

# ***Résultats de la surveillance de l'environnement des installations de Gentilly-2***

---

**Rapport annuel 2017**

---

Rapport technique G2-RT-2018-00518-002

Version finale

**Avril 2018**



# Résultats de la surveillance de l'environnement des installations de Gentilly-2

Document    ☒ Public  
                 ☐ Non public  
                 ☐ Confidentiel

---

## Rapport annuel 2017

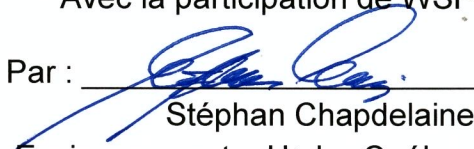
---

Rapport technique G2-RT-2018-00518-002

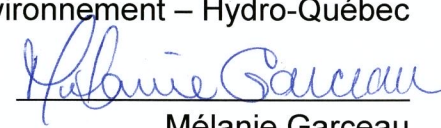
Version finale

Avec la participation de WSP

Par :

  
Stéphan Chapdelaine

Chargé d'équipe – Environnement – Hydro-Québec

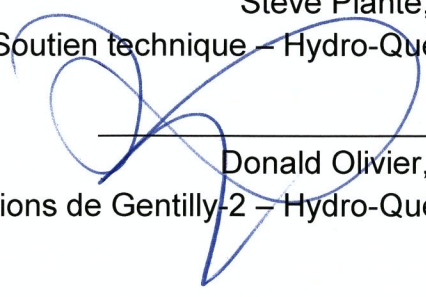
  
Mélanie Garceau

Environnement – Hydro-Québec

Approuvé par :

  
Steve Plante, ing.

Chef Soutien technique – Hydro-Québec

  
Donald Olivier, ing.

Directeur Installations de Gentilly-2 – Hydro-Québec

Hydro-Québec Production  
Avril 2018



## Sommaire

En vertu de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, l'ensemble des volets qu'impliquent l'opération de systèmes et le déclassement d'une installation nucléaire est réglementé par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Pour les installations de Gentilly-2, les exigences légales à l'égard de ces activités sont toutes assumées par Hydro-Québec, dont celle de la surveillance de l'environnement et des rejets radiologiques. À ce propos, la CCSN délivrait à Hydro-Québec, en juin 2016, un *Permis de déclassement d'un réacteur de puissance* (PDRP 10.00/2026). Ce permis, valide jusqu'en juin 2026, encadre toutes les activités qui se déroulent aux installations d'Hydro-Québec à Gentilly-2. Il est de plus assorti de conditions, toutes colligées au *Manuel des conditions de permis* (MCP-Gentilly-2-R000).

Deux différents plans de surveillance de l'environnement sont toujours appliqués aux installations de Gentilly-2. Ils couvrent distinctement les aspects physicochimiques et radiologiques. Ils ont été approuvés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) ainsi que par la CCSN. Bien que l'installation nucléaire de Gentilly-2 ait définitivement cessé de produire de l'électricité le 28 décembre 2012, ces deux plans demeurent en vigueur pour la période où l'installation est en état de stockage sûr. Ils prévoient l'échantillonnage et l'analyse de plusieurs matrices environnementales liées à la dispersion des effluents liquides et atmosphériques. Ces analyses sont réalisées par les laboratoires d'Hydro-Québec ou par des laboratoires externes accrédités, selon les paramètres. Les éléments des plans de surveillance sont basés sur des aspects réglementés ou sur des constats issus d'études environnementales antérieures. Leur adaptation périodique permet notamment d'y intégrer certains éléments pouvant découler de nouvelles exigences réglementaires, ou encore d'autres jugés pertinents par Hydro-Québec. Les plus récentes adaptations de ces deux plans peuvent faire en sorte que certains résultats des dernières années ne s'inscrivent pas nécessairement dans une continuité lorsqu'un long historique de résultats est présenté et analysé.

Au cours de l'année 2017, la réalisation d'étapes importantes liées à la préparation de la période de dormance des installations de Gentilly-2 s'est traduite par une hausse des concentrations de radioactivité aux effluents radioactifs liquides et gazeux, en comparaison de l'année précédente. Certaines augmentations ont été marquées, principalement celles des effluents liquides. Cependant, toutes, sans exception, sont demeurées en deçà d'une activité radiologique équivalente à un centième de la limite opérationnelle dérivée (LOD), qu'elle soit hebdomadaire, mensuelle ou annuelle. Aux mois de juin à novembre 2017, Hydro-Québec a complété avec succès la troisième et dernière phase de gestion des résines échangeuses d'ions dédiées à la purification des systèmes nucléaires, permettant leur transfert à l'installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). Ce sont principalement ces manœuvres qui ont amené des variations, anticipées, des concentrations de radioactivité aux effluents.

Aussi, la reprise soutenue des travaux de traitement des inventaires de chiffons contaminés a occasionné une hausse de l'activité de tritium aux effluents liquides lors des derniers mois de l'année 2017. Cette variation était également anticipée et avait été documentée à l'analyse des impacts possibles à la réalisation de ces travaux. Ce chantier devrait par ailleurs reprendre ses activités au cours de l'année 2018 puisque les barils contenant ce type de déchets n'ont pas encore tous été traités.

L'année 2017 a par ailleurs été marquée par l'adoption de nouvelles valeurs de LOD, toutes appliquées à compter du second semestre. Un processus d'examen, de révision et de publication des nouvelles LOD avait été entamé avant la délivrance de l'actuel permis de déclassement, mais leur application devait être précédée d'une acceptation par le personnel de la CCSN, tel que le stipule le *Manuel des conditions de permis*. Des modifications importantes aux réels modes d'exposition de certains groupes de population, des changements aux paramètres de transfert des produits d'origine animale ainsi qu'aux régimes de fonctionnement des pompes, dont le refoulement est conduit au canal de rejet des installations de Gentilly-2, soutenaient cette révision. Tout au long de l'année 2017, aucune mesure d'activité radiologique n'a atteint un seuil équivalent à 1 % des LOD, anciennes ou actuelles, ni pour les effluents radioactifs liquides, ni pour les effluents radioactifs gazeux. Pour les premiers, l'activité radiologique maximale fut équivalente à 0,32 % LOD (carbone-14), sur une base mensuelle, alors que pour les seconds, l'activité radiologique maximale fut plutôt équivalente à 0,20 % LOD (carbone-14), cette fois sur une base hebdomadaire.

L'année 2017 fut aussi marquée par la mise en service autorisée de deux nouveaux modules CANSTOR. Ces derniers sont destinés au stockage à sec du combustible nucléaire irradié toujours présent en piscines. Construits l'année précédente, un de ces modules a été utilisé dans le cadre de la campagne annuelle de transfert de 2017. À cet égard, le Gouvernement du Québec avait publié le décret 320-2016 qui confirmait notamment un changement de site de construction pour ces deux modules, soit celui de l'IGDRS plutôt que l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI).

Contrairement aux dernières années, la consommation d'eau de refroidissement n'a pas diminué de façon significative au cours de l'année 2017. Un plan d'intervention spécifique appliqué pendant la dernière phase de gestion des résines échangeuses d'ions a nécessité l'utilisation d'une plus grande quantité d'eau, à l'été et à l'automne.

En 2017, la dose annuelle de rayonnements induite aux membres représentatifs de la population la plus exposée, à proximité des installations de Gentilly-2, a été estimée à 7  $\mu\text{Sv}$ . Cette estimation correspond à moins d'un pour cent de la limite fixée par la CCSN pour une dose efficace légale induite à la population à 1 mSv (1 000  $\mu\text{Sv}$ ).

À la lueur des encadrements réglementaires cités au *Permis de déclassement d'un réacteur de puissance* et au *Manuel des conditions de permis*, les résultats et constats issus de la surveillance environnementale démontrent que les impacts découlant des activités d'opération de systèmes et de déclassement des installations de Gentilly-2 sont faibles, et pour la majorité imperceptibles au-delà de la zone d'exclusion du site.

# Liste de distribution

## *Copies électroniques :*

### **Hydro-Québec Installations de Gentilly-2 :**

|                      |                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------|
| Donald Olivier, ing. | Directeur Installations de Gentilly-2                |
| Steve Plante, ing.   | Chef Soutien technique                               |
| Alain Gosselin       | Chef Maintenance                                     |
| Pascal Ouellet       | Chef Comptabilité, immobilisation et investissements |
| Mathieu Boucher      | Chef Relations avec les autochtones                  |
| Véronique Trépanier  | Conseillère Relations avec le milieu                 |
| Francis Labbé        | Conseiller Stratégies de communication d'entreprise  |
| Archives Gentilly-2  | Centre de documentation (version originale)          |

### **Hydro-Québec Vice-présidence Affaires corporatives et Secrétariat général :**

|                      |                                         |
|----------------------|-----------------------------------------|
| André Besner         | Directeur Environnement                 |
| Louis-Philippe Houle | Chef Soutien environnemental Centre-sud |

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

|                  |                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Pierre Thibeault | 200, chemin Sainte-Foy, 11 <sup>e</sup> étage, Québec, G1R 4X6 |
| Josée Belley     | 5195, boul. des Forges, bureau 55, Trois-Rivières, G8Y 4Z3     |

## *Copies officielles (format papier) :*

### **Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) :**

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

|                   |                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| Hatem Khouaja (2) | Directeur (intérim), Div. du programme de la réglementation |
| Karine Glenn      | Directrice, Div. des déchets et du déclassé                 |
| Bruno Romanelli   | Agent principal du programme de réglementation              |
| Josée Giguère     | Agente du programme de réglementation                       |
| Josué Wamegni     | Spécialiste de programmes environnementaux                  |
| CCSN - Gentilly   | Bureau CCSN G2 – 2 <sup>e</sup> BAST NORD                   |

### **Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) :**

|                 |                                              |
|-----------------|----------------------------------------------|
| Réjean Lapointe | 1579, boul. Louis-Frédette, Nicolet, J3T 2A5 |
|-----------------|----------------------------------------------|

### **Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) :**

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

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

Martin Beaumont 858, Terrasse Turcotte, Trois-Rivières, G9A 5C5  
Marco Desjardins 550, rue Bonaventure, Trois-Rivières, G9A 2B5

**Santé Canada :**

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

**Grand conseil de la nation Waban-Aki :**

Denys Bernard, dir. général 10175, rue Kolipaio, Wôlinak, G0X 1B0

**Conseil des Abénakis d'Odanak :**

Richard O'Bomsawin, chef 104, rue Sibosis, Odanak, J0G 1H0

**Conseil des Abénakis de Wôlinak :**

Michel R. Bernard, chef 10120, rue Kolipaio, Wôlinak, G0X 1B0

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

Serge Bournival 4655, rue Saint-Joseph, C. P. 368, Trois-Rivières, G9A 5H3  
Lauréanne Daneau 580, rue Barkoff, Trois-Rivières, G8T 9T7

**Ville de Bécancour :**

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

**Municipalité de Champlain :**

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

**Municipalité de Saint-Pierre-Les-Becquets :**

Éric Dupont 110, rue des Loisirs, Saint-Pierre-Les-Becquets, G0X 2Z0

**Bruce Power :**

Cheryl Smith C.P. 1540, 177 Tie Rd, Tiverton (Ontario), N0G 2T0

**Ontario Power Generation :**

Pickering Information Center 1675 Montgomery Park Rd, Pickering (Ontario), L1V 2R5  
Darlington Information Center 1855 Energy Dr, Courtice, (Ontario), L1E 0E7

**New Brunswick Electric Power Commission :**

Joe McCulley 515, rue King, C. P. 2000 Succ A Fredericton  
(Nouveau-Brunswick), E3B 4X1

