatives à la mise en service de la phase I de l'IGDRS. Sur l'ensemble des mesures prévues aux deux volets du programme de surveillance, le taux de disponibilité des échantillons fut très élevé. Les quelques manquements ont trait à quelques épisodes de pêches mensuelles de poissons, à des analyses de chlore résiduel total à l'effluent final et à l'eau de surface pour les mois où le gel au sol ne permettait pas l'échantillonnage.

Les résultats de la surveillance physico-chimique démontrent que les rejets liquides n'ont eu aucun impact significatif sur l'environnement. Les normes de rejet ont été respectées pour la plupart des paramètres suivis lors des opérations de la centrale en 2009. Les seuls dépassements constatés proviennent de quelques paramètres des suivis effectués dans les eaux de surface et souterraines où les dépassements de normes et/ou critères constatés sont faiblement supérieurs à ceux-ci et bien souvent, de cause autre qu'anthropique.

En termes de prévalence, les déversements accidentels survenus en 2009 ont augmenté. Mais à l'analyse détaillée des événements, notamment des volumes déclarés, il faut considérer que la plupart des déversements impliquent un volume égal ou inférieur à un litre.

L'ensemble des résultats du programme de surveillance radiologique du site de Gentilly démontre que les effluents radiologiques aériens et liquides de la centrale n'ont pas eu d'impact significatif sur l'environnement. Tous les rejets liquides et aériens survenus en 2009 sont demeurés bien en deçà de l'objectif d'exploitation établi à 1 % des LOD.

Les mesures d'ambiance gamma effectuées aux clôtures de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) et de l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) concluent en une situation plutôt stable, sans variation annuelle significative outre la tendance baissière confirmée du point B attaché à la clôture nord de l'ASDR. Pour des raisons bien connues, le point de contrôle #4 situé à la clôture est de l'ASSCI s'est encore révélé le plus élevé de tous les points du périmètre de cette aire de stockage. Au niveau des SCR de la zone rapprochée, le portrait des valeurs est tout à fait similaire aux années précédentes. Finalement, les premières données ont été enregistrées pour les onze nouveaux points de mesure de l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) et on n'y dénote aucune variation particulière puisque cette installation de stockage ne contient pour l'heure que très peu de déchets radioactifs pouvant avoir une quelconque influence sur ce paramètre.

Les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique témoignent d'un mois de juillet marqué par des valeurs particulièrement élevées pour la majorité des stations de contrôle de la zone rapprochée. Bien qu'aucune explication rationnelle n'ait été avancée à ce jour, il importe de constater un retour à la normale dès le mois suivant. Il appert cependant que le mois de juillet fut celui du redémarrage du réacteur signifiant aussi la mise en pression de tous les systèmes. Par ailleurs, aucune hausse du genre n'a été perçue aux autres stations de contrôle situées à l'extérieur de la zone rapprochée d'un rayon de deux kilomètres durant la même période. Tel qu'attendu, les concentrations issues des nouvelles SCR de l'IGDRS sont similaires à celles positionnées dans la même zone rapprochée.

Le profil des données annuelles relatives à l'activité spécifique en carbone-14 atmosphérique tirées des huit stations de contrôle radiologique attirées à ce paramètre ne montre aucun changement perceptible quant aux variations entre les stations. Les ordres de grandeur sont les mêmes outre la constatation d'une baisse, appréhendée, de la valeur de SCR-7 suite aux travaux d'enveloppement et de transfert de l'ancien couvercle de la fosse C-7 dans un module de stockage de l'IGDRS. Par ailleurs, cette baisse constatée en 2009 devrait être encore plus prononcée en 2010. Pour les premières valeurs issues des stations de l'IGDRS, les plus hautes, celles du mois d'octobre, sont probablement dues à la dispersion des rejets plus élevés s'étant produits en septembre.

Tant aux stations de contrôle les plus anciennes qu'aux nouvelles stations de l'IGDRS, les moyennes trimestrielles 2009 d'activité bêta-total dans les aérosols ne montrent aucune tendance définie. Les valeurs annuelles moyennes sont toutes inférieures au double de celle mesurée à la station de contrôle de référence de Drummondville.

L'analyse de l'eau potable prélevée directement aux robinets de résidences privées de la région a révélé des concentrations en tritium qui sont toutes, sans exception, sous le seuil de détection. Cette tendance se maintient depuis plus de 20 ans, soit depuis la mise en service de la centrale Gentilly-2.

Aux stations de contrôle localisées à la limite de la zone rapprochée, la valeur mensuelle maximale de tritium dans les précipitations mesurée aura atteint l'équivalent de 7 % de la concentration maximale permise dans l'actuelle norme relative à la consommation d'eau potable. La seule station actuellement en service à l'IGDRS a cependant fourni des valeurs plus élevées. La proximité de cette station du point d'émissions atmosphériques principal de même que sa position géographique en fonction des principaux vents soufflant sur le site peuvent en être les causes.

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 moins du quart des échantillons de la chair de poissons, des concentrations mesurables de césium-137 ont également été détectées. Par ailleurs, de tous les paramètres mesurés dans les échantillons de mollusques, c'est ceux provenant de la chair qui ont présenté les valeurs les plus élevées comparativement aux coquilles. Mis à part le carbone-14, présent dans chacun des échantillons de mollusques, le cobalt-60 fut aussi détecté.

Les analyses d'échantillons de légumes, cultivés dans la région en 2009, n'ont pas permis de détecter la présence inhabituelle de radionucléides en regard des années antérieures. Seules de faibles concentrations de béryllium-7 ont été mesurées, radioélément non reconnu pour être un produit de fission ou d'activation généré par l'exploitation d'un réacteur nucléaire Candu, en plus des habituels radioéléments carbone-14 et potassium-40 en concentrations considérées normales. Une faible présence de potassium-40 fut également mesurée dans le sirop d'érable de même que du césium-137, dont la présence est 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 7 % des analyses ont montré des résultats supérieurs à la limite de détection. En 2009, la valeur maximale de tritium ayant été décelée dans un échantillon de lait fut de  $66 \text{ Bq.L}^{-1}$ , impliquant la ferme F.R. localisée à environ deux kilomètres de la centrale.

Plusieurs radioisotopes pouvant être 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. Le profil des données prouve par ailleurs une baisse drastique des concentrations à très faible distance du point de rejet et ce, en comparant les valeurs issues d'échantillons au canal de rejets (point B) à celles prélevées à près de 1,5 km plus en aval (point C).

Pour la surveillance radiologique de l'ASDR et de l'ASSCI, le volet des eaux de surface, d'infiltration et souterraines composent une large part des échantillons. En 2009, les échantillons d'eau de surface n'ont démontré qu'un seul cas où une valeur fut supérieure à la concentration maximale permise dans l'actuelle norme de consommation d'eau potable. La concentration mensuelle d'avril au point S-1 fut conséquente d'une série d'événements ayant permis une déposition accrue du tritium atmosphérique à cet endroit. Bien que la comparaison des données annuelles des quelques dernières années suggère une faible hausse, les degrés de contamination de l'eau de surface sont tout de même semblables. Les données issues de la nouvelle station de l'IGDRS sont toutefois plus élevées que partout ailleurs. Les mêmes analyses qui seront conduites en 2010 confirmeront qu'il s'agisse bel et bien d'une situation permanente ou encore le fruit d'événements sporadiques qui seraient survenus lors de cette première année du suivi.

En ce qui a trait à l'eau d'infiltration, ce n'est également qu'une seule mesure, sur l'ensemble des échantillons mensuels prélevés en 2009, dont la valeur fut supérieure à la concentration maximale permise à la norme de consommation d'eau potable. Cette valeur est survenue peu après la période de fonte des neiges. Autrement, l'ensemble des ouvrages de suivi d'eaux d'infiltration laissent voir une situation pareille à l'année 2008. À l'IGDRS, le portrait est aussi à l'image de ces autres points.

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. Par ailleurs, les concentrations de tritium de toutes les autres structures de suivi ont été très stables, y compris le piézomètre localisé en plein centre de l'ASSCI, pour lequel les valeurs de l'année 2008 avaient montré des variations importantes. Toutes les concentrations de tritium mesurées dans les eaux de la nappe phréatique sur le site étaient inférieures à la concentration maximale permise dans l'eau potable.

En 2009, l'estimation de la dose à la population due à l'exploitation de la centrale Gentilly-2 fut de 1,18  $\mu\text{Sv}$ . Cette dose reçue par les membres du groupe critique correspond à un peu plus de 0,1 % de la dose maximale admissible pour un membre de la population qui est de 1 000  $\mu\text{Sv}$ . Cette dose est négligeable par rapport à la dose annuelle moyenne provenant d'expositions à des sources naturelles évaluées à 2 000  $\mu\text{Sv}$  (CCEA, 1995).

Dans le cadre d'un programme d'assurance-qualité, le laboratoire de Radioprotection et de radioécologie de la centrale Gentilly-2 a participé à un exercice d'intercomparaisons (MRAD-11) coordonné par le groupe Environmental Resource Associates (ERA). En 2009, 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 exercices (COGIS 49 et 50) d'intercomparaisons propres aux centrales du regroupement COG. Les deux exercices impliquaient un plus grand nombre d'échantillons. Les résultats ont varié en fonction des paramètres physico-chimiques ou radiochimiques. Mais globalement, le laboratoire Chimie de la centrale Gentilly-2 a fourni des mesures conformes aux plages de valeurs attendues dans un ratio de 87 %, ce qui représente une amélioration de performance appréciable en comparaison des deux exercices similaires menés en 2008. 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 passablement 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 de Gentilly-2.

Par ailleurs, l'année 2010 marquera la révision probable du volet radiologique du même programme. Le rapport annuel à venir dévoilera donc les changements qui seront survenus. Des modifications sont également à prévoir au niveau des limites opérationnelles dérivées (LOD). Hydro-Québec est actuellement en pourparlers à ce sujet avec la CCSN et une conclusion est attendue en 2010.

## 11.0 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. (2006)**

Caractérisation chimique des eaux souterraines et de surface au site de Gentilly-2 (années 2004-2005). Université Laval.

### **Barbeau, C. et Groleau, S. (2006)**

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. (2006)**

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. (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 (2009)**

MRAD-11 Final Complete Report, Report Issued Date 12/09/2009.

### **Groleau, S. (2009)**

Lettre adressée à Mireault. N. Objet : Contrôle de la qualité du lait 2009. Mai 2009.

**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 (2006a)**

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 (2009a)**

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

**Hydro-Québec (2009b)**

Résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly.  
Rapport annuel 2008. Rapport technique G2-RT-2009-00518-001.

**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.

**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 (2007b)**

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

**Transports Canada (2008)**

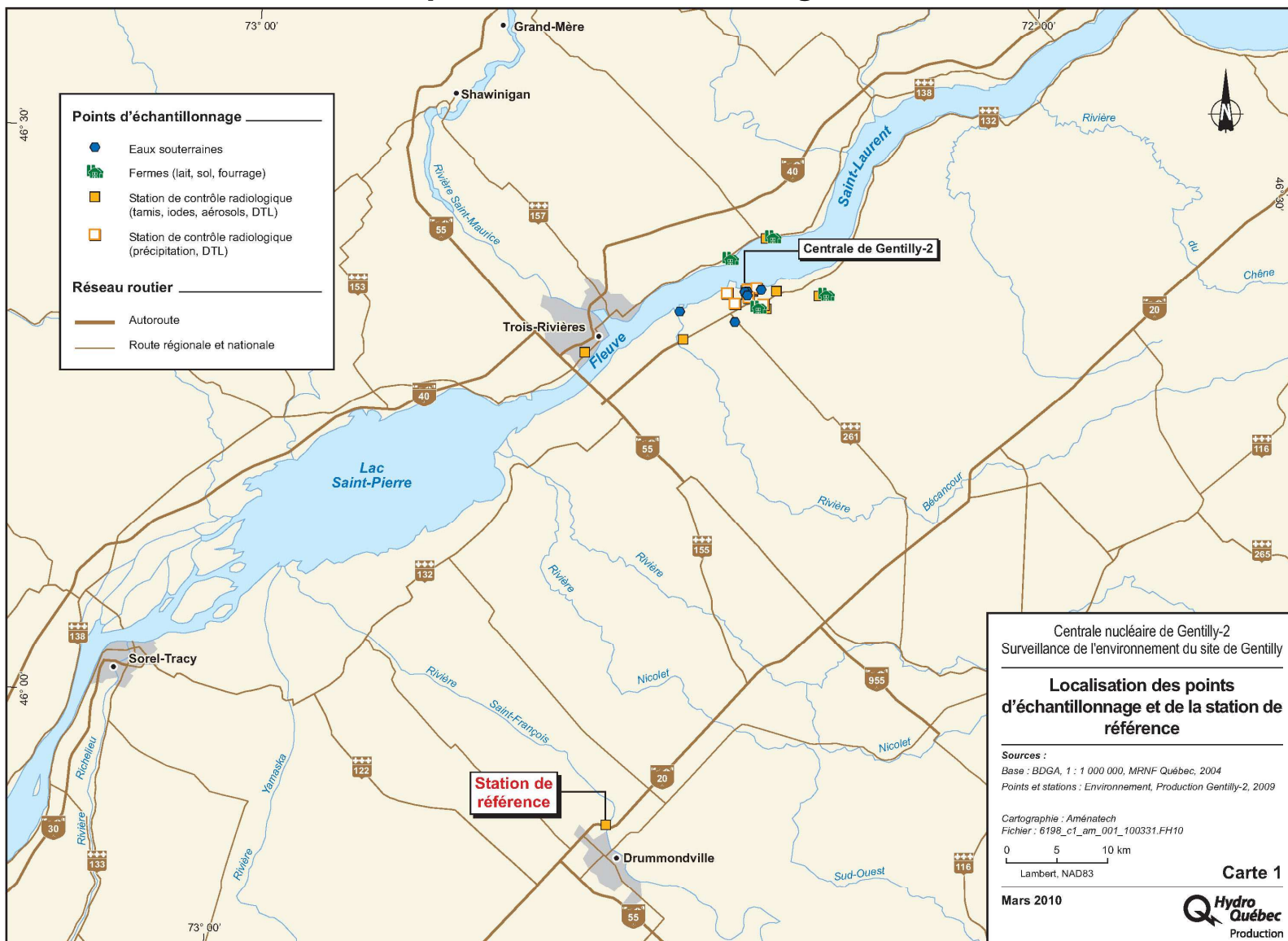
Guide de l'utilisateur du calculateur d'émissions liées au transport urbain (CELTU), version définitive, avril 2008.

# CARTES

---

# CARTE 1

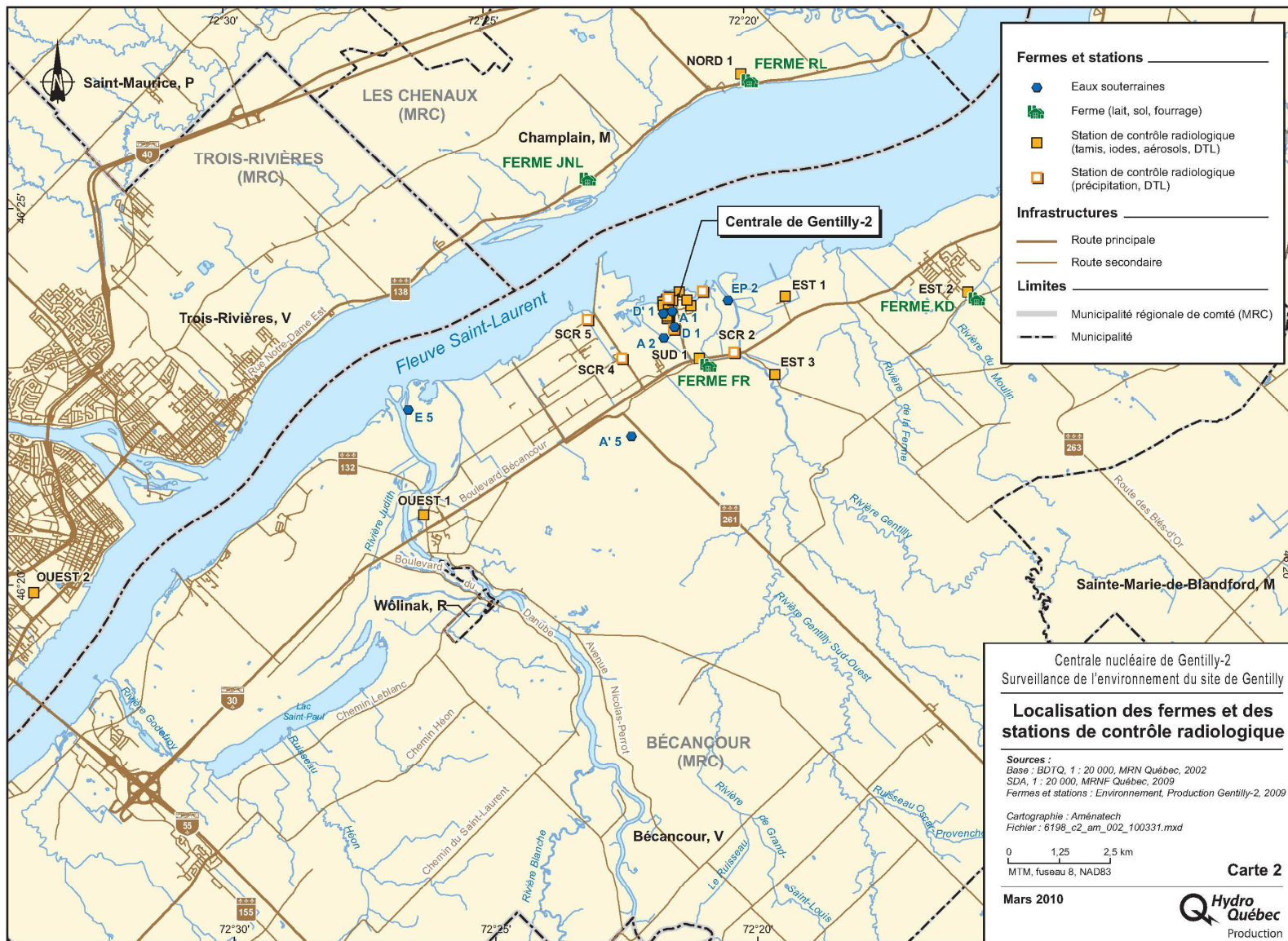
## Localisation des points d'échantillonnage et de la station de référence