# Table des matières

|         |                                                                                                   |      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1       | Introduction.....                                                                                 | 1-1  |
| 2       | Résultats du suivi des effluents – volet radiologique.....                                        | 2-1  |
| 2.1     | Effluents gazeux .....                                                                            | 2-1  |
| 2.2     | Effluents liquides .....                                                                          | 2-9  |
| 2.2.1   | Réservoirs de récupération des eaux radioactives .....                                            | 2-14 |
| 2.2.2   | Drainage pluvial .....                                                                            | 2-15 |
| 2.2.3   | Eaux usées sanitaires .....                                                                       | 2-16 |
| 3       | Résultats du suivi des effluents – volet physicochimique .....                                    | 3-1  |
| 3.1     | Émissions atmosphériques.....                                                                     | 3-1  |
| 3.1.1   | Consommation de produits pétroliers.....                                                          | 3-1  |
| 3.1.2   | Gaz réfrigérants .....                                                                            | 3-2  |
| 3.2     | Effluents liquides .....                                                                          | 3-2  |
| 3.2.1   | Eau brute de refroidissement.....                                                                 | 3-2  |
| 3.2.1.1 | Effluent final de l'EBR.....                                                                      | 3-3  |
| 3.2.1.2 | Réservoirs de récupération des eaux radioactives .....                                            | 3-3  |
| 3.2.2   | Eaux usées sanitaires .....                                                                       | 3-4  |
| 3.2.3   | Eaux de surface – drainage pluvial.....                                                           | 3-5  |
| 4       | Autres engagements de suivi .....                                                                 | 4-1  |
| 4.1     | Séparateur eau-huile .....                                                                        | 4-1  |
| 4.2     | Suivi des eaux souterraines au pourtour des installations de stockage de déchets radioactifs..... | 4-1  |
| 4.3     | Matières dangereuses utilisées au travail .....                                                   | 4-3  |
| 5       | Consommation d'eau .....                                                                          | 5-1  |
| 6       | Matières dangereuses et autres matières résiduelles.....                                          | 6-1  |
| 6.1     | Matières dangereuses résiduelles .....                                                            | 6-1  |
| 6.2     | Biomasse et autres matières résiduelles .....                                                     | 6-2  |
| 7       | Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement .....                               | 7-1  |
| 8       | Surveillance radiologique du milieu environnant.....                                              | 8-1  |
| 8.1     | Radionucléides retrouvés dans l'environnement .....                                               | 8-1  |
| 8.2     | Surveillance atmosphérique.....                                                                   | 8-2  |
| 8.2.1   | Ambiance gamma.....                                                                               | 8-2  |
| 8.2.2   | Tritium.....                                                                                      | 8-12 |
| 8.2.3   | Carbone-14.....                                                                                   | 8-22 |
| 8.2.4   | Aérosols.....                                                                                     | 8-27 |

|       |                                                                                        |      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 8.3   | Surveillance de l'eau .....                                                            | 8-30 |
| 8.3.1 | Précipitations .....                                                                   | 8-30 |
| 8.3.2 | Eaux de surface .....                                                                  | 8-34 |
| 8.3.3 | Eaux d'infiltration.....                                                               | 8-38 |
| 8.3.4 | Eaux souterraines .....                                                                | 8-41 |
| 8.3.5 | Eau potable .....                                                                      | 8-44 |
| 8.4   | Surveillance des sols et des sédiments .....                                           | 8-44 |
| 8.4.1 | Sols arables .....                                                                     | 8-45 |
| 8.4.2 | Sédiments dynamiques .....                                                             | 8-45 |
| 8.5   | Surveillance de la faune et de la flore .....                                          | 8-47 |
| 8.5.1 | Plantes fourragères.....                                                               | 8-47 |
| 8.5.2 | Plantes aquatiques.....                                                                | 8-47 |
| 8.5.3 | Mollusques.....                                                                        | 8-48 |
| 8.5.4 | Poissons .....                                                                         | 8-49 |
| 8.6   | Surveillance des produits comestibles .....                                            | 8-51 |
| 8.7   | Données météorologiques .....                                                          | 8-52 |
| 8.8   | Facteurs de dispersion atmosphérique.....                                              | 8-56 |
| 9     | Estimation de la dose de rayonnements aux membres représentatifs de la population..... | 9-1  |
| 9.1   | Groupes récepteurs .....                                                               | 9-1  |
| 9.2   | Doses par voies d'exposition.....                                                      | 9-2  |
| 9.3   | Historique de dose .....                                                               | 9-5  |
| 10    | Programme d'intercomparaison du laboratoire et omissions aux plans .....               | 10-1 |
| 10.1  | Intercomparaison du laboratoire.....                                                   | 10-1 |
| 10.2  | Omissions aux plans de surveillance environnementale .....                             | 10-1 |
| 11    | Conclusion.....                                                                        | 11-1 |
| 12    | Références .....                                                                       | 12-1 |

## Annexes

|   |                                                        |
|---|--------------------------------------------------------|
| A | Cartes et schéma                                       |
| B | PSE, PSRE et modalités d'échantillonnage et d'analyses |
| C | Aspect statistique des résultats                       |
| D | Programme d'intercomparaison                           |

## Tableaux

|               |                                                                                                                                                                                    |      |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tableau 2-1 : | Principales limites de rejets radioactifs gazeux à l'installation nucléaire de Gentilly-2 en 2017 .....                                                                            | 2-2  |
| Tableau 2-2 : | Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour le premier semestre de l'année 2017 ..... | 2-6  |
| Tableau 2-3 : | Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour le second semestre de l'année 2017 .....  | 2-7  |
| Tableau 2-4 : | Principales limites de rejets radioactifs liquides à l'installation nucléaire de Gentilly-2 en 2017 .....                                                                          | 2-9  |
| Tableau 2-5 : | Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des effluents liquides à l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                    | 2-13 |
| Tableau 2-6 : | Activité des principaux radionucléides dans les systèmes de drainage pluvial des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                               | 2-16 |
| Tableau 3-1 : | Quantité de produits pétroliers consommés aux installations de Gentilly-2 pour la période 2014-2017 .....                                                                          | 3-1  |
| Tableau 3-2 : | Sommaire des résultats des mesures de pH et des essais de toxicité dans l'eau de l'effluent de l'EBR en 2017 .....                                                                 | 3-3  |
| Tableau 3-3 : | Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de récupération des eaux radioactives de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                       | 3-4  |
| Tableau 3-4 : | Résultats d'analyses de l'eau de l'effluent du système de traitement des eaux usées sanitaires des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                             | 3-4  |
| Tableau 3-5 : | Résultats d'analyses des systèmes de drainage pluvial des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                                      | 3-5  |
| Tableau 4-1 : | Résultats d'analyses physicochimiques des eaux souterraines prélevées au pourtour des installations de déchets radioactifs de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                   | 4-2  |
| Tableau 4-2 : | Mesures des niveaux piézométriques aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                                                         | 4-2  |
| Tableau 4-3 : | Consommation de produits chimiques aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                                                         | 4-3  |

|               |                                                                                                                                                                              |      |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tableau 6-1 : | Quantité de matières dangereuses résiduelles générées aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                                | 6-1  |
| Tableau 6-2 : | Quantité de matières résiduelles recyclées ou éliminées aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                              | 6-2  |
| Tableau 7-1 : | Quantité de produits liquides déversés accidentellement dans l'environnement aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                         | 7-1  |
| Tableau 8-1 : | Radioactivité maximale mesurée dans les sols arables prélevés aux trois fermes collaborant au PSRE pour l'année 2017.....                                                    | 8-45 |
| Tableau 8-2 : | Radioactivité maximale mesurée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017.....                   | 8-46 |
| Tableau 8-3 : | Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques récoltées dans le fleuve Saint-Laurent à la station PA2 en 2017.....                                                       | 8-48 |
| Tableau 8-4 : | Radioactivité mesurée dans la coquille et la chair de mollusques récoltés dans le fleuve Saint-Laurent près de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017..... | 8-49 |
| Tableau 8-5 : | Espèces de poissons pêchés à l'anse à Lemarier et concentrations des radionucléides mesurées en 2017.....                                                                    | 8-50 |
| Tableau 9-1 : | Dose annuelle de rayonnements aux membres du groupe le plus représentatif de la population en 2017 (modèle IMPACT 5.5.1).....                                                | 9-3  |
| Tableau 9-2 : | Comparaison des doses annuelles de rayonnements de l'année 2017 selon la provenance des données météorologiques.....                                                         | 9-5  |

## Figures

|              |                                                                                                                                                                                 |      |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 2-1 : | Présence de tritium aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017 .....             | 2-3  |
| Figure 2-2 : | Présence de carbone-14 aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017 .....          | 2-4  |
| Figure 2-3 : | Présence d'aérosols radioactifs aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017 ..... | 2-5  |
| Figure 2-4 : | Rejets radioactifs gazeux annuels de l'installation nucléaire de Gentilly-2 exprimés en % LOD pour la période 1998-2017 .....                                                   | 2-8  |
| Figure 2-5 : | Présence de tritium aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017.....            | 2-10 |
| Figure 2-6 : | Présence de carbone-14 aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017 .....        | 2-11 |

|               |                                                                                                                                                                                   |      |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 2-7 :  | Présence d'activité bêta totale aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017 ..... | 2-12 |
| Figure 2-8 :  | Rejets radioactifs liquides annuels de l'installation nucléaire de Gentilly-2 exprimés en % LOD pour la période 1998-2017.....                                                    | 2-14 |
| Figure 5-1 :  | Consommation d'eau de procédé aux installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017 .....                                                                                     | 5-1  |
| Figure 5-2 :  | Consommation d'eau potable aux installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017 .....                                                                                        | 5-2  |
| Figure 6-1 :  | Biomasse captée à la station de pompage des installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017 .....                                                                           | 6-2  |
| Figure 8-1 :  | Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-3, 6, 7, 8, 10, 11 et 12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2017.....                          | 8-3  |
| Figure 8-2 :  | Dose annuelle gamma aux stations de contrôle SCR-1, 3, 6, 7, 8, 10, 11 et 12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2013-2017 .....                       | 8-3  |
| Figure 8-3 :  | Ambiance gamma trimestrielle au périmètre sécurisé de l'installation pour l'année 2017 .....                                                                                      | 8-4  |
| Figure 8-4 :  | Dose annuelle gamma au périmètre sécurisé de l'installation pour la période 2016-2017 .....                                                                                       | 8-5  |
| Figure 8-5 :  | Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR pour l'année 2017 .....                                                                                                       | 8-6  |
| Figure 8-6 :  | Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2013-2017 .....                                                                                                        | 8-7  |
| Figure 8-7 :  | Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2017.....                                                                                                       | 8-8  |
| Figure 8-8 :  | Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS pour la période 2013-2017 .....                                                                                                       | 8-10 |
| Figure 8-9 :  | Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2017 .....                                                                                                      | 8-11 |
| Figure 8-10 : | Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2013-2017 .....                                                                                                       | 8-12 |
| Figure 8-11 : | Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux stations Poste-1, Poste-2, SCR-6 à SCR-8 et SCR-10 à SCR-12 (zone d'exclusion) pour l'année 2017 .....                            | 8-14 |
| Figure 8-12 : | Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux stations Poste-1, Poste-2 et SCR-6 à SCR-12 (zone d'exclusion) pour la période 2013-2017 .....                             | 8-15 |
| Figure 8-13 : | Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux stations NORD-1, SUD-1, EST-1 à EST-3, OUEST-1 et à la station de référence pour l'année 2017.....                                | 8-16 |
| Figure 8-14 : | Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux stations NORD-1, SUD-1, EST-1 à EST-3, OUEST-1 et OUEST-2 et à la station de référence pour la période 2013-2017.....      | 8-17 |

|               |                                                                                                                                                                                                                    |      |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 8-15 : | Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2017 .....                                                                                                                                      | 8-18 |
| Figure 8-16 : | Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'IGDRS pour la période 2013-2017 .....                                                                                                                       | 8-19 |
| Figure 8-17 : | Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'ASDR pour l'année 2017 .....                                                                                                                                       | 8-20 |
| Figure 8-18 : | Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'ASDR pour la période 2013-2017 .....                                                                                                                        | 8-21 |
| Figure 8-19 : | Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SUD-1 et SCR-3, SCR-4, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2017 .....                              | 8-23 |
| Figure 8-20 : | Activité annuelle moyenne en carbone-14 atmosphérique aux stations SUD-1, SCR-1, SCR-3, SCR-4, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 et SCR-12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2013-2017 ..... | 8-25 |
| Figure 8-21 : | Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                                                                            | 8-26 |
| Figure 8-22 : | Activité annuelle moyenne en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour la période 2013-2017 .....                                                                             | 8-27 |
| Figure 8-23 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés aux stations SUD-1, SCR-8, SCR-11, SCR-12 et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                          | 8-28 |
| Figure 8-24 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                                                          | 8-29 |
| Figure 8-25 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                                                           | 8-30 |
| Figure 8-26 : | Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-2 à SCR-5, SCR-8, SCR-12, SUD-1, EST-2 et de référence pour l'année 2017 .....                                             | 8-31 |
| Figure 8-27 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les précipitations aux stations SCR-2 à SCR-5, SCR-8, SCR-12, SUD-1, EST-2 et de référence pour l'année 2017 .....                                            | 8-32 |
| Figure 8-28 : | Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                                               | 8-33 |
| Figure 8-29 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les précipitations aux stations IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2017 .....                                                              | 8-34 |
| Figure 8-30 : | Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017 .....                                                                                | 8-35 |
| Figure 8-31 : | Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour la période 2013-2017 .....                                                                         | 8-36 |

|               |                                                                                                                                                                           |      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure 8-32 : | Moyenne mensuelle de l'activité bêta totale dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017 .....                                      | 8-37 |
| Figure 8-33 : | Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017 .....                                   | 8-39 |
| Figure 8-34 : | Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour la période 2013-2017 .....                            | 8-40 |
| Figure 8-35 : | Moyenne mensuelle de l'activité bêta totale dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017 .....                               | 8-41 |
| Figure 8-36 : | Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors site pour l'année 2017 .....                              | 8-42 |
| Figure 8-37 : | Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour la période 2013-2017 .....                  | 8-43 |
| Figure 8-38 : | Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017 .....                                 | 8-44 |
| Figure 8-39 : | Rose de l'origine des vents au site des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017 .....                                                                               | 8-54 |
| Figure 8-40 : | Rose de l'origine des vents au site des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017 .....                                                                       | 8-55 |
| Figure 8-41 : | Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017 .....                                       | 8-57 |
| Figure 9-1 :  | Dose annuelle de rayonnements estimée pour un membre représentatif de la population liée à l'exploitation des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017 ..... | 9-6  |
| Figure 9-2 :  | Comparaison de doses de rayonnements typiques pouvant affecter la population canadienne .....                                                                             | 9-7  |