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

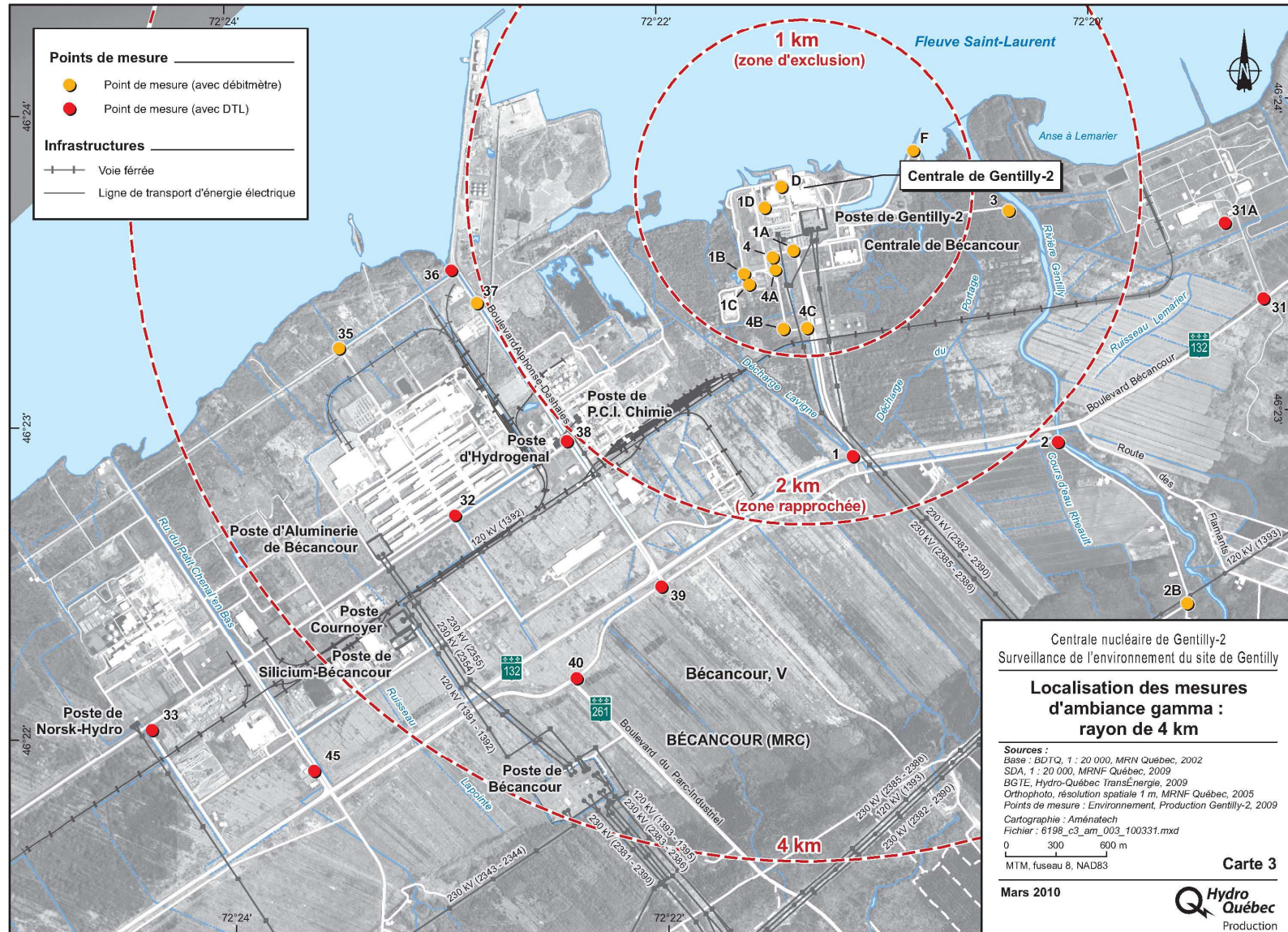
## Localisation des fermes et des stations de contrôle radiologique



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

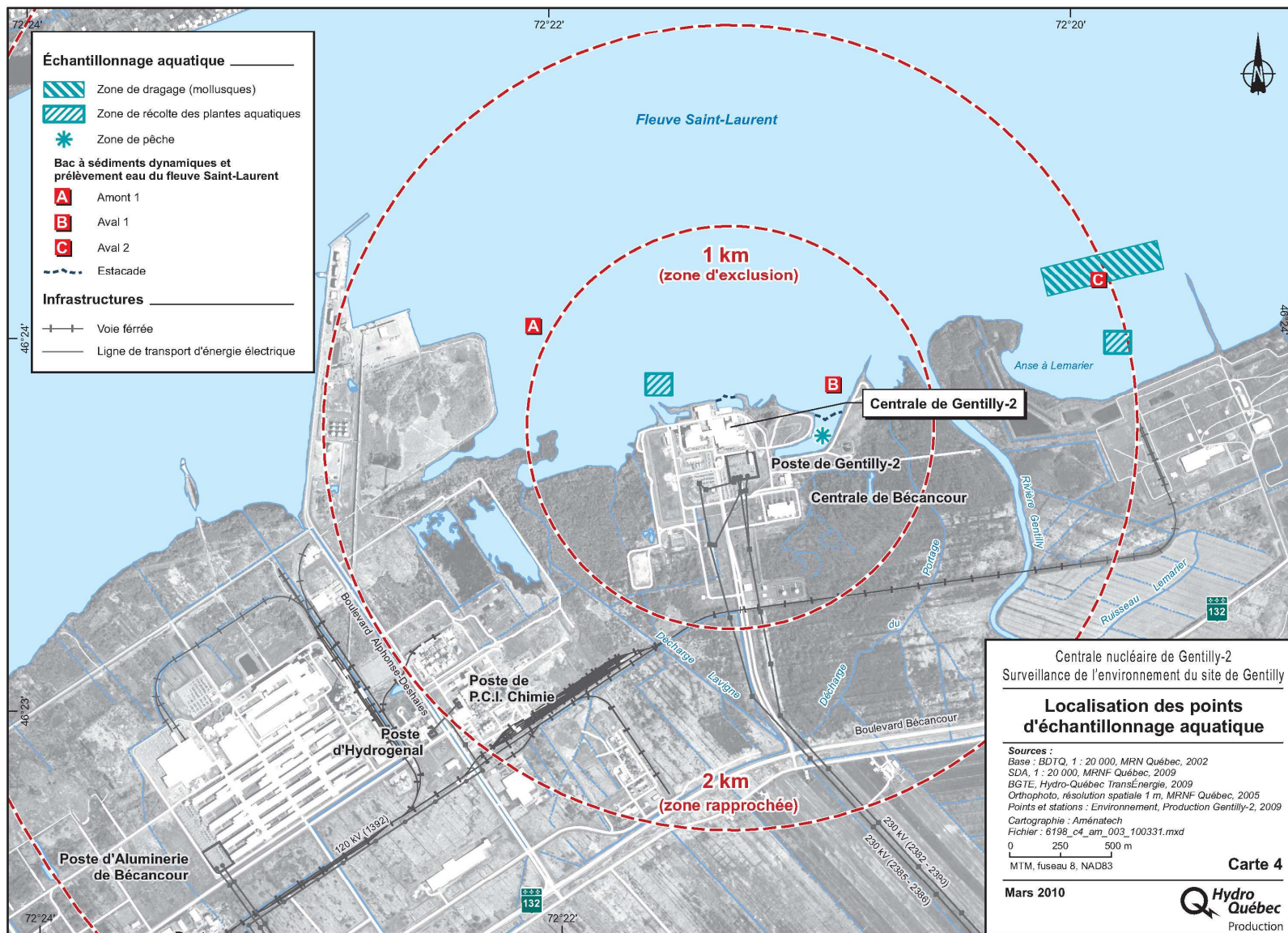
## Localisation des mesures d'ambiance gamma : rayon de 4 km



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

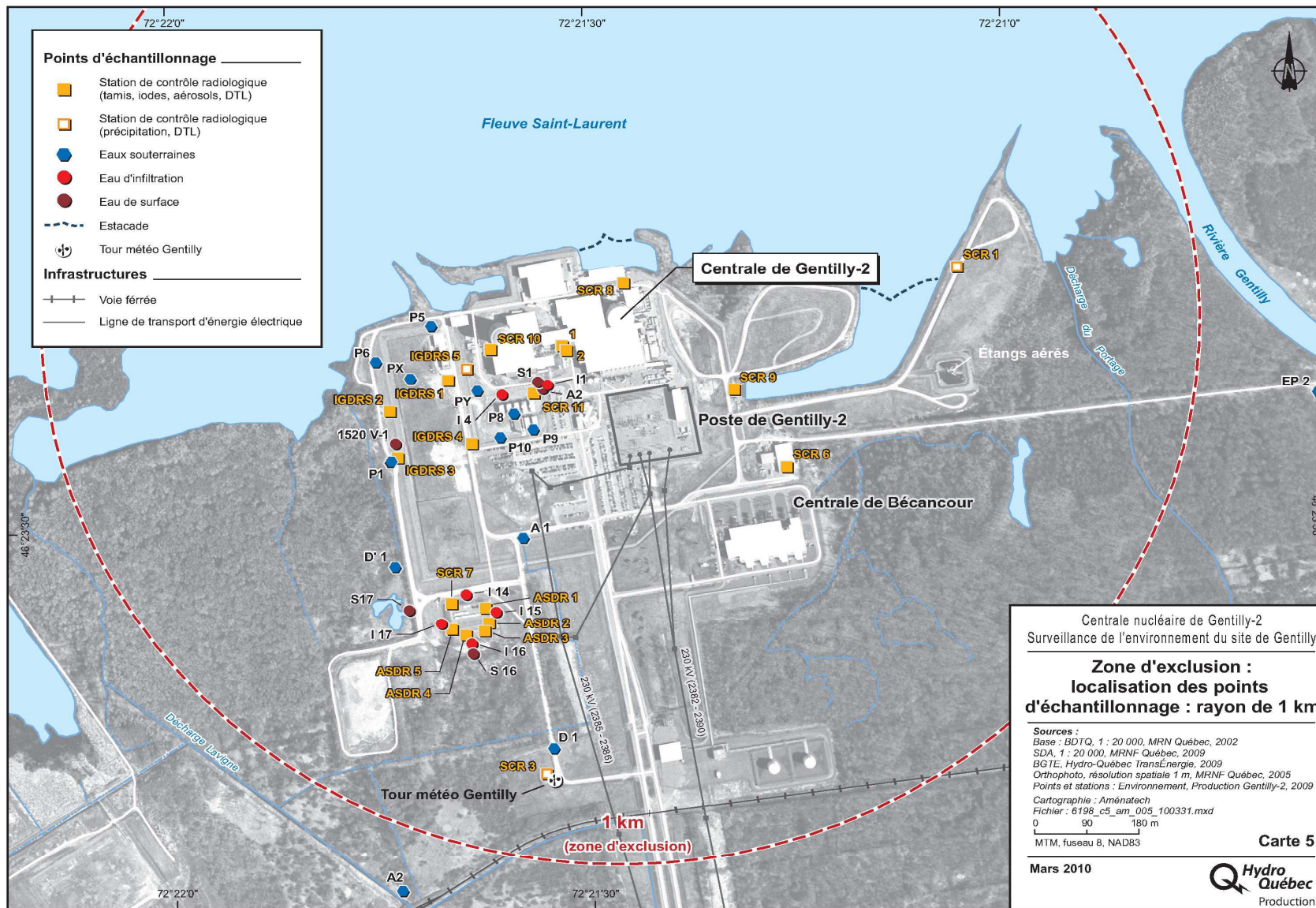
## Localisation des points d'échantillonnage aquatique



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

# CARTE 5

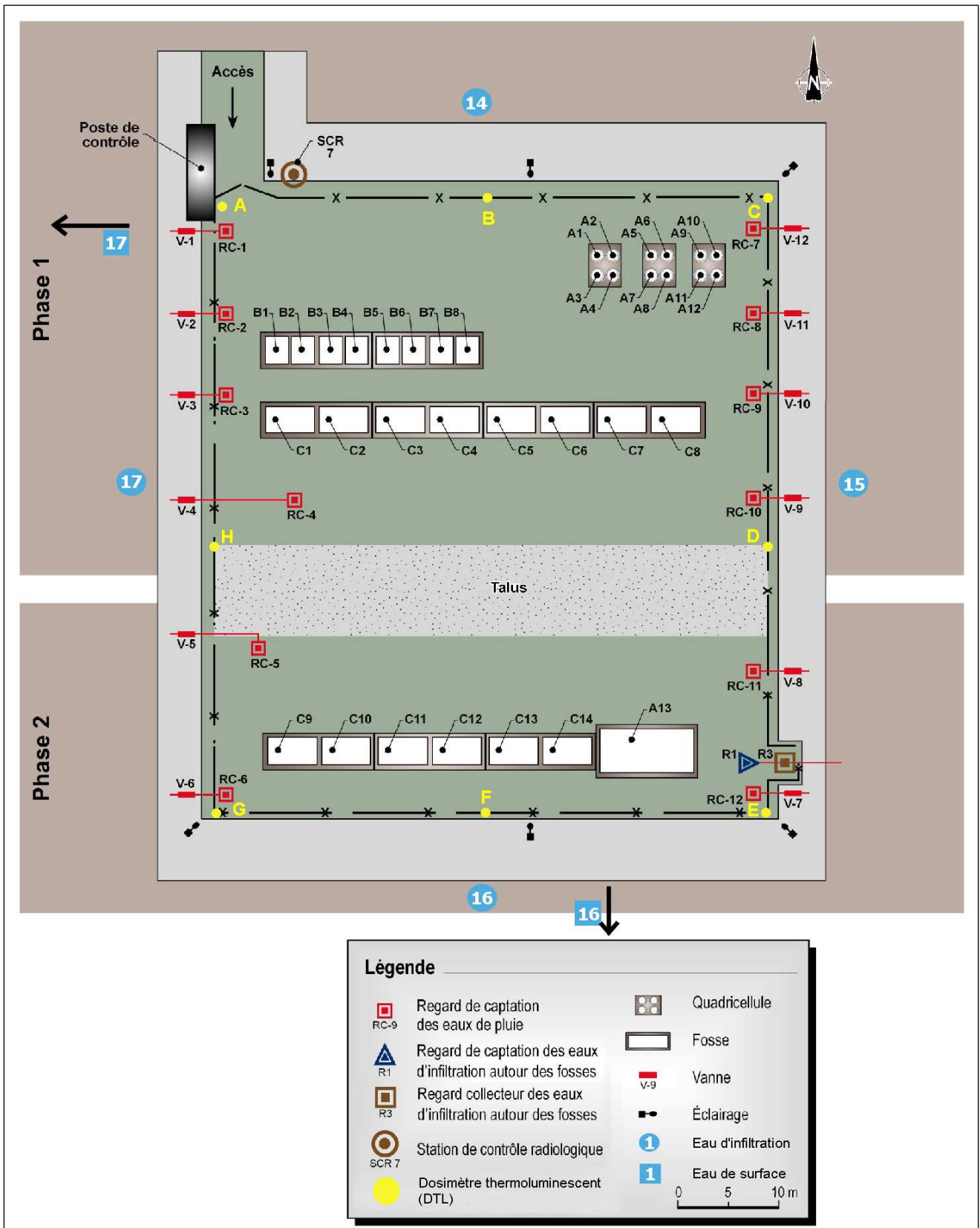
## Localisation des points d'échantillonnage : rayon de 1 km

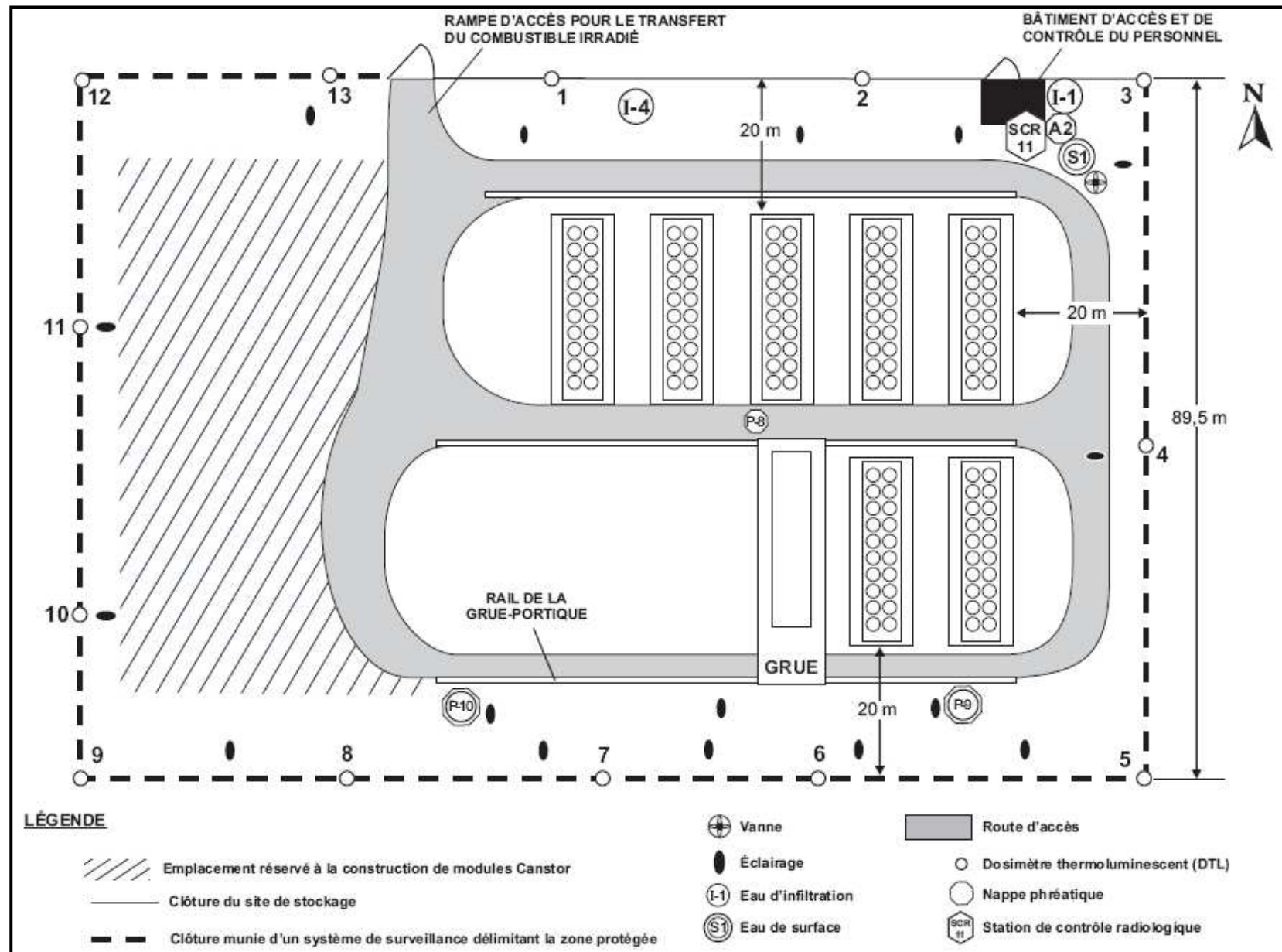


Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec : Géomatique, Hydro-Québec Équipement et services partagés.