## Liste des abréviations

|                                     |                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACNOR                               | Association Canadienne de <b>NOR</b> malisation                                                                                                                   |
| ASDR                                | Aire de Stockage des <b>D</b> échets <b>R</b> adioactifs                                                                                                          |
| ASSCI                               | Aire de Stockage à Sec du <b>C</b> ombustible <b>I</b> rradié                                                                                                     |
| CA                                  | Certificat d' <b>A</b> utorisation du MDDELCC                                                                                                                     |
| CANDU                               | <b>CAN</b> ada <b>D</b> euterium <b>U</b> ranium                                                                                                                  |
| CANSTOR                             | <b>CANDU STOR</b> age, module de stockage à sec du combustible irradié                                                                                            |
| CCSN                                | Commission Canadienne de Sûreté <b>Nucléaire</b>                                                                                                                  |
| CFC                                 | <b>ChloroFluoroCarbures</b>                                                                                                                                       |
| CRMC                                | Centre de <b>R</b> écupération de <b>M</b> atières <b>C</b> ontaminées                                                                                            |
| CRMD                                | Centre de <b>R</b> écupération des <b>M</b> atières <b>D</b> angereuses                                                                                           |
| DBO <sub>5</sub>                    | <b>D</b> emande <b>B</b> iochimique en <b>O</b> xygène pour 5 jours                                                                                               |
| DTL                                 | <b>D</b> osimètre <b>T</b> hermo <b>L</b> uminescent                                                                                                              |
| EBA                                 | <b>E</b> au <b>B</b> rute d' <b>A</b> limentation                                                                                                                 |
| EBR                                 | <b>E</b> au <b>B</b> rute de <b>R</b> efroidissement                                                                                                              |
| EDC                                 | <b>E</b> au <b>D</b> e <b>C</b> irculation                                                                                                                        |
| EDFMA                               | <b>E</b> nceinte de <b>D</b> échets de <b>F</b> aible et de <b>M</b> oyenne <b>A</b> ctivité                                                                      |
| ERA                                 | <b>E</b> nvironmental <b>R</b> esource <b>A</b> ssociates                                                                                                         |
| ESR                                 | <b>E</b> au de <b>S</b> ervice <b>R</b> ecirculée                                                                                                                 |
| ÉSS                                 | <b>É</b> tat de <b>S</b> tockage <b>S</b> ûr                                                                                                                      |
| HCFC                                | <b>H</b> ydro <b>C</b> hloro <b>F</b> luoro <b>C</b> arbures                                                                                                      |
| HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> | <b>H</b> ydrocarbures <b>P</b> étroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>                                                                                         |
| IGDRS                               | <b>I</b> nstallation de <b>G</b> estion des <b>D</b> échets <b>R</b> adioactifs <b>S</b> olides                                                                   |
| IRSN                                | <b>I</b> nstitut de <b>R</b> adioprotection et de Sûreté <b>Nucléaire</b>                                                                                         |
| LD                                  | <b>L</b> imite de <b>D</b> étection                                                                                                                               |
| LOD                                 | <b>L</b> imite <b>O</b> opérationnelle <b>D</b> érivée                                                                                                            |
| MDDELCC                             | <b>M</b> inistère du <b>D</b> éveloppement <b>D</b> urable, de l' <b>E</b> nvironnement et de la <b>L</b> utte contre les <b>C</b> hangements <b>C</b> limatiques |
| MDR                                 | <b>M</b> atières <b>D</b> angereuses <b>R</b> ésiduelles                                                                                                          |
| MES                                 | <b>M</b> atières <b>E</b> n <b>S</b> uspension                                                                                                                    |

|      |                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| MR   | <b>M</b> atières <b>R</b> ésiduelles                                                   |
| PIPB | <b>P</b> arc <b>I</b> ndustriel et <b>P</b> ortuaire de <b>B</b> écancour              |
| PISE | <b>P</b> rogramme <b>I</b> ndépendant de <b>S</b> urveillance <b>E</b> nvironnementale |
| PSE  | <b>P</b> lan de <b>S</b> urveillance de l' <b>E</b> nvironnement                       |
| PSRE | <b>P</b> lan de <b>S</b> urveillance <b>R</b> adiologique de l' <b>E</b> nvironnement  |
| RMCQ | <b>R</b> éseau <b>M</b> étéorologique <b>C</b> oopératif du <b>Q</b> uébec             |
| SCR  | <b>S</b> tation de <b>C</b> ontrôle <b>R</b> adiologique                               |
| UTa  | <b>U</b> nité de <b>T</b> oxicité <b>a</b> igüe                                        |
| UTc  | <b>U</b> nité de <b>T</b> oxicité <b>c</b> hronique                                    |
| UTE  | <b>U</b> sine de <b>T</b> raitement des <b>E</b> aux                                   |



# 1 Introduction

Le rapport intitulé *Résultats de la surveillance de l'environnement des installations de Gentilly-2* (G2-RT-2018-00518-002) présente les données issues des deux plans qui ont régi la surveillance environnementale au cours de l'année 2017, au site des installations de Gentilly-2. Ces résultats regroupent l'ensemble des valeurs d'analyses radiologiques et physicochimiques. Le rapport présente également des constats relatifs à d'autres engagements réglementaires auxquels les installations de Gentilly-2 doivent toujours se conformer, et ce, malgré la cessation définitive des activités de production d'énergie survenue à la fin de l'année 2012.

Conformément à l'actuelle version de son *Permis de déclasser d'un réacteur de puissance* (PDRP 10.00/2026), Hydro-Québec publie le présent rapport annuel selon les modalités du document d'application de la réglementation REGDOC 3.1.1 intitulé *Rapports à soumettre par les exploitants de centrales nucléaires, exigences relatives à la production de rapports*.

En juin 2017, Hydro-Québec produisait et transmettait aux organismes réglementaires la révision 1 du *Plan de surveillance radiologique de l'environnement des installations de Gentilly-2 en état de stockage sûr* (PSRE). Les nouvelles modalités de surveillance stipulées dans ce document (Hydro-Québec, 2017a) ont par ailleurs été mises en vigueur le 10 juillet de la même année. Cette plus récente adaptation considère la cessation des activités liées au lieu d'élimination des neiges usées du site, l'évolution documentée du terme source statuant sur la nature, la quantité et la cinétique des rejets radioactifs d'une installation nucléaire en conditions normale ou accidentelle, réelle ou supposée, de même que les récents constats liés à des concentrations de carbone-14 conséquentes de la dispersion des effluents liquides.

Les principaux objectifs du PSRE sont :

- d'effectuer le contrôle radiologique du milieu ;
- de permettre l'évaluation de la dose de rayonnements à la population due à l'opération de systèmes ou au déclasser des installations de Gentilly-2 ;
- de maintenir les techniques analytiques et l'expertise afin de réagir adéquatement en situation d'incident nucléaire ;
- de démontrer aux organismes réglementaires que les impacts environnementaux sont connus, mesurés et demeurent en deçà des limites et des seuils fixés au permis en vigueur.

À l'instar du PSRE, la révision 3 du *Plan de surveillance de l'environnement* (PSE) (Hydro-Québec, 2017b) a également été transmise aux organismes réglementaires en décembre 2017. Les nouvelles modalités de ce document (G2-RT-2014-00518-01) n'ont cependant été appliquées qu'au début de l'année 2018. Les résultats figurant au présent rapport annuel respectent donc la version précédente (révision 2) du PSE (Hydro-Québec, 2016).

Tous les changements de la révision 3 du PSE ont été entérinés par le MDDELCC, en respect des exigences prévues à la plus récente modification du certificat d'autorisation (CA) (3211-13-03 7610-17-01-00434-76) permettant la construction de deux modules CANSTOR à l'IGDRS plutôt qu'à l'ASSCI. Les changements au PSE portent principalement sur la cessation des analyses d'hydrazine aux effluents liquides, des suivis du lieu autorisé d'élimination des neiges usées du site, ainsi que des calculs d'émissions liées à la consommation de combustible fossile.

Les principaux objectifs visés par le PSE sont :

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

Les principales sections du présent rapport abordent, dans l'ordre, le suivi des effluents radiologiques gazeux et liquides (chapitre 2), le bilan de consommation de combustible fossile et le suivi physicochimique des effluents liquides (chapitre 3), la reddition de comptes liée à d'autres engagements réglementaires (chapitre 4), la consommation d'eau (chapitre 5), le bilan de la gestion des matières dangereuses et autres matières résiduelles (chapitre 6), les déversements accidentels de contaminants dans l'environnement (chapitre 7), les résultats des analyses effectuées sur une multitude de matrices environnementales (chapitre 8) de même que l'estimation de la dose de rayonnements aux membres représentatifs de la population pour les installations de Gentilly-2 (chapitre 9). Enfin, suivent les résultats de l'exercice d'intercomparaison du laboratoire de radioécologie d'Hydro-Québec à Trois-Rivières ainsi que les omissions aux deux plans de surveillance environnementale appliqués en 2017 (chapitre 10).

## 2 Résultats du suivi des effluents – volet radiologique

Le chapitre 2 présente les résultats de la surveillance radiologique des effluents gazeux et liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017.

### 2.1 Effluents gazeux

Durant toute l'actuelle période de préparation à la dormance, l'installation nucléaire de Gentilly-2 demeurera encore desservie par plusieurs systèmes et composantes qui assurent une ventilation aux bâtiments du réacteur et de la turbine ainsi qu'à plusieurs autres salles du bâtiment des services et des annexes. Bien que l'installation nucléaire ait définitivement cessé toute production d'électricité depuis plus de cinq ans, une part de radioactivité demeurera présente aux rejets gazeux à moyen terme, du moins jusqu'à ce que toute manœuvre impliquant des systèmes radioactifs soit complétée.

Les données du chapitre 2, associées aux effluents radiologiques, sont en partie exprimées en fonction des limites de rejets autorisées par la CCSN. À partir de la limite légale de dose de rayonnements pouvant être reçue par les individus du groupe le plus exposé et d'un modèle de transfert environnemental, il est possible de calculer les limites de rejets radioactifs qui, s'ils étaient maintenus constants toute l'année, procureraient aux individus de ce groupe la dose maximale de rayonnements prescrite pour le public définie par la CCSN. Cette dose efficace maximale se chiffre à 1 mSv par année. Ces limites, spécifiques à chacun des radionucléides, constituent les limites opérationnelles dérivées (LOD), valeurs qui figurent au permis de chacune des installations nucléaires canadiennes, en respect de la réglementation applicable.

Les hypothèses de travail et les méthodes de calcul ayant servi à la détermination des LOD spécifiques, qui étaient en vigueur jusqu'en juin 2017 à l'installation nucléaire de Gentilly-2, ont toutes été déterminées en conformité à la norme de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR, aujourd'hui Groupe CSA) N288.1-08, *Guidelines for calculating derived release limits for radioactive material in airborne and liquid effluents for normal operation of nuclear facilities* (ACNOR, 2008).

Tel que le prescrit le *Manuel des conditions de permis*, Hydro-Québec devait assumer un processus d'examen et de révision des LOD, au moins à une reprise au cours de la période d'autorisation. Cette condition a donc mené à l'adoption de nouvelles valeurs de LOD, mises en vigueur à compter de juillet 2017. Les hypothèses de travail et les calculs ayant soutenu ces nouvelles valeurs ont pour leur part été déterminés en conformité à la norme ACNOR N288.1-14, *Guide de calcul des limites opérationnelles dérivées de matières radioactives dans les effluents gazeux et liquides durant l'exploitation normale des installations nucléaires* (Groupe CSA, 2014).