# CARTE 6

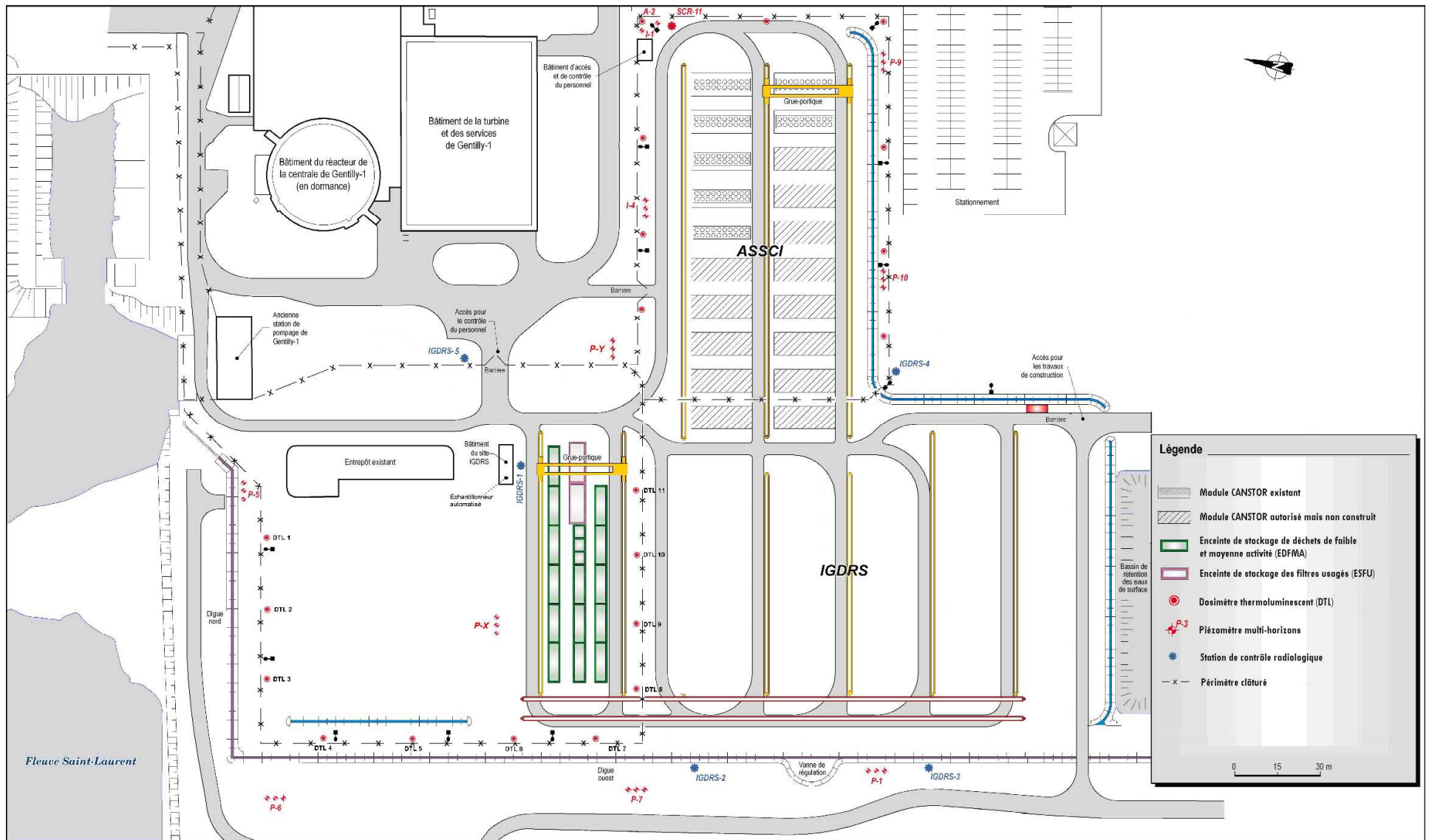
## ASDR : localisation des points d'échantillonnage



**CARTE 7****ASSCI : localisation des points d'échantillonnage**

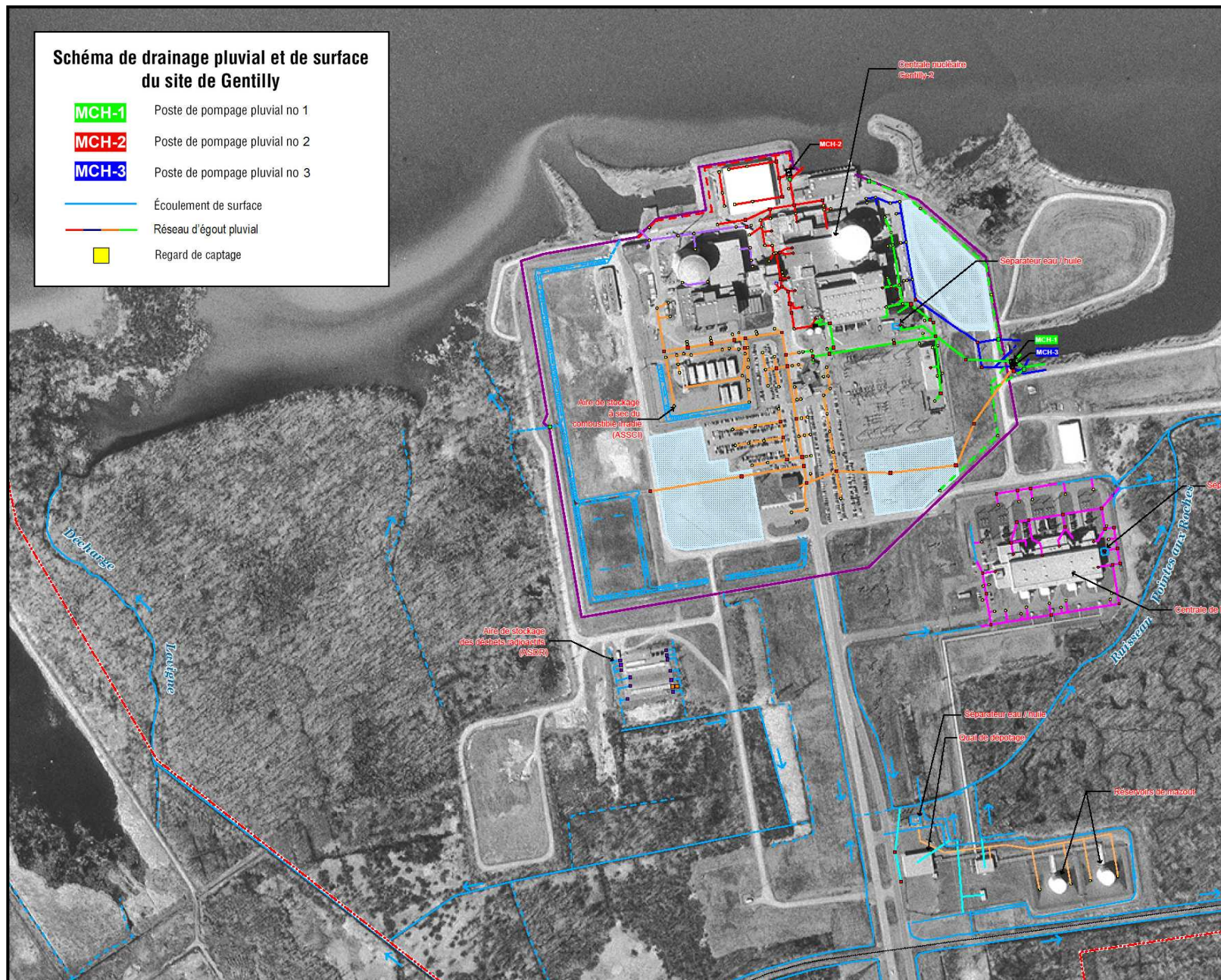
# CARTE 8

## IGDRS: localisation des points d'échantillonnage



# CARTE 9

## Schéma de drainage pluvial et de surface du site de Gentilly-2



# 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 Ld est calculée de la façon suivante :

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

où BF est la valeur du bruit de fond.

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

$$X = N \pm kSn$$

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

- Si le résultat net est inférieur à Ld ( $0 < N < Ld$ ), 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 (Ld) constitue le niveau réel qui serait détecté lors de 95% des mesures (Hydro-Québec, 1997).
- Les valeurs de Ld sont utilisées pour faire les moyennes si ces valeurs sont  $< Ld$ .
- L'incertitude associée à une moyenne de résultats individuels est égale à la racine carrée de la sommation des carrés des erreurs relatives des résultats individuels (Hydro-Québec, 1997).