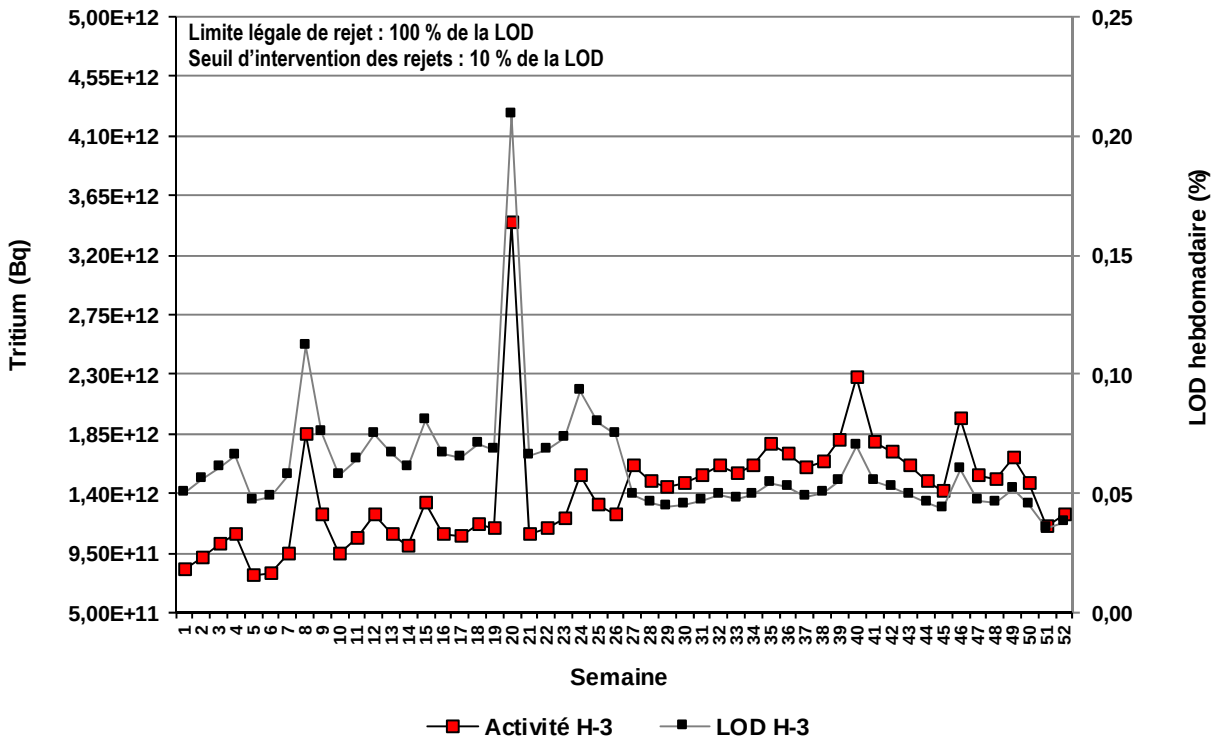
Les radionucléides les plus susceptibles d'être présents dans les émissions gazeuses à la cheminée principale à la suite d'une interruption prolongée de l'exploitation d'un réacteur CANDU sont détaillés au tableau 2-1. Les LOD correspondantes, propres à l'installation nucléaire de Gentilly-2, y figurent également. La longue absence d'un flux neutronique au cœur du réacteur, situation qui perdure depuis la fin de l'année 2012, amène une réduction significative des possibilités d'émissions pour certains radionucléides. À ce titre, la CCSN autorisait Hydro-Québec, en mai 2015, à cesser la surveillance en ligne des taux de rejets de gaz rares et de radioiodes.

**Tableau 2-1 : Principales limites de rejets radioactifs gazeux à l'installation nucléaire de Gentilly-2 en 2017**

| Classification               | Limite de rejet aérien (Bq semaine <sup>-1</sup> ) |                    |
|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|
|                              | Janvier à juin                                     | Juillet à décembre |
| Aérosols ( <sup>60</sup> Co) | 2,33E+10                                           | 1,53E+10           |
| <sup>3</sup> H               | 1,65E+15                                           | 3,26E+15           |
| <sup>14</sup> C              | 3,82E+12                                           | 2,30E+13           |

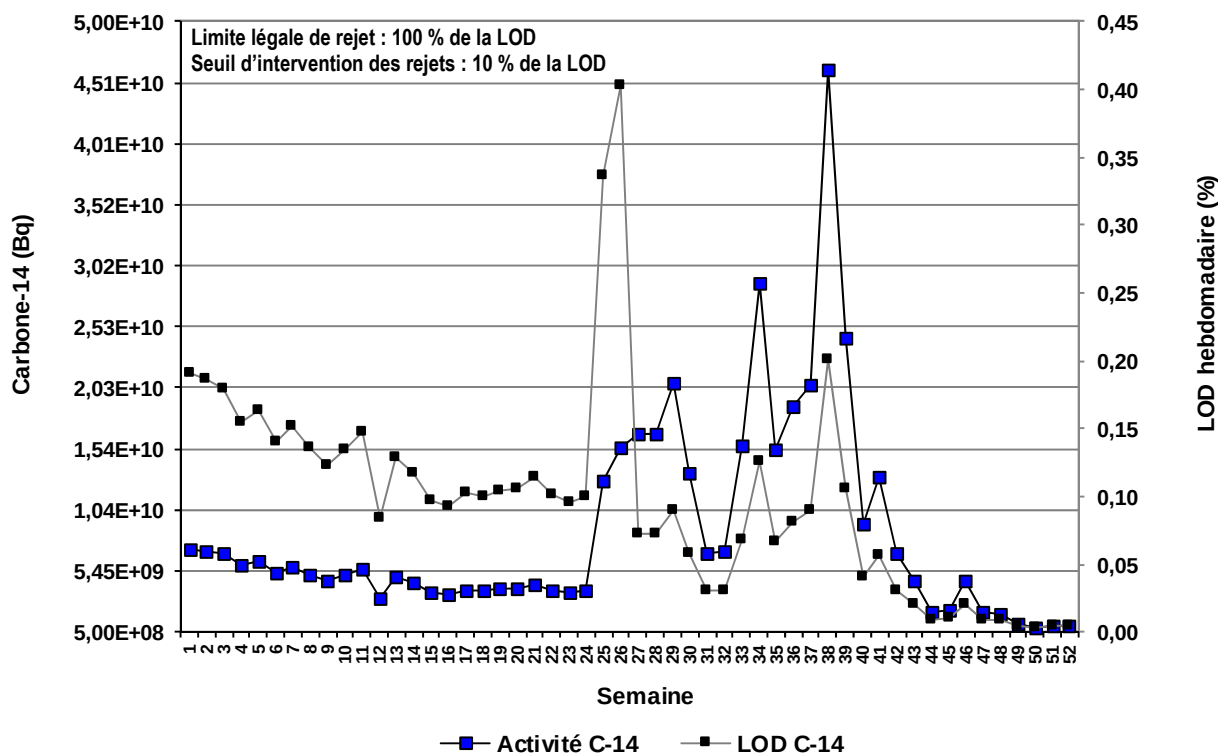
Les figures 2-1 à 2-3 montrent les résultats des principaux radionucléides ayant fait l'objet d'une surveillance aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017. Conformément aux modalités du document d'application de la réglementation concernée, ces rejets sont exprimés en pourcentage des LOD (% LOD) ainsi qu'en sommation d'activité radiologique, sur une base hebdomadaire.

Figure 2-1 : Présence de tritium aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017



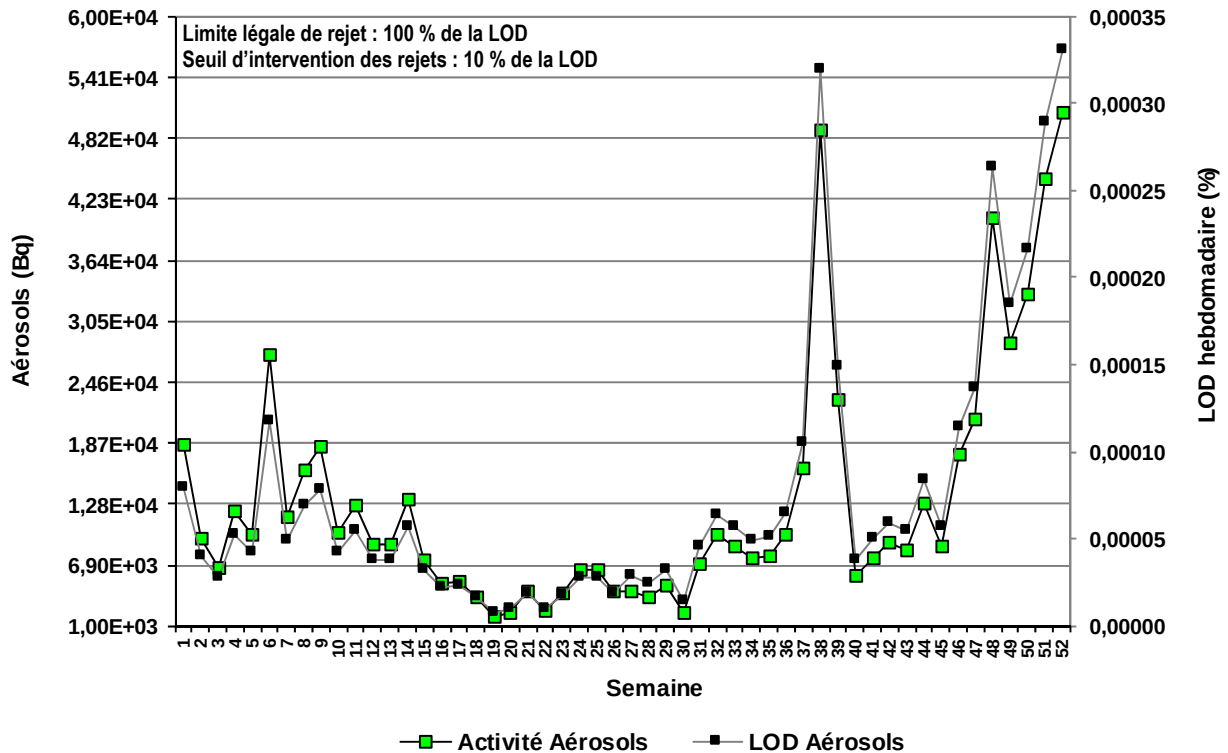
Tout comme au cours des deux années précédentes, l'activité de tritium aux effluents gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 n'a pas été ponctuée de variations importantes en 2017. L'activité hebdomadaire maximale de tritium, équivalente à 0,21 % LOD, a été mesurée à la 20<sup>e</sup> semaine de l'année. Pour quelques journées de cette période, des manœuvres ont été effectuées aux deux vannes de purge de la calandre du réacteur nucléaire. Conjuguées à certaines conditions environnementales ambiantes, relatives à la pression atmosphérique ou au taux d'humidité, ces manœuvres peuvent être à la source de taux de rejets momentanément plus élevés. Pour ces mêmes raisons, des variations similaires de la présence du tritium sont également perçues à l'intérieur de certaines salles des bâtiments.

Figure 2-2 : Présence de carbone-14 aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017



L'activité de carbone-14 aux effluents gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 a pour sa part été influencée de façon plus importante par la troisième et dernière phase de gestion des résines usées échangeuses d'ions. Les valeurs de rejets plus élevées de carbone-14, entre les 25<sup>e</sup> et 43<sup>e</sup> semaines de l'année 2017, correspondent exactement aux semaines où le complément de ces travaux spécifiques de préparation à la dormance s'est déroulé. Ces rejets plus élevés étaient anticipés. L'activité hebdomadaire maximale de carbone-14 relevée en 2017, équivalente à 0,20 % LOD, a quant à elle été mesurée à la 38<sup>e</sup> semaine de l'année. Aux dernières semaines de l'année 2017, soit depuis l'achèvement de ces travaux spécifiques, les émissions de carbone-14 mesurées aux effluents gazeux ont été en baisse marquée.

Figure 2-3 : Présence d'aérosols radioactifs aux rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base hebdomadaire pour l'année 2017



L'activité radiologique bêta totale mesurée aux aérosols filtrés à la sortie de la cheminée a par ailleurs été très faible tout au long de l'année 2017. En fait, l'activité radiologique hebdomadaire maximale, issue des aérosols, a été inférieure à un millième de pour cent de la LOD en vigueur, mesurée à la 52<sup>e</sup> semaine.

Durant toute l'année 2017, la totalité des valeurs hebdomadaires d'activité de tritium, de carbone-14 de même que celles liées aux aérosols a été en deçà d'un ratio équivalent à 1 % LOD. Depuis plusieurs années, les systèmes nucléaires (caloporteur et modérateur) sont drainés alors que les quantités d'eau lourde sont stockées sécuritairement.

Les tableaux 2-2 et 2-3 présentent, par semestre, les valeurs hebdomadaires d'activité pour les radionucléides ou indice de radioactivité d'intérêt aux rejets gazeux en 2017.