## 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
<b>Ambiance gamma</b>				
Zone proche (SCR-1 à SCR-11 & réf. <sup>1</sup> )	Mensuel	12 <sup>2</sup>	Exposition $\gamma$	576
ASDR (A à H)	Trimestriel	8 <sup>2</sup>	Exposition $\gamma$	128
ASSCI (1 à 13)	Trimestriel	13 <sup>2</sup>	Exposition $\gamma$	208
Région (23 points fixes)	Mensuel	23	Exposition $\gamma$	276
Région (68 points fixes)	Biannuel	68 <sup>2</sup>	Exposition $\gamma$	544
Région (SCR-PC <sup>3</sup> )	Mensuel	8 <sup>2</sup>	Exposition $\gamma$	384
<b>Tritium atmosphérique</b>				
Zone proche (SCR-6 à SCR-11 & 2 postes)	Mensuel	8	<sup>3</sup> H	96
Région (SCR-PC)	Mensuel	8	<sup>3</sup> H	96
<b>Carbone-14 atmosphérique</b>				
Zone proche (SCR-1, SCR-3, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9, ASDR-1, ASDR-4 & réf. <sup>1</sup> )	Mensuel	9	<sup>14</sup> C	108
<b>Aérosols</b>				
Région (SCR-PC)	Mensuel	8	$\beta$ -total $\gamma$ <sup>4</sup>	96
<b>Radioiodes</b>				
Zone proche (SCR-1 à SCR-11 & 2 postes)	Changement de cartouche biannuel (analyse au besoin)	8	Radioiodes	0

Remarques : <sup>1</sup> Réf. (Station de référence) : Drummondville

<sup>2</sup> 4 DTL par point d'échantillonnage

<sup>3</sup> SCR-PC (Stations de contrôle radiologique – Points cardinaux : Nord-1, Sud-1, Est-1, Est-2, Est-3, Ouest-1, Ouest-2 et référence)

<sup>4</sup> Si  $\beta$ -total > 3,7 mBq.m<sup>-3</sup>, 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
<b>Précipitations</b>				
Zone proche (SCR-1 à SCR-5 & réf. <sup>1</sup> )	Mensuel	6	<sup>3</sup> H β-total γ	72 72
<b>Eau potable</b>				
Région (Champlain, Gentilly, Trois-Rivières, Drummondville (réf. <sup>1</sup> ) et puits artésiens)	Mensuel	5	<sup>3</sup> H Conductivité	60 60
<b>Eau de surface</b>				
ASDR (S-16 & S-17)	Mensuel	2	<sup>3</sup> H β-total γ	14 8 14
ASSCI (S-1)	Mensuel	1	<sup>3</sup> H β-total <sup>2</sup> γ	9 9 9
Fleuve (A, B & C)	3 fois par année	3	<sup>3</sup> H	9
<b>Eau d'infiltration</b>				
ASDR (I-14 à I-17)	Mensuel	4	<sup>3</sup> H β-total <sup>2</sup> Conductivité	43 12 43
ASSCI (I-1, I-4, P-9C & P-10C)	Mensuel	4	<sup>3</sup> H β-total <sup>2</sup> Conductivité	48 48 48
<b>Eau de la nappe phréatique</b>				
ASDR (A-1, A'-5, D-1, D'-1, E-5 & EP-2)	Mensuel	6	<sup>3</sup> H β-total <sup>2</sup> Conductivité	71 12 71
ASSCI (A-2, P-9A, P-9B, P-10A & P-10B)	Mensuel	5	<sup>3</sup> H β-total <sup>2</sup> Conductivité	60 60 60

Remarques : <sup>1</sup> Réf. (Station de référence) : Drummondville

<sup>2</sup> Échantillon composite de 500 mL. Si > 7 Bq.L<sup>-1</sup>, 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
<b><i>Sol arable</i></b>				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Biannuel	4	<sup>3</sup> H γ	8 8
<b><i>Sédiments dynamiques</i></b>				
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
<b><i>Poissons et mollusques</i></b>				
Poissons (aval)	Mensuel	1	<sup>14</sup> C γ	12 12
Mollusques (aval)	Annuel	1	<sup>14</sup> C γ	2 <sup>1</sup> 2 <sup>1</sup>
<b><i>Plantes fourragères</i></b>				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Annuel	4	<sup>3</sup> H <sup>14</sup> C γ	4 4 4
<b><i>Plantes aquatiques</i></b>				
Fleuve (A & C)	Annuel	2	<sup>14</sup> C γ	2 2

Remarques : <sup>1</sup> 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
<b>Légumes et autres produits de consommation</b>				
Légumes (choux, tomates, carottes ou navets : agriculteur de la région)	Annuel	1	<sup>3</sup> H <sup>14</sup> C γ	3 3 3
Sirop d'érable (producteur de Bécancour)	Annuel	1	γ	1
<b>Lait</b>				
Fermes (R.L., J.-N.L., F.R. & K.D.)	Hebdomadaire	4	<sup>3</sup> H γ ( <sup>137</sup> Cs, <sup>131</sup> I et <sup>40</sup> K)	208 208

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

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b>Ambiance gamma</b>	
<p>Deux méthodes sont utilisées pour mesurer l'ambiance gamma :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dosimètres thermoluminescents (DTL)</li> <li>- Débitmètre d'ambiance gamma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cristaux de fluorure de calcium dopés au dysporium (CaF<sub>2</sub>(Dy)). Cette technique permet d'obtenir un débit de dose moyen puisque les DTL sont laissés pour une longue période aux points d'échantillonnage.</li> <li>- Appareil servant à mesurer un débit de rayonnement en un point donné. Résultat immédiat obtenu par lecture directe de l'appareil.</li> </ul>

**TABLEAU B6 (SUITE)**

**ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE ATMOSPHERIQUE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b><i>Tritium atmosphérique</i></b>	
<p>Le tritium atmosphérique est échantillonné à l'aide de tamis moléculaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- La cellule est chauffée en laboratoire pour récupérer l'eau.</li> <li>- L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.</li> </ul>
<b><i>Carbone-14 atmosphérique</i></b>	
<p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un bac de polyéthylène contenant de l'hydroxyde de potassium en solution est placé dans une station de contrôle. La solution basique permet de capter le CO<sub>2</sub> atmosphérique. Le bac est changé après un mois.</li> <li>- L'échantillon est acidifié pour en extraire le CO<sub>2</sub>, qui est recueilli et concentré dans un cocktail scintillant ayant la propriété d'absorber le dioxyde de carbone.</li> <li>- L'échantillon est analysé par scintillation liquide.</li> </ul>
<b><i>Aérosols</i></b>	
<p>L'analyse gamma est effectuée si l'activité β-total dépasse un certain seuil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- Le filtre est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta.</li> </ul>
<b><i>Radioiodes</i></b>	
<p>L'analyse des cartouches d'iode n'est pas faite de façon routinière.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- En cas d'incident, l'analyse des cartouches de charbon serait faite par spectrométrie gamma sur GeHP.</li> </ul>

**TABLEAU B7****ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b><i>Précipitations</i></b>	
<p>Trois paramètres sont analysés dans les précipitations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tritium</li> <li>- Bêta-total</li> <li>- Gamma</li> </ul>	<p>Les précipitations sont recueillies à l'aide d'un montage d'une surface de 0,15 m<sup>2</sup>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'eau ou la neige recueillie est analysée par scintillation liquide.</li> <li>- Toute l'eau (ou la neige) recueillie est évaporée sur une planchette pour être comptée à l'aide d'un compteur alpha-bêta.</li> <li>- La planchette est ensuite comptée par spectrométrie gamma sur GeHP (station de référence seulement).</li> </ul>
<b><i>Eau potable</i></b>	
<p>La mesure du tritium est la seule analyse radiologique effectuée sur ce type d'échantillon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'eau potable est prélevée directement des robinets des résidences privées.</li> <li>- L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.</li> </ul>
<b><i>Eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique</i></b>	
<p>Trois paramètres sont analysés dans ces échantillons :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tritium</li> <li>- Bêta-total</li> <li>- Gamma</li> </ul>	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.</li> <li>- Un échantillon composite est évaporé sur une planchette et est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta.</li> <li>- La planchette est analysée par spectrométrie gamma sur GeHP si l'activité bêta-total dépasse un certain seuil.</li> </ul>

**TABLEAU B8****ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES SOLS ET DES SÉDIMENTS**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b><i>Sol arable</i></b>	
<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tritium non-lié (<math>^3\text{H}</math> dans l'humidité du sol)</li> <li>- Gamma</li> </ul>	<p>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<sup>2</sup>. L'échantillon doit avoir un poids total d'environ 2 kilogrammes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une extraction d'eau par lyophilisation est réalisée sur une fraction du sol frais. L'eau ainsi recueillie est analysée par scintillation liquide.</li> <li>- Une fraction de l'échantillon de sol est séchée puis placée dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.</li> </ul>
<b><i>Sédiments dynamiques</i></b>	
<p>Les sédiments dynamiques sont les particules en suspension présentes dans l'eau du fleuve.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les particules en suspension dans l'eau sont recueillies dans des bacs à sédimentation de 0,2 m<sup>2</sup> spécialement conçus à cet effet. Les sédiments sont accumulés pendant 4 à 6 semaines, trois fois par année.</li> <li>- Les sédiments sont séchés et broyés.</li> <li>- L'échantillon est mis dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.</li> </ul>