**Tableau 2-2 : Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour le premier semestre de l'année 2017**

| Semaine | Tritium<br>(Bq) | Aérosols<br>(Bq) | Carbone-14<br>(Bq) |
|---------|-----------------|------------------|--------------------|
| 1       | 8,32E+11        | 1,85E+04         | 7,28E+09           |
| 2       | 9,21E+11        | 9,43E+03         | 7,11E+09           |
| 3       | 1,01E+12        | 6,56E+03         | 6,83E+09           |
| 4       | 1,09E+12        | 1,22E+04         | 5,90E+09           |
| 5       | 7,78E+11        | 9,82E+03         | 6,22E+09           |
| 6       | 7,96E+11        | 2,73E+04         | 5,37E+09           |
| 7       | 9,45E+11        | 1,15E+04         | 5,81E+09           |
| 8       | 1,84E+12        | 1,62E+04         | 5,20E+09           |
| 9       | 1,24E+12        | 1,83E+04         | 4,71E+09           |
| 10      | 9,49E+11        | 9,95E+03         | 5,12E+09           |
| 11      | 1,06E+12        | 1,28E+04         | 5,63E+09           |
| 12      | 1,24E+12        | 8,84E+03         | 3,20E+09           |
| 13      | 1,09E+12        | 8,87E+03         | 4,92E+09           |
| 14      | 1,00E+12        | 1,32E+04         | 4,47E+09           |
| 15      | 1,33E+12        | 7,44E+03         | 3,73E+09           |
| 16      | 1,09E+12        | 5,18E+03         | 3,55E+09           |
| 17      | 1,08E+12        | 5,40E+03         | 3,95E+09           |
| 18      | 1,16E+12        | 3,79E+03         | 3,79E+09           |
| 19      | 1,13E+12        | 1,85E+03         | 3,97E+09           |
| 20      | 3,44E+12        | 2,33E+03         | 4,03E+09           |
| 21      | 1,09E+12        | 4,36E+03         | 4,34E+09           |
| 22      | 1,13E+12        | 2,40E+03         | 3,89E+09           |
| 23      | 1,21E+12        | 4,12E+03         | 3,68E+09           |
| 24      | 1,53E+12        | 6,52E+03         | 3,80E+09           |
| 25      | 1,31E+12        | 6,46E+03         | 1,28E+10           |
| 26      | 1,24E+12        | 4,32E+03         | 1,54E+10           |

**Tableau 2-3 : Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des rejets gazeux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour le second semestre de l'année 2017**

| Semaine | Tritium (Bq) | Aérosols (Bq) | Carbone-14 (Bq) |
|---------|--------------|---------------|-----------------|
| 27      | 1,61E+12     | 4,38E+03      | 1,66E+10        |
| 28      | 1,49E+12     | 3,73E+03      | 1,66E+10        |
| 29      | 1,44E+12     | 4,91E+03      | 2,07E+10        |
| 30      | 1,48E+12     | 2,26E+03      | 1,34E+10        |
| 31      | 1,53E+12     | 6,99E+03      | 6,91E+09        |
| 32      | 1,61E+12     | 9,81E+03      | 6,99E+09        |
| 33      | 1,55E+12     | 8,76E+03      | 1,57E+10        |
| 34      | 1,61E+12     | 7,60E+03      | 2,89E+10        |
| 35      | 1,77E+12     | 7,83E+03      | 1,53E+10        |
| 36      | 1,70E+12     | 9,91E+03      | 1,88E+10        |
| 37      | 1,59E+12     | 1,62E+04      | 2,05E+10        |
| 38      | 1,64E+12     | 4,90E+04      | 4,61E+10        |
| 39      | 1,80E+12     | 2,29E+04      | 2,43E+10        |
| 40      | 2,27E+12     | 5,88E+03      | 9,27E+09        |
| 41      | 1,78E+12     | 7,65E+03      | 1,30E+10        |
| 42      | 1,71E+12     | 9,13E+03      | 6,89E+09        |
| 43      | 1,61E+12     | 8,38E+03      | 4,65E+09        |
| 44      | 1,49E+12     | 1,29E+04      | 2,13E+09        |
| 45      | 1,41E+12     | 8,80E+03      | 2,23E+09        |
| 46      | 1,97E+12     | 1,75E+04      | 4,73E+09        |
| 47      | 1,53E+12     | 2,09E+04      | 2,11E+09        |
| 48      | 1,50E+12     | 4,05E+04      | 1,93E+09        |
| 49      | 1,67E+12     | 2,83E+04      | 1,22E+09        |
| 50      | 1,47E+12     | 3,31E+04      | 9,01E+08        |
| 51      | 1,15E+12     | 4,44E+04      | 1,00E+09        |
| 52      | 1,24E+12     | 5,08E+04      | 1,08E+09        |

La figure 2-4 présente l'historique à long terme de l'activité radiologique annuelle issue des rejets gazeux à l'installation nucléaire de Gentilly-2. Considérant la nature de certaines activités de préparation à la dormance prévues au cours de l'année 2017, il était attendu que le taux d'émission de quelques radionucléides soit à la hausse. Lorsque les valeurs absolues de radioactivité sont considérées, on peut effectivement percevoir l'impact de ces activités sur les rejets.

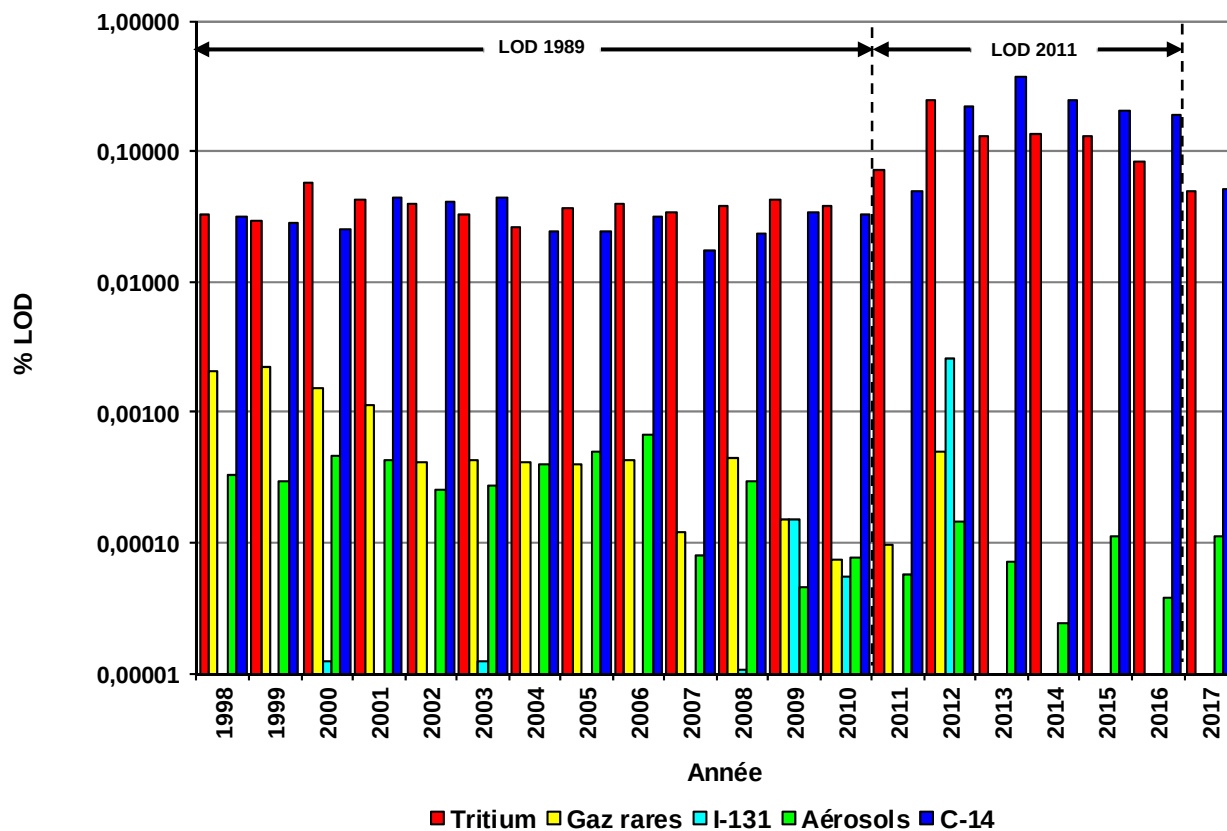
Par rapport à l'année précédente, la variation de l'activité annuelle de tritium en 2017 a été négligeable. En ce qui concerne les variations pour le carbone-14 et les aérosols radioactifs, on observe des hausses respectives de 17,9 % et de 47,2 % en comparaison de l'année 2016.

Il importe de rappeler que la figure 2-4 doit être interprétée en tenant compte des deux séries de changement des valeurs de LOD, modifiées en juin 2011 puis en juillet 2017. Ces modifications expliquent, entre autres, les fortes hausses perçues à partir de l'année 2011, en comparaison des années précédentes. À émissions égales, le ratio atteint d'une LOD spécifique s'est avéré plus élevé à la suite de ce changement. Des modifications aux valeurs de LOD peuvent laisser présumer des variations amplifiées, ou même des inversions, lorsque l'analyse porte sur une longue période.

Malgré ces changements de valeurs des LOD pouvant biaiser la perception de la figure 2-4, Hydro-Québec conserve cette représentation graphique puisque seuls les ratios des LOD permettent de comparer l'activité de plusieurs radionucléides sur une seule et même base, soit le pourcentage des LOD.

Pour les rejets radioactifs gazeux, la sommation annuelle de l'activité radiologique en 2017 fut de  $7,32\text{E}+13$  Bq pour le tritium, de  $4,47\text{E}+11$  Bq pour le carbone-14 et de  $6,80\text{E}+5$  Bq pour les aérosols radioactifs.

Figure 2-4 : Rejets radioactifs gazeux annuels de l'installation nucléaire de Gentilly-2 exprimés en % LOD pour la période 1998-2017



Note : Modification des valeurs des LOD pour les émissions atmosphériques en juin 2011 et en juillet 2017.

## 2.2 Effluents liquides

En 2017, les principaux effluents liquides des installations de Gentilly-2 étaient toujours constitués de l'eau brute d'alimentation (EBA), rejetée via les conduites d'évacuation de l'eau de circulation (EDC), de l'eau brute de refroidissement (EBR), de l'eau transitant aux étangs aérés d'épuration des eaux usées sanitaires ainsi que de l'eau des différents réseaux de drainage pluvial du site (carte A-2 de l'annexe A).

Tout comme la radioactivité liée aux émissions atmosphériques, celle issue des rejets liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2 sera encore détectée à moyen terme, malgré la cessation définitive de la production d'énergie. Les variations d'activité radiologique des rejets liquides survenues au cours de l'année 2017 sont aussi attribuées à des manœuvres ou des activités préalables à la dormance de l'installation.

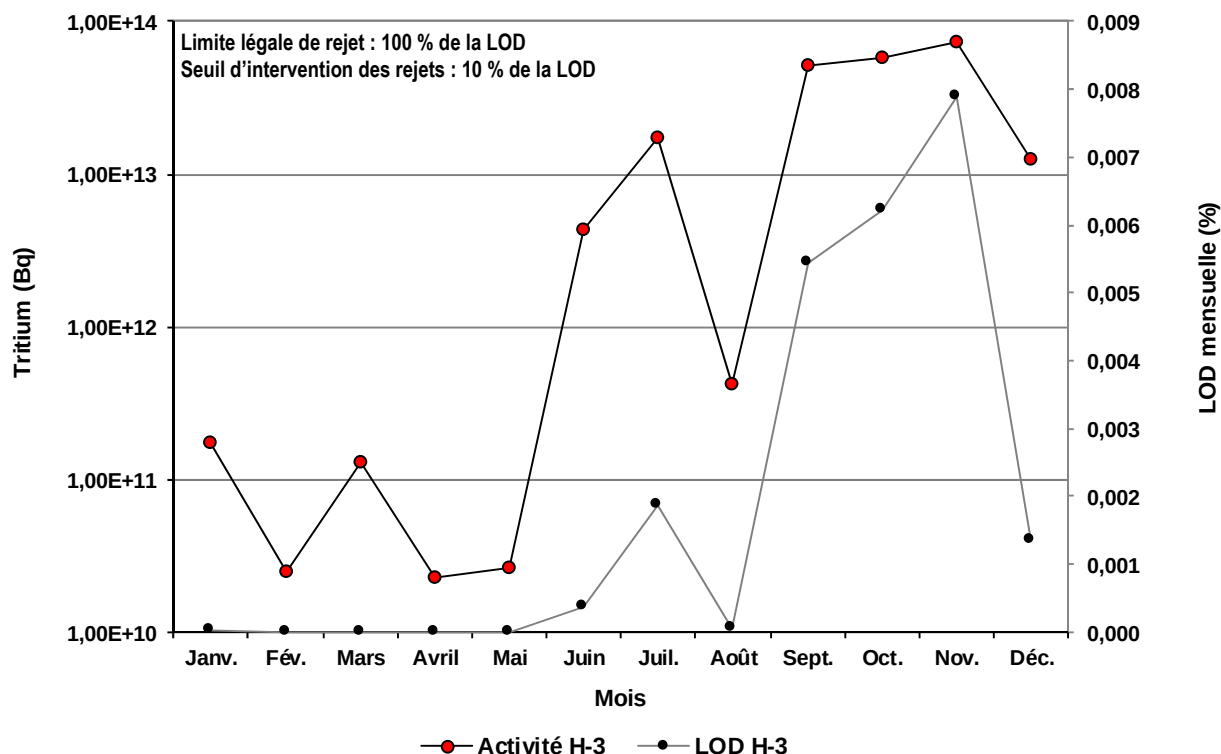
Les radionucléides les plus susceptibles d'être retrouvés dans les effluents liquides de l'installation nucléaire sont présentés au tableau 2-4, de même que toutes les valeurs des LOD qui leur sont associées. Elles sont calculées de façon similaire aux LOD gazeuses. Les nouvelles valeurs de LOD liquides adoptées et mises en application en juillet 2017 sont également conformes à la norme ACNOR N288.1-14. Spécifiquement pour ces LOD liquides, un changement de valeurs est survenu en juin 2011, puis en octobre 2014 à la suite de l'arrêt des pompes EDC (débit réduit), et finalement en juillet 2017.

**Tableau 2-4 : Principales limites de rejets radioactifs liquides à l'installation nucléaire de Gentilly-2 en 2017**

| Classification                     | Limite de rejet liquide<br>(Bq mois <sup>-1</sup> ) |                    |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|
|                                    | Janvier à juin                                      | Juillet à décembre |
| $\beta$ total ( <sup>137</sup> Cs) | 1,86E+12                                            | 4,40E+12           |
| <sup>3</sup> H                     | 1,20E+18                                            | 9,30E+17           |
| <sup>14</sup> C                    | 2,55E+13                                            | 6,10E+13           |
| <sup>60</sup> Co                   | 3,41E+14                                            | 5,10E+14           |
| <sup>95</sup> Zr                   | 8,41E+15                                            | 9,00E+15           |
| <sup>95</sup> Nb                   | 4,87E+14                                            | 9,30E+14           |
| <sup>124</sup> Sb                  | 2,26E+15                                            | 1,50E+15           |
| <sup>125</sup> Sb                  | 4,98E+15                                            | 3,80E+15           |
| <sup>134</sup> Cs                  | 1,27E+12                                            | 3,00E+12           |
| <sup>137</sup> Cs                  | 1,86E+12                                            | 4,40E+12           |

Les figures 2-5 à 2-7 présentent l'ensemble des valeurs d'activité des principaux radionucléides mesurées aux rejets liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, pour l'année 2017. Conformément aux modalités du document d'application de la réglementation concerné, ces rejets sont exprimés en pourcentage des LOD (% LOD) ainsi qu'en sommation d'activité radiologique, cette fois sur une base mensuelle.

Figure 2-5 : Présence de tritium aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017

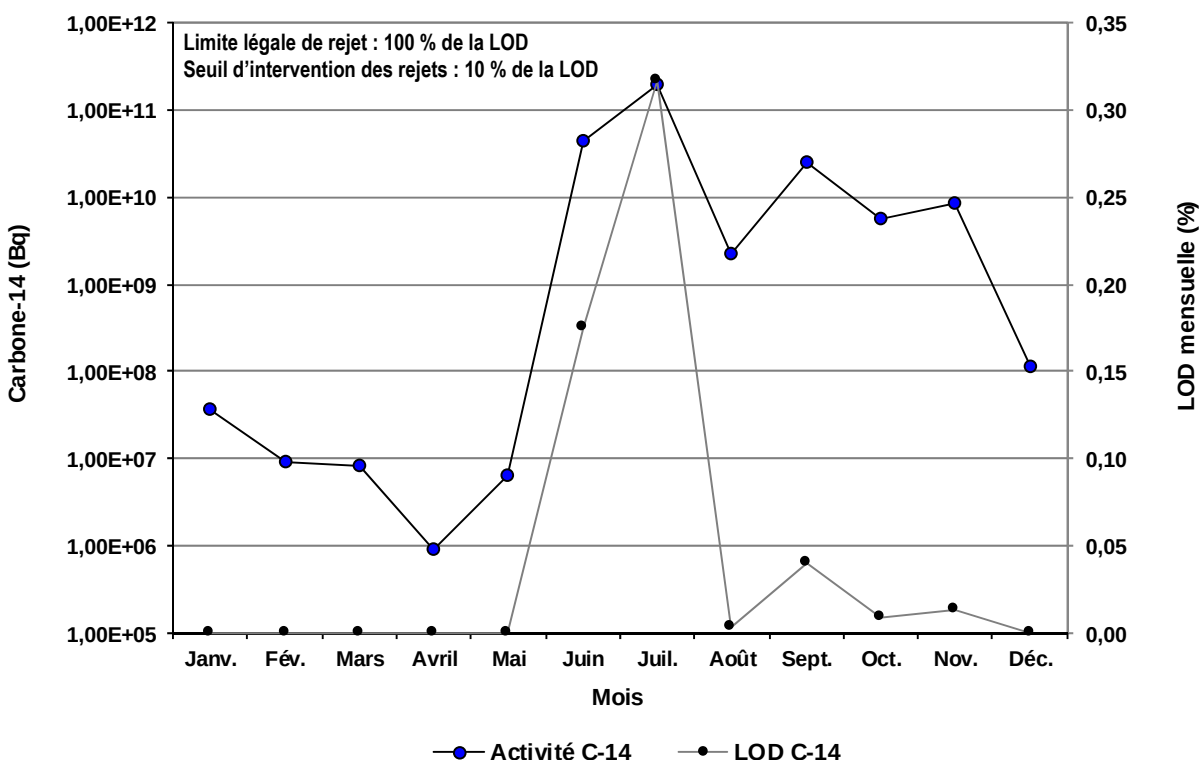


Au cours de l'année 2017, les concentrations de tritium mesurées mensuellement aux rejets liquides ont été influencées par la contribution de deux principales activités préparatoires à la période de dormance de l'installation nucléaire.

La première activité fut celle de la reprise des travaux de décontamination de matériel absorbant contenant de l'eau lourde. Ces travaux ont été réalisés entre le 13 février et le 18 avril 2017, puis, de façon plus soutenue, entre le 19 septembre et le 15 décembre 2017. Le trempage du matériel amène une désorption du tritium. La seconde activité en question est celle de la dernière phase de gestion des résines usées échangeuses d'ions, permettant ensuite leur transfert aux enceintes de l'IGDRS. Le pompage des résines usées impliquait la gestion des deux réservoirs de stockage, se traduisant par un rejet de la phase aqueuse à 24 reprises entre les mois de juin et novembre 2017. Bien qu'une dédeutérisation des résines usées ait été faite, ces eaux représentaient tout de même une source de tritium.

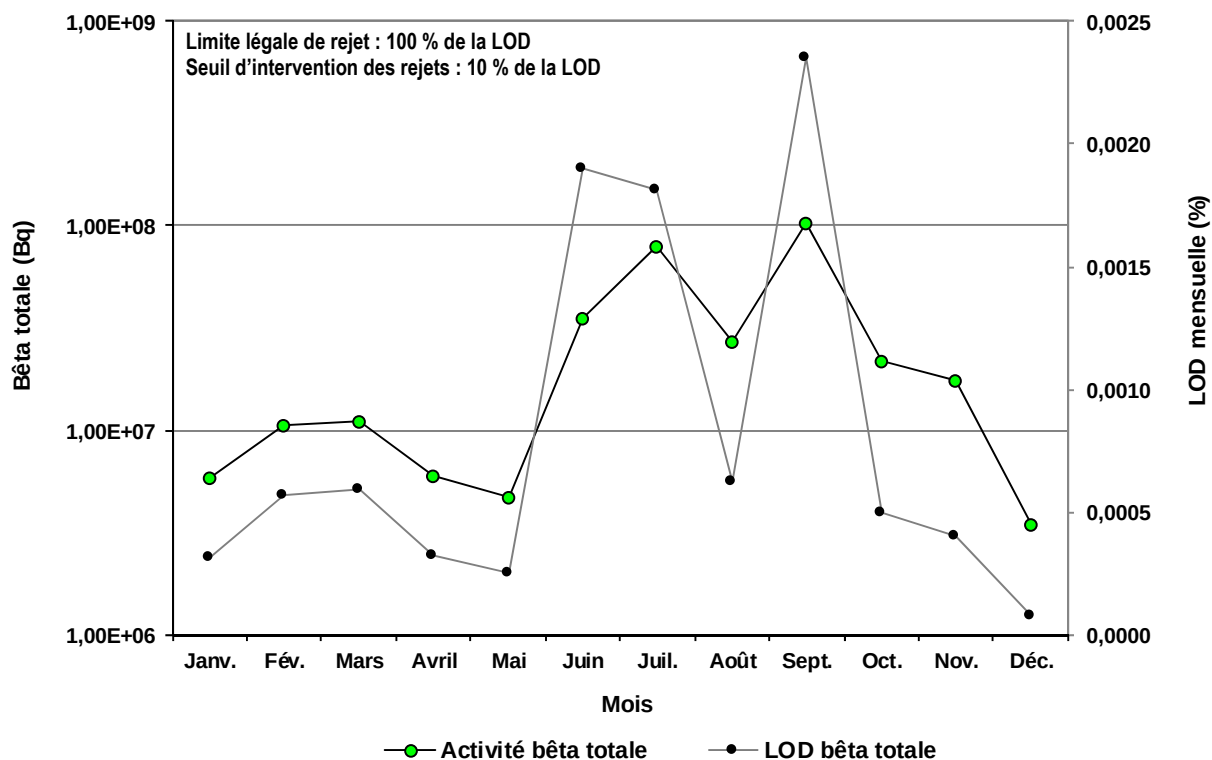
Quant à l'activité mensuelle maximale de tritium relevée aux effluents radiologiques liquides en 2017, elle a été équivalente à 0,008 % LOD, mesurée en novembre.

Figure 2-6 : Présence de carbone-14 aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017



Concernant les valeurs mensuelles d'activité de carbone-14, elles ont varié de façon significative en 2017. Dans ce cas précis, la seule activité responsable de ces variations fut celle du complément de gestion des résines usées échangeuses d'ions. Comme il est considéré que près de 90 % de la charge de carbone-14 produite à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 a été captée par les résines dédiées à la purification de l'eau lourde du système modérateur et que la gestion de l'eau du réservoir contenant la totalité de ces résines (7914-TK1) s'est principalement faite aux mois de juin et juillet, la hausse des valeurs d'activité était anticipée. En vue de limiter les impacts environnementaux, Hydro-Québec s'est assurée au préalable du maintien des conditions chimiques à même le réservoir contenant les résines, notamment en ce qui a trait au pH. Par ailleurs, l'activité mensuelle maximale de carbone-14 des effluents radiologiques liquides a été équivalente à 0,32 % LOD, mesurée en juillet 2017.

Figure 2-7 : Présence d'activité bêta totale aux effluents liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, exprimée en % LOD et en activité sur une base mensuelle pour l'année 2017



De façon générale, le profil d'activité bêta totale des rejets radiologiques liquides fut également modulé par cette dernière phase de gestion des résines usées. Malgré une hausse des valeurs entre les mois de juin et de novembre, l'activité mensuelle maximale ne fut équivalente qu'à 0,0024 % LOD, mesurée en septembre 2017.

Le tableau 2-5 présente les valeurs mensuelles d'activité pour des radionucléides ou indice de radioactivité d'intérêt, aux effluents radioactifs liquides en 2017.

**Tableau 2-5 : Activité des principaux radionucléides ou indice de radioactivité issus des effluents liquides à l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Mois      | Tritium (Bq) | Bêta totale (Bq) | Carbone-14 (Bq) |
|-----------|--------------|------------------|-----------------|
| Janvier   | 1,72E+11     | 5,88E+06         | 3,65E+07        |
| Février   | 2,47E+10     | 1,06E+07         | 9,15E+06        |
| Mars      | 1,31E+11     | 1,10E+07         | 8,31E+06        |
| Avril     | 2,26E+10     | 5,95E+06         | 8,93E+05        |
| Mai       | 2,62E+10     | 4,74E+06         | 6,32E+06        |
| Juin      | 4,35E+12     | 3,53E+07         | 4,45E+10        |
| Juillet   | 1,74E+13     | 7,99E+07         | 1,93E+11        |
| Août      | 4,16E+11     | 2,75E+07         | 2,19E+09        |
| Septembre | 5,06E+13     | 1,04E+08         | 2,46E+10        |
| Octobre   | 5,78E+13     | 2,18E+07         | 5,71E+09        |
| Novembre  | 7,34E+13     | 1,76E+07         | 8,44E+09        |
| Décembre  | 1,25E+13     | 3,45E+06         | 1,11E+08        |

La figure 2-8 présente les valeurs annuelles de radioactivité aux rejets liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, de 1998 à 2017. Il importe de rappeler que cette période a été marquée à trois reprises d'un changement des valeurs de LOD liquides, soit en juin 2011 (évolution de norme), en octobre 2014 (modification permanente du débit au canal de rejet) et en juillet 2017 (évolution de norme).