**TABLEAU B9****ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b><i>Poissons et mollusques</i></b>	
<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gamma</li> <li>- Carbone-14 organique</li> </ul>	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée.</li> <li>- Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO<sub>2</sub> formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.</li> </ul>
<b><i>Plantes fourragères</i></b>	
<p>Les fermes échantillonnées sont celles qui participent au programme de surveillance laitière. Deux paramètres sont analysés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tritium non-lié (<sup>3</sup>H dans l'eau des plantes)</li> <li>- Gamma</li> </ul>	<p>Les échantillons de fourrage sont prélevés annuellement en fin de saison lorsque les plantes sont prêtes pour l'ensilage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une fraction de l'échantillon frais est utilisée pour faire une extraction d'eau par lyophilisation. L'eau est ensuite analysée par scintillation liquide.</li> <li>- Une fraction de l'échantillon est séchée et broyée puis placée dans un marinelli. Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP.</li> </ul>
<b><i>Plantes aquatiques</i></b>	
<p>Les plantes aquatiques sont prélevées à l'anse de Lemarier en aval de la centrale. Deux paramètres sont analysés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gamma</li> <li>- Carbone-14 organique</li> </ul>	<p>Les plantes aquatiques sont recueillies à la fin de l'été à l'aide d'un râteau. L'échantillon est séché puis broyé.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP.</li> <li>- Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO<sub>2</sub> formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.</li> </ul>

**TABLEAU B10****ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE : SURVEILLANCE DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE**

CARACTÉRISTIQUES DE LA MÉTHODE	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE
<b>Légumes</b>	
Trois paramètres sont analysés : - Tritium non-lié ( $^3\text{H}$ 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 $\text{CO}_2$ formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.
<b>Sirop d'érable</b>	
Le sirop est acheté à un producteur local.	Une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée.
<b>Lait</b>	
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 ( $L_d$ )
<b><i>Tritium</i></b>	
Tamis moléculaire - scintillation liquide	0,100 Bq.m <sup>-3</sup>
Scintillation liquide	18 Bq.L <sup>-1</sup>
<b><i>Carbone-14</i></b>	
Échantillonnage passif - scintillation liquide	< 0,9 Bq/g-C
Bombe à oxygène - scintillation liquide	< 0,9 Bq/g-C
<b><i>Bêta-total</i></b>	
Filtres aérosols	9 x 10 <sup>-5</sup> Bq.m <sup>-3</sup>
Eau évaporée sur planchette	0,02 Bq.L <sup>-1</sup>
Eau évaporée sur planchette (précipitations)	0,07 Bq.m <sup>-2</sup>
<b><i>Gamma</i><sup>1</sup></b>	
Cartouches de charbon activé	2,4 x 10 <sup>-2</sup> Bq/cartouche
Sol et sédiments	0,3 Bq.kg <sup>-1</sup>
Poissons et mollusques	2,6 Bq.kg <sup>-1</sup>
Plantes fourragères et aquatiques	1,0 Bq.kg <sup>-1</sup>
Légumes et sirop d'érable	0,3 Bq.kg <sup>-1</sup>
Lait	0,1 Bq.kg <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> 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**

<b>PARAMÈTRE</b>	<b>NUMÉRO MÉTHODE</b>	<b>TITRE DE LA MÉTHODE</b>	<b>RÉFÉRENCE</b>	<b>LIMITE DE DÉTECTION</b>
<b>Hydrazine</b>	PAG-4030	Hydrazine	ASTM, D1385-88 Standard Test Method for Hydrazine in Water (réapprouvé en 2001)	0,2 µg/L
<b>Chlore total</b>	PAG-07	Chlore résiduel total	Standard Methods for the examination of water and wastewater, 15e édition	0,01 mg/L
<b>Morpholine</b>	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-11 coordonnée par le groupe Environmental Resource Associates (ERA) (ERA, 2009).

**TABLEAU C1: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009: INTERCOMPARAISON ERA, FILTRES D'AIR**

ANALYSE	ACTIVITÉ PAR FILTRE (pCi.filtre <sup>-1</sup> si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
<b>β-total</b>	75	62,5	38,5 – 91,3	1,20
<sup>241</sup> Am	58	67,8	39,7 - 93,0	0,86
<sup>60</sup> Co	732	694	537 - 867	1,05
<sup>134</sup> Cs	405	524	341 - 648	0,77
<sup>137</sup> Cs	430	405	304 - 532	1,06
<sup>54</sup> Mn	< 4,1	0,0	N/A	N/A
<sup>65</sup> Z	608	490	339 - 679	1,24

**TABLEAU C2: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE SOL**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg <sup>-1</sup> si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
<sup>228</sup> Ac	1 392	1 380	885 - 1 940	1,01
<sup>241</sup> Am	1 692	1 790	1 070 - 2 300	0,95
<sup>212</sup> Bi	1 595	1 670	438 - 2 500	0,96
<sup>214</sup> Bi	1 073	1 330	816 - 1 910	0,81
<sup>134</sup> Cs	2 178	2 320	1 490 - 2 790	0,94
<sup>137</sup> Cs	2 338	2 180	1 670 - 2 830	1,07
<sup>40</sup> K	11 405	10 800	7 830 - 14 600	1,06
<sup>212</sup> Pb	1 281	1 360	877 - 1 910	0,94
<sup>214</sup> Pb	1 078	1 310	784 - 1 950	0,83
<sup>60</sup> Co	2 181	2 000	1 460 - 2 680	1,09
<sup>54</sup> Mn	< 11	0,00	N/A	N/A
<sup>65</sup> Z	2 673	2 260	1 790 - 3 030	1,18

**TABLEAU C3: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS DE VÉGÉTAUX**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.kg <sup>-1</sup> si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
<sup>241</sup> Am	4 703	3 850	2 190 - 5 290	1,22
<sup>60</sup> Co	2 476	2 170	1 470 - 3 120	1,14
<sup>134</sup> Cs	1 754	1 780	1 020 - 2 470	0,99
<sup>137</sup> Cs	1 662	1 460	1 070 - 2 030	1,14
<sup>54</sup> Mn	< 31	0,00	N/A	N/A
<sup>65</sup> Z	1 527	1 300	939 - 1 780	1,17
<sup>40</sup> K	42 432	34 400	24 700 - 48 700	1,23

**TABLEAU C4: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON ERA, ÉCHANTILLONS AQUEUX**

ANALYSE	ACTIVITÉ (pCi.litre <sup>-1</sup> si non spécifié)			
	G2	ERA	LIMITES ACCEPTÉES	G2/ERA
β-total	56	67,4	39,4 - 98,9	0,83
<sup>241</sup> Am	128	152	104 - 205	0,84
<sup>60</sup> Co	870	837	729 - 989	1,04
<sup>134</sup> Cs	603	653	482 - 750	0,92
<sup>137</sup> Cs	700	690	586 - 827	1,01
<sup>54</sup> Mn	< 9	0,00	N/A	N/A
<sup>65</sup> Z	705	636	539 - 793	1,11
<sup>3</sup> H	18 252	18 300	11 900 - 27 000	1,00

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. 2009).

**TABLEAU C5: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009 :  
INTERCOMPARAISON LABORATOIRE DE RADIOÉCOLOGIE DE  
L'UNIVERSITÉ LAVAL, ÉCHANTILLONS DE LAIT**

ANALYSE	ÉCHANTILLON	ACTIVITÉ (Bq/L)		
		G2	UL	G2 / UL
<sup>3</sup> H	UL2008-01	< 19	0	-----
	UL2008-02	54 ± 12	56 ± 5	0,96
	UL2008-03	65 ± 7	75 ± 6	0,87
	UL2008-04	< 19	0	-----
<sup>133</sup> Ba	UL2008-01	< 0,10	0	-----
	UL2008-02	< 0,10	0	-----
	UL2008-03	64,6 ± 0,6	61 ± 1	1,06
	UL2008-04	31,1 ± 0,3	31 ± 1	1,00
<sup>40</sup> K	UL2008-01	56 ± 1	54 ± 6	1,04
	UL2008-02	55 ± 1	53 ± 6	1,04
	UL2008-03	56 ± 1	51 ± 6	1,10
	UL2008-04	55 ± 1	52 ± 5	1,06

Les tableaux C6 et C7 présentent les résultats du COGIS 49 et les tableaux C8 et C9 présentent les résultats du COGIS 50.

**TABLEAU C6: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009: INTERCOMPARAISON COGIS 49 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Chlorure	0,0086	0,0075	0,006375	0,008625	1,15
	0,268	0,23	0,1955	0,2645	1,16
Sulfate	0,0090	0,008	0,0068	0,0092	1,13
	0,820	0,87	0,7395	1,0005	0,94
Sodium	0,405	0,4	0,34	0,46	1,01
Fer	0,069	0,07	0,0595	0,0805	0,98
	0,078	0,08	0,068	0,092	0,97
Cuivre	0,057	0,06	0,051	0,069	0,96
	0,067	0,07	0,0595	0,0805	0,96
Aluminium	0,379	0,4	0,34	0,46	0,95
	0,715	0,75	0,675	0,825	0,95
Zinc	0,078	0,08	0,068	0,092	0,98
	0,059	0,06	0,051	0,069	0,98
Silice	0,031	0,035	0,028	0,042	0,89
	0,785	0,8	0,68	0,92	0,98
Plomb	0,039	0,04	0,034	0,046	0,96
	0,077	0,08	0,068	0,092	0,96
Hydrazine	0,357	0,35	0,2975	0,4025	1,02
	5,0	5,4	4,59	6,21	0,93
	0,112	0,12	0,102	0,138	0,93
Conductivité	0,54 mS/cm	0,497 mS/cm	0,4473 mS/cm	0,5467 mS/cm	1,09
	30,8 mS/cm	30,26 mS/cm	27,234 mS/cm	33,286 mS/cm	1,02
pH	4,7 unités	4,6 unités	4,5 unités	4,7 unités	1,01
	9,5 unités	9,6 unités	9,5 unités	9,7 unités	0,99
	5,5 unités	5,8 unités	5,7 unités	5,9 unités	0,94
Alcalinité	86	88,3	79,47	97,13	0,97
	77	78,4	70,56	86,24	0,98
Morpholine	3,72	3,4	2,89	3,91	1,09
	9,25	8,9	7,565	10,235	1,04
	30,3	29	24,65	33,35	1,04
Lithium (en D <sub>2</sub> O)	0,255	0,128	0,11776	0,13824	1,99
	0,959	0,84	0,7728	0,9072	1,14