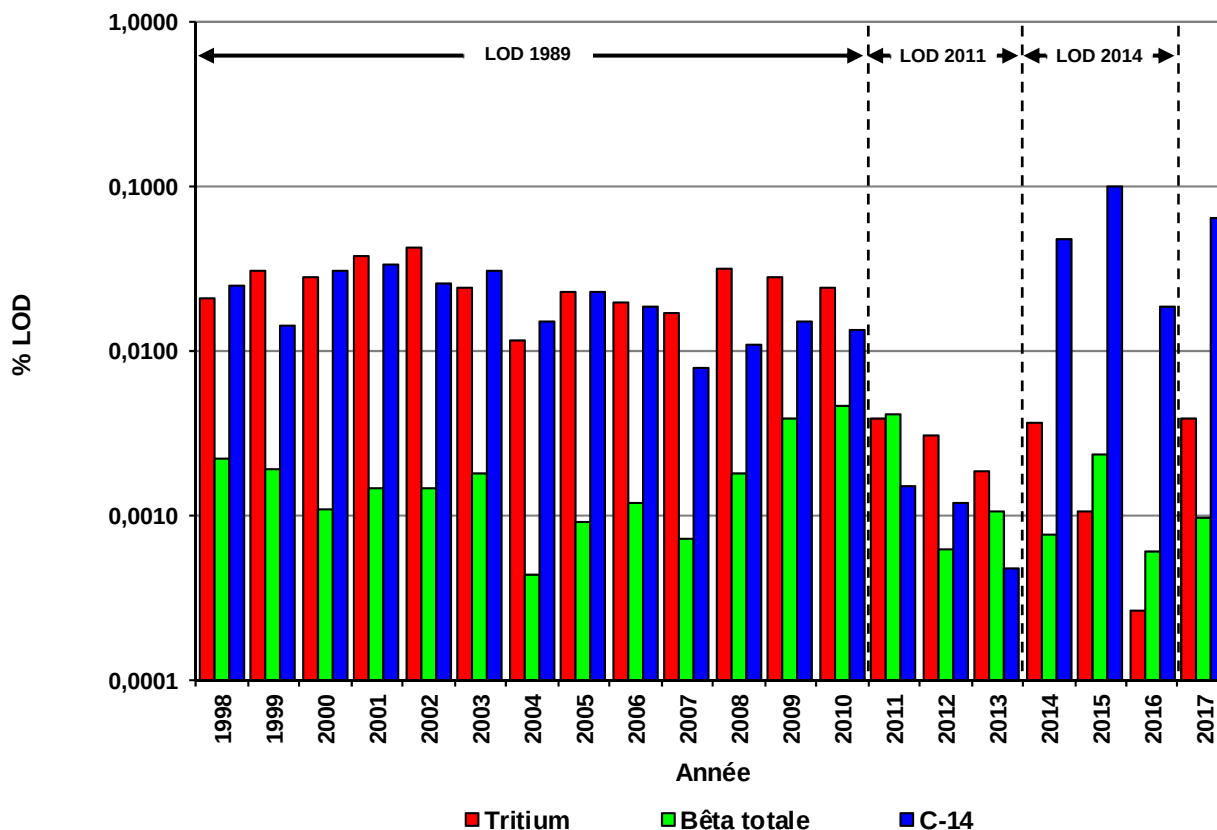
Bien que cette précision ait été précédemment apportée pour les valeurs annuelles de rejets aériens de la période 1998-2017, elle doit aussi l'être pour l'interprétation de la figure 2-8. En fait, la baisse apparente du niveau de radioactivité des rejets liquides des années 2011, 2012 et 2013 est en partie attribuable à l'adoption de nouvelles valeurs de LOD, plus élevées que celles appliquées aux années précédentes.

À l'inverse, les hausses apparentes constatées aux années 2014, 2015 et 2016 sont en partie attribuables à une transition vers des valeurs de LOD liquides plus faibles que celles appliquées antérieurement, imposées par la réduction du débit au canal de rejet.

Nonobstant les paragraphes qui précèdent, l'année 2017 fut marquée d'une hausse des valeurs pour les principaux radionucléides suivis aux effluents radioactifs liquides des installations de Gentilly-2. En comparaison de l'année précédente, la valeur annuelle d'activité de tritium en 2017 fut en hausse de 467 %, celle du carbone-14, de 394 %, et celle de l'activité bêta totale, de 146 %. Tout au long de l'année 2017, la totalité des valeurs mensuelles de tritium, de carbone-14 et d'activité bêta totale des effluents radioactifs liquides est demeurée en deçà d'un ratio équivalent à 1 % LOD.

Quant aux sommations annuelles de l'activité en présence aux effluents radiologiques liquides, elles ont été, en 2017, de  $2,17\text{E}+14$  Bq pour le tritium, de  $2,78\text{E}+11$  Bq pour le carbone-14 et de  $3,27\text{E}+8$  Bq pour l'activité bêta totale.

Figure 2-8 : Rejets radioactifs liquides annuels de l'installation nucléaire de Gentilly-2 exprimés en % LOD pour la période 1998-2017



Note : Modification des valeurs des LOD pour les émissions liquides en juin 2011, en octobre 2014 et en juillet 2017.

### 2.2.1 Réservoirs de récupération des eaux radioactives

Toutes les eaux potentiellement radioactives provenant des différents systèmes ou locaux de l'installation nucléaire de Gentilly-2 sont drainées dans cinq différents réservoirs de récupération des eaux radioactives, d'une capacité effective de 60 000 L chacun. Le contenu de ces réservoirs est préalablement analysé (paramètres radiologiques et physicochimiques), neutralisé si nécessaire, puis acheminé au canal de rejet via la conduite d'évacuation de l'EBR. En 2017, un total de 275 réservoirs a été vidangé à l'installation nucléaire de Gentilly-2. Cela représente une augmentation du nombre de réservoirs vidangés de l'ordre de 18,5 % par rapport à l'année 2016.

Outre les apports d'eau découlant d'activités réalisées à l'intérieur des différents bâtiments des installations de Gentilly-2, les eaux de certains puisards de l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) sont aussi acheminées à l'unité de traitement des eaux industrielles par le biais d'un réservoir mobile. Il en est de même pour l'eau provenant des cylindres des modules de stockage à sec du combustible irradié, lorsque drainée en préparation des premiers échantillonnages d'air. En 2017, des apports d'eau supplémentaires ont aussi été réalisés, en marge de la dernière phase de gestion des résines usées échangeuses d'ions. Tous ces volumes d'eau sont gérés en fonction de critères de rejets prédéterminés, analysés et contrôlés au besoin, pour ensuite être vidangés dans un réservoir de récupération des eaux radioactives.

En marge de l'achèvement des travaux de la dernière phase de gestion des résines usées échangeuses d'ions dédiées aux circuits primaires, en novembre 2017, une modification au drainage ceinturant les deux réservoirs souterrains dans lesquels étaient contenues ces résines a été réalisée. Au 19 décembre de la même année, une dérivation mécanique a officiellement été mise en service, faisant en sorte que toute l'eau souterraine récoltée aux drains déployés autour des deux réservoirs soit maintenant conduite directement au canal de rejet, sans transiter par les réservoirs de récupération des eaux radioactives. Hydro-Québec considère que la fin des transferts des résines usées aux installations de l'IGDRS est une condition pouvant permettre cette dérivation, sans risque d'impliquer une activité radiologique non comptabilisée.

Afin de confirmer le maintien de cette condition, et l'absence de risque considérée, Hydro-Québec maintient par ailleurs une caractérisation mensuelle de l'eau collectée à ces drains. Advenant que ces contrôles témoignent de la présence de radioactivité, des correctifs seraient apportés pour rectifier la situation.

### **2.2.2 Drainage pluvial**

Le tableau 2-6 présente la qualité radiologique des eaux de surface prélevées dans les systèmes de drainage des eaux pluviales des installations de Gentilly-2, au cours de l'année 2017. Ces installations sont desservies par trois puisards pluviaux principaux drainant chacun une large superficie des terrains à l'intérieur du périmètre clôturé du site aussi bien que des aires de stationnement (carte A-2 de l'annexe A).

**Tableau 2-6 : Activité des principaux radionucléides dans les systèmes de drainage pluvial des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Puisard | Date       | Tritium<br>(Bq L <sup>-1</sup> ) | Bêta totale<br>(Bq L <sup>-1</sup> ) | Carbone-14<br>(Bq L <sup>-1</sup> ) |
|---------|------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| MCH-1   | 2017-04-10 | 390 ± 6                          | 0,05 ± 0,01                          | < 0,2                               |
|         | 2017-07-24 | 214 ± 5                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |
|         | 2017-10-18 | 152 ± 4                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |
| MCH-2   | 2017-04-10 | 349 ± 6                          | 0,11 ± 0,02                          | < 0,2                               |
|         | 2017-07-24 | 199 ± 5                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |
|         | 2017-10-18 | 294 ± 5                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |
| MCH-3   | 2017-04-10 | 427 ± 7                          | 0,05 ± 0,01                          | < 0,2                               |
|         | 2017-07-24 | 241 ± 5                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |
|         | 2017-10-18 | 186 ± 4                          | spectrométrie gamma                  | < 0,2                               |

L'analyse des trois séries de résultats de l'année 2017 ne révèle aucune concentration de radioactivité témoignant d'une situation particulière qui serait survenue en zone d'exclusion des installations de Gentilly-2. En prenant en considération l'emplacement des superficies qu'ils drainent et la proximité de la cheminée principale de l'installation nucléaire, les valeurs mesurées dans chacun des puisards sont celles attendues. Les nouvelles modalités du PSRE prévoient dorénavant une spectrométrie gamma en lieu et place des analyses d'activité bêta totale.

Toutes les concentrations de tritium sont conséquentes d'une déposition des rejets gazeux à proximité de la cheminée principale. La valeur maximale pour les systèmes de drainage pluvial a été mesurée au mois d'avril 2017 au puisard MCH-3. Ce réseau dessert la plus large superficie des terrains d'Hydro-Québec aux installations de Gentilly-2.

### 2.2.3 Eaux usées sanitaires

Considérant l'emplacement de certains cabinets de toilette et salles de douche en zones contrôlées, des analyses radiologiques sont également menées pour les eaux usées sanitaires canalisées aux étangs aérés de Gentilly-2.

En 2017, la concentration maximale de tritium mesurée dans les eaux usées sanitaires fut de 52 Bq L<sup>-1</sup> (avril 2017). Aussi, la concentration de carbone-14 a toujours été inférieure à la limite de détection (LD) des appareils de laboratoire, chiffrée à 0,2 Bq L<sup>-1</sup>.

## 3 Résultats du suivi des effluents – volet physicochimique

Le chapitre 3 porte sur les principaux contaminants atmosphériques liés aux activités des installations de Gentilly-2 et rapporte les résultats du suivi des effluents liquides pour le volet physicochimique.

### 3.1 Émissions atmosphériques

Pour les installations de Gentilly-2 et leurs différents systèmes et équipements, les principales sources d'émissions atmosphériques de contaminants physicochimiques sont la combustion des moteurs et la perte de gaz réfrigérants (halocarbures).

#### 3.1.1 Consommation de produits pétroliers

Le tableau 3-1 présente la consommation de produits pétroliers de 2014 à 2017. Ces produits pétroliers sont utilisés dans le cadre de la poursuite de l'opération de quelques systèmes, de l'entretien et de la surveillance des installations de Gentilly-2. Les données concernant la consommation de produits pétroliers proviennent du magasin des installations qui gère toutes les entrées et sorties de matériel.

Tableau 3-1 : Quantité de produits pétroliers consommés aux installations de Gentilly-2 pour la période 2014-2017

| Type de produit pétrolier                                                                 | Quantité consommée par année (litres) |        |        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
|                                                                                           | 2014                                  | 2015   | 2016   | 2017   |
| Gaz de pétrole liquéfié (propane)<br>(utilisé par les chariots élévateurs d'Hydro-Québec) | 2 243                                 | 1 690  | 728    | 699    |
| Essence<br>(utilisée par les véhicules légers d'Hydro-Québec)                             | 21 855                                | 21 521 | 22 080 | 20 529 |
| Diésel clair<br>(utilisé par les véhicules lourds d'Hydro-Québec)                         | 6 349                                 | 4 728  | 4 107  | 4 034  |
| Diésel coloré<br>(utilisé par les moteurs stationnaires d'Hydro-Québec)                   | 34 118                                | 2 114  | 1 500  | 838    |
| Mazout<br>(utilisé par une chaudière temporaire)                                          | 352 552                               | 0      | 0      | 0      |

Les variations annuelles de consommation d'essence et de diésel clair par les différents véhicules d'Hydro-Québec s'expliquent généralement par la nature et le nombre des travaux faits sur le site, de même que par le nombre de rondes effectuées par les agents responsables de la sécurité industrielle des installations de Gentilly-2.

La consommation de combustibles fossiles par les moteurs stationnaires est liée aux essais impliquant les génératrices dédiées à l'alimentation électrique d'urgence ainsi

que les pompes d'urgence du système d'eau d'incendie. Ces essais constituent des activités engagées au permis de déclasserement délivré par la CCSN.

### 3.1.2 Gaz réfrigérants

Aux installations de Gentilly-2, l'utilisation des composés de chlorofluorocarbures (CFC) et d'hydrochlorofluorocarbures (HCFC) est liée aux systèmes de réfrigération. Pour chaque intervention sur ces systèmes, un registre est tenu afin de comptabiliser les pertes et recharges de gaz. L'estimation des émissions totales de gaz réfrigérants dans l'environnement se fait en considérant les quantités de gaz ajoutées dans les équipements.

En 2017, aucun CFC ni HCFC n'a été perdu dans l'atmosphère.