**TABLEAU C6 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2009:  
INTERCOMPARAISON COGIS 49 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
<b>Fluor</b>	0,0058	0,006	0,0051	0,0069	0,97
<b>NO<sub>3</sub></b>	0,0011	0,0085	0,007225	0,009775	0,13
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,137 3,68	0,22 4	0,76 3,2	0,264 4,8	0,62 0,92
<b>Bore (en D<sub>2</sub>O)</b>	0,13 2,18 3 833	1,124 2,1 4 025	0,1054 1,785 3 421,25	0,1426 2,415 4 628,75	1,05 1,04 0,95
<b>Gadolinium</b>	35,49 7 277	40,94 72 00	38,893 6 840	42,987 7 560	0,87 1,01
<b>TOC</b>	1,21 6,97	1,1 7,0	0,88 5,6	1,32 8,4	1,1 1,0
<b>D<sub>2</sub>O</b>	0,39 % 0,73 %	0,40 % 0,75 %	0,32 % 0,6 %	0,48 % 0,9 %	0,98 0,97
<b>D<sub>2</sub></b>	0,604 % 2,369 %	0,601 % 2,38 %	0,5409 % 2,142 %	0,6611 % 2,618 %	1,01 1,00
<b>O<sub>2</sub></b>	0,778 % 0,231 %	0,811 % 0,245 %	0,7299 % 0,2205 %	0,8921 % 0,2695 %	0,96 0,94
<b>N<sub>2</sub></b>	1,300 % 0,332 %	1,19 % 0,338 %	1,071 % 0,3042 %	1,309 % 0,3718 %	1,09 0,98

**TABLEAU C7: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON COGIS 49 (PARAMÈTRES RADIOLOGIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS ( $\mu\text{Ci/kg}$ si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
$^3\text{H}$ bas	10,22	10,3	9,27	11,33	0,99
$^3\text{H}$ élevé	202,18	200	180	220	1,01
$^3\text{H}$ très élevé	14,12 Ci/kg	13 Ci/kg	11,7 Ci/kg	14,3 Ci/kg	1,09
<b>Bêta</b>	993,5 dpm/filtre	868 dpm/filtre	781,2 dpm/filtre	954,8 dpm/filtre	1,15
$^{241}\text{Am}$	3,98	4,41	3,971	4,853	0,90
$^{109}\text{Cd}$	24,67	24,28	21,848	26,704	1,02
$^{57}\text{Co}$	0,96	0,95	0,857	1,047	1,01
$^{139}\text{Ce}$	1,21	1,19	1,071	1,309	1,02
$^{203}\text{Hg}$	3,23	3,32	2,985	3,648	0,97
$^{113}\text{Sn}$	4,32	4,45	4,001	4,890	0,97
$^{85}\text{Sr}$	5,74	5,63	5,069	6,196	1,02
$^{137}\text{Cs}$	4,1	4,07	3,661	4,475	1,01
$^{88}\text{Y}$	8,18	9,23	8,310	10,157	0,89
$^{60}\text{Co}$	4,68	4,77	4,294	5,248	0,98
$^{14}\text{C}$ bas	6,63	8,00	7,2	8,8	0,83
$^{14}\text{C}$ élevé	145,46	137,00	123,3	150,7	1,06

**TABLEAU C8: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON COGIS 50 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
<b>Chlorure</b>	0,007095	0,0065	0,005525	0,007475	1,09
	0,301	0,31	0,2635	0,3565	0,97
<b>Sulfate</b>	0,007065	0,007	0,00595	0,00805	1,01
	0,780	0,79	0,6715	0,9085	0,99
<b>Sodium</b>	0,0093	0,0075	0,006	0,009	1,24
	0,452	0,5	0,425	0,575	0,90
<b>Fer</b>	0,0365	0,06	0,051	0,069	0,61
	0,099	0,12	0,102	0,138	0,83
<b>Cuivre</b>	0,0807	0,08	0,068	0,092	1,01
	0,061	0,06	0,051	0,069	1,02
<b>Aluminium</b>	0,562	0,5	0,425	0,575	1,12
	0,732	0,65	0,585	0,715	1,13
<b>Zinc</b>	0,0840	0,07	0,0595	0,0805	1,20
	0,061	0,05	0,0425	0,0575	1,21
<b>Silice</b>	0,083	0,08	0,064	0,096	1,04
	2,31	2,2	1,87	2,53	1,05
<b>Plomb</b>	0,0633	0,06	0,051	0,069	1,06
	0,120	0,11	0,0935	0,1265	1,09
<b>Hydrazine</b>	0,293	0,3	0,255	0,345	0,98
	4,86	4,8	4,08	5,52	1,01
	0,196	0,2	0,17	0,23	0,98
<b>Conductivité</b>	0,553 mS/cm	0,6 mS/cm	0,54 mS/cm	0,66 mS/cm	0,92
	30,1 mS/cm	28,37 mS/cm	25,533 mS/cm	31,207 mS/cm	1,06
<b>pH</b>	4,48 unités	4,41 unités	4,21 unités	4,61 unités	1,02
	9,28 unités	9,21 unités	9,01 unités	9,41 unités	1,01
	5,46 unités	5,4 unités	5,15 unités	5,55 unités	1,02
<b>Morpholine</b>	3,03	2,8	2,38	3,22	1,08
	10	9,6	8,16	11,04	1,04
	36,6	35	29,75	40,25	1,05
<b>Lithium (en D<sub>2</sub>O)</b>	0,091	0,09	0,0828	0,0972	1,01
	1,12	1,1	1,012	1,188	1,02

TABLEAU C8 (SUITE): RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ 2009:  
INTERCOMPARAISON COGIS 50 (PARAMÈTRES CHIMIQUES)

ANALYSES	RÉSULTATS (ppm si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
Fluor	0,007155	0,0075	0,006375	0,008625	0,95
NO <sub>3</sub>	0,00572	0,006	0,0051	0,0069	0,95
NH <sub>3</sub>	0,135	0,2	0,16	0,24	0,68
	3,22	3,7	2,96	4,44	0,87
Bore (en D <sub>2</sub> O)	0,090	0,09	0,0765	0,1035	1,00
	3,6	3,5	2,975	4,025	1,03
	4 004	3 800	3 230	4 370	1,05
Gadolinium	34,76	35	33,25	36,75	0,99
	8 838	7 800	7 410	8 190	1,13
TSS	111	94	75,2	112,8	1,18
	439	420	336	504	1,05
TOC	1,73	1,5	1,2	1,8	1,15
	6,07	5,9	4,72	7,08	1,03
D <sub>2</sub> O	0,46 %	0,45 %	0,36 %	0,54 %	1,01
	0,95 %	0,95 %	0,76 %	1,14 %	1,00
D <sub>2</sub>	2,82 %	2,81 %	2,529 %	3,091 %	1,00
	0,94 %	0,938 %	0,8442 %	1,0318 %	1,00
O <sub>2</sub>	0,19 %	0,2 %	0,18 %	0,22 %	0,94
	0,87 %	0,92 %	0,828 %	1,012 %	0,95
N <sub>2</sub>	1,34 %	1,41 %	1,269 %	1,551 %	0,95
	0,37 %	0,382 %	0,3438 %	0,4202 %	0,98

**TABLEAU C9: RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE-QUALITÉ POUR 2009:  
INTERCOMPARAISON COGIS 50 (PARAMÈTRES RADIOLOGIQUES)**

ANALYSES	RÉSULTATS ( $\mu\text{Ci/kg}$ si non spécifié)				G2/COGIS
	G2	Valeur attendue COGIS	Limite inférieure COGIS	Limite supérieure COGIS	
$^3\text{H}$ bas	7,58	3,8	3,42	4,18	1,99
$^3\text{H}$ élevé	230,6	225	202,5	247,5	1,02
$^3\text{H}$ très élevé	7,90 Ci/kg	7,4 Ci/kg	6,66 Ci/kg	8,14 Ci/kg	1,07
<b>Bêta</b>	917 dpm/filtre	900 dpm/filtre	810 dpm/filtre	990 dpm/filtre	1,02
$^{241}\text{Am}$	3,59	3,63	3,267	3,993	0,99
$^{109}\text{Cd}$	20,22	19,41	17,469	21,351	1,04
$^{57}\text{Co}$	0,79	0,77	0,693	0,847	1,03
$^{139}\text{Ce}$	1,05	1,02	0,918	1,122	1,03
$^{203}\text{Hg}$	2,64	2,77	2,493	3,047	0,95
$^{113}\text{Sn}$	3,66	3,76	3,384	4,136	0,97
$^{85}\text{Sr}$	4,87	4,70	4,230	5,170	1,04
$^{137}\text{Cs}$	3,37	3,37	3,033	3,707	1,00
$^{88}\text{Y}$	7,79	7,67	6,903	8,437	1,02
$^{60}\text{Co}$	3,77	3,81	3,429	4,191	0,99
$^{14}\text{C}$ bas	37,3	35,10	31,59	38,61	1,06
$^{14}\text{C}$ élevé	222	210,00	189	231	1,06