## 3.2 Effluents liquides

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

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

Tous ces effluents liquides sont ultimement déversés dans le canal de rejet de Gentilly-2.

Les sous-sections suivantes présentent le bilan des résultats de la surveillance physicochimique des effluents liquides pour lesquels des normes ou des cibles sont établies. Les différents paramètres et critères de surveillance physicochimique sont documentés dans le PSE des installations de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2016) qui a initialement été élaboré par le MDDELCC et Hydro-Québec lors de l'émission du décret 536-2007 du 27 juin 2007. Ce décret concernait la délivrance d'un CA pour le projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs des installations de Gentilly-2. Ce CA a de nouveau été modifié en mai 2016, dans le cadre de la révision du décret portant sur le projet de modification des installations des déchets radioactifs solides.

Les modalités de surveillance du volet physicochimique, décrites au PSE, sont résumées au tableau B-1 de l'annexe B.

### 3.2.1 Eau brute de refroidissement

L'EBR est un système de refroidissement à passe unique qui pompe l'eau brute du fleuve à un débit moyen d'environ 124 000 m<sup>3</sup> jour<sup>-1</sup> en fonctionnement continu. Depuis le mois d'octobre 2014, le système EBR sert à favoriser la circulation d'eau

dans le canal de rejet puisque la ligne de rejet des réservoirs de récupération des eaux radioactives a été déplacée dans cette canalisation. La ligne d'échantillonnage qui se trouvait auparavant dans la canalisation de l'EDC a également été déplacée dans celle de l'EBR pour permettre le suivi des paramètres des plans de surveillance de l'environnement.

### 3.2.1.1 Effluent final de l'EBR

Les valeurs moyennes, maximales et minimales du pH et celles des résultats des essais de toxicité aiguë et chronique de l'eau de l'effluent final de l'EBR en 2017 sont présentées au tableau 3-2.

**Tableau 3-2 : Sommaire des résultats des mesures de pH et des essais de toxicité dans l'eau de l'effluent de l'EBR en 2017**

| Paramètre                | Norme     | Résultat       |                 |                 |
|--------------------------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
|                          |           | Valeur moyenne | Valeur maximale | Valeur minimale |
| pH                       | 5,5 à 9,5 | 8,07           | 8,37            | 7,85            |
| Toxicité aiguë (UTa)     | ≤ 1       | < 1            | < 1             | < 1             |
| Toxicité chronique (UTc) | ≤ 1       | < 1            | < 1             | < 1             |

Les résultats des essais de toxicité aiguë et chronique, réalisés par un laboratoire externe accrédité, de même que les valeurs mesurées de pH indiquent que les critères du PSE sont satisfaits.

### 3.2.1.2 Réservoirs de récupération des eaux radioactives

Le système de gestion des déchets radioactifs liquides reçoit toutes les eaux potentiellement contaminées des systèmes radioactifs de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Lorsqu'un réservoir doit être vidangé, des analyses physicochimiques et radiologiques sont effectuées afin de déterminer l'acceptabilité du rejet. Si tous les critères physicochimiques et radiologiques sont respectés, le contenu du réservoir est pompé dans la conduite d'évacuation de l'EBR.

Advenant le dépassement d'un critère ou d'une norme, Hydro-Québec s'assure que les eaux destinées au rejet soient d'abord neutralisées ou traitées conformément aux procédures d'exécution. Des analyses supplémentaires sont par la suite effectuées et la procédure se répète jusqu'à ce que la qualité de l'eau des effluents respecte pleinement les critères avant qu'un rejet ne soit autorisé. Le tableau 3-3 présente les résultats des analyses physicochimiques réalisées aux réservoirs de récupération des eaux radioactives, et ce, avant neutralisation ou traitement.

**Tableau 3-3 : Résultats d'analyses physicochimiques des réservoirs de récupération des eaux radioactives de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Paramètre                                                              | Norme     | Résultat       |                 |                 |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                        |           | Valeur moyenne | Valeur maximale | Valeur minimale |
| HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> <sup>a</sup> (mg L <sup>-1</sup> ) | ≤ 5       | 0,3            | 0,4             | < 0,1           |
| pH                                                                     | 5,5 à 9,5 | 8,0            | 9,0             | 7,1             |
| a Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> .          |           |                |                 |                 |

### 3.2.2 Eaux usées sanitaires

Les eaux usées sanitaires des installations de Gentilly-2, dont le débit moyen a été de 78 m<sup>3</sup> jour<sup>-1</sup> en 2017, sont collectées par une station de pompage et traitées dans un étang aéré dûment autorisé. L'eau transite par deux cellules qui sont aérées par des pompes submersibles et par une troisième cellule, non aérée, permettant la sédimentation des matières en suspension (MES). Les trois cellules sont séparées physiquement par deux membranes semi-perméables et le temps de résidence de l'eau est d'environ 50 jours. Finalement, l'eau est évacuée dans le canal de rejet par le biais d'un émissaire. Les résultats du suivi environnemental sont illustrés au tableau 3-4.

**Tableau 3-4 : Résultats d'analyses de l'eau de l'effluent du système de traitement des eaux usées sanitaires des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Paramètre                                                                       | Norme ou cible                       | Concentration  |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                 |                                      | Valeur moyenne | Valeur maximale | Valeur minimale |
| DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )                                          | ≤ 30                                 | 5              | 14              | < 2             |
| Coliformes fécaux (c.f. 10 ml <sup>-1</sup> )                                   | ≤ 20 000                             | 55             | 130             | < 10            |
| Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) | Absence de film visible à la surface | 0,11           | 0,25            | < 0,10          |
| Oxygène dissous (mg L <sup>-1</sup> )                                           | ≥ 2 (cible)                          | 7,6            | 14,4            | 1,1             |

Tous les paramètres mesurés lors des inspections mensuelles ont satisfait les normes. Cependant, à deux reprises, la concentration d'oxygène dissous a été inférieure à la cible de 2,0 mg L<sup>-1</sup> soit en juin et en août (1,8 et 1,1 mg L<sup>-1</sup>). Pour remédier à la situation, un aérateur supplémentaire a été remis en fonction. Les valeurs mensuelles suivantes furent respectivement de 2,9 (juillet) et 2,3 mg L<sup>-1</sup> (septembre).

En 2017, les lentilles aquatiques à la surface de l'eau ont été récupérées pendant la semaine du 16 octobre, afin d'éviter que des phosphates soient relâchés durant la période hivernale. Par ailleurs, la végétation présente en berges de l'étang aéré a été maîtrisée mécaniquement en août.

### 3.2.3 Eaux de surface – drainage pluvial

Le système de drainage des eaux pluviales est composé de trois réseaux qui recueillent les eaux de surface des voies et des aires d'aménagement à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations et celles des drains de toits. Ces eaux sont dirigées vers trois postes de pompage (MCH-1, 2 et 3) (carte A-2 de l'annexe A). Chacun des postes possède deux pompes qui démarrent lorsque le niveau d'eau atteint un point de consigne. Ces pompes évacuent ensuite l'eau au fleuve Saint-Laurent. En 2017, trois séries d'analyses ont été effectuées à chacun des postes. Les moyennes sont présentées au tableau 3-5.

Tableau 3-5 : Résultats d'analyses des systèmes de drainage pluvial des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017

| Réseau                                                        | Moyenne (mg L <sup>-1</sup> ) |         |         |      |                                                  |     |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------|---------|------|--------------------------------------------------|-----|
|                                                               | Chlorures                     | Chrome  | Plomb   | Fer  | HP C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> <sup>a</sup> | MES |
| MCH-1                                                         | 116                           | < 0,050 | < 0,010 | 0,51 | 0,2                                              | 6   |
| MCH-2                                                         | 289                           | < 0,050 | < 0,010 | 0,23 | 0,3                                              | 2   |
| MCH-3                                                         | 308                           | < 0,050 | < 0,010 | 0,65 | 0,2                                              | 6   |
| a Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> . |                               |         |         |      |                                                  |     |

Parmi les paramètres analysés, seuls les hydrocarbures pétroliers sont normés, leur concentration devant être inférieure à 2 mg L<sup>-1</sup>. Les résultats indiquent que cette norme a été respectée en 2017.



## 4 Autres engagements de suivi

Dans le cadre du PSE (Hydro-Québec, 2016) ou de certaines circonstances exceptionnelles, d'autres engagements doivent faire l'objet de suivis. Le présent chapitre en présente les résultats.

### 4.1 Séparateur eau-huile

Le poste de transformation d'énergie électrique situé sur le site des installations de Gentilly-2 compte trois transformateurs. Des huiles minérales isolantes sont utilisées dans ces trois transformateurs sous lesquels un système de récupération d'huile, composé d'un réservoir de récupération d'huile et d'un séparateur eau-huile, est installé. L'eau qui sort du séparateur eau-huile est acheminée vers le puisard pluvial MCH-1, puis dans le canal de rejet (carte A-2 de l'annexe A).

Le système de récupération d'huile est conçu de façon à pouvoir en récupérer le contenu et le gérer conformément aux encadrements internes de gestion des matières dangereuses résiduelles (MDR), en respectant la réglementation applicable.

Cet équipement appartient à la division TransÉnergie d'Hydro-Québec. L'obligation de suivi la concernant est cependant incluse au PSE. Elle prévoit une mesure annuelle de l'épaisseur de la couche d'huile dans le séparateur. L'épaisseur de la couche d'huile mesurée en 2017 dans le séparateur était de 1 mm.

### 4.2 Suivi des eaux souterraines au pourtour des installations de stockage de déchets radioactifs

Les résultats du suivi de la qualité physicochimique des eaux de la nappe phréatique à proximité des installations de déchets radioactifs sont présentés au tableau 4-1. Les résultats de la surveillance radiologique des eaux souterraines à ces mêmes installations sont quant à eux présentés au chapitre 8 du présent rapport.

Au total, sept piézomètres (P-5, P-7, P-22, P-31, P-36, P-X et P-Y) sont échantillonnés aux horizons A, B et C (carte A-3 et figure A-1 de l'annexe A) pour le suivi de la qualité physicochimique des eaux souterraines. Ces piézomètres couvrent les eaux souterraines des secteurs suivants :

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

**Tableau 4-1 : Résultats d'analyses physicochimiques des eaux souterraines prélevées au pourtour des installations de déchets radioactifs de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Paramètre                                                                                                                                                                                       | Critère               | Moyenne des mesures ou concentrations |           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                 |                       | Horizon A                             | Horizon B | Horizon C |
| pH                                                                                                                                                                                              | 5,5 à 9,5             | 8,54                                  | 8,36      | 7,88      |
| Chlorures (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                 | ≤ 860                 | 2 045                                 | 35        | 11        |
| Conductivité (µS cm <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                             | Aucun                 | 5 895                                 | 1 199     | 707       |
| Sulfates (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                  | Aucun                 | 162                                   | 135       | 118       |
| Cadmium (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                   | ≤ 0,0043 <sup>a</sup> | < 0,001                               | < 0,001   | < 0,001   |
| Chrome (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                    | Aucun                 | < 0,005                               | < 0,005   | < 0,005   |
| Cuivre (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                    | ≤ 0,027 <sup>a</sup>  | 0,007                                 | 0,005     | 0,004     |
| Fer (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                       | Aucun                 | 0,29                                  | 0,27      | 0,10      |
| Plomb (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                     | ≤ 0,20 <sup>a</sup>   | 0,001                                 | 0,001     | < 0,001   |
| Zinc (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                                                                      | ≤ 0,22 <sup>a</sup>   | 0,01                                  | 0,01      | < 0,01    |
| Hydrocarbures pétroliers C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> (mg L <sup>-1</sup> )                                                                                                                 | ≤ 3,5                 | 0,2                                   | 0,2       | 0,3       |
| <sup>a</sup> Ajusté pour une dureté de 200 mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> selon les critères de qualité de l'eau de surface au Québec pour la protection de la vie aquatique, effet aigu. |                       |                                       |           |           |

Les échantillons sont prélevés semestriellement, soit au printemps et à l'automne. Les échantillons sont conservés conformément au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – cahier 3, échantillonnage des eaux souterraines* (MDDEP, 2011). Les critères de qualité sont ceux énoncés dans le *Guide d'intervention – Protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Beaulieu, 2016).

Tel qu'il a été observé au cours des suivis antérieurs, des teneurs élevées en chlorures et en cuivre ont été mesurées en 2017, notamment dans les échantillons provenant du piézomètre P-22. Celles-ci sont d'origine naturelle. Comme en 2016, c'est d'ailleurs à ce piézomètre que toutes les concentrations maximales ont été mesurées en 2017. Les valeurs maximales unitaires des chlorures et du cuivre, respectivement de 8 650 mg L<sup>-1</sup> et de 0,028 mg L<sup>-1</sup>, ont été mesurées à l'horizon A du piézomètre P-22.

Le PSE prévoit par ailleurs la prise de mesures des niveaux piézométriques deux fois par année aux crépines des horizons A, B et C des sept mêmes ouvrages (tableau 4-2).

**Tableau 4-2 : Mesures des niveaux piézométriques aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Date de la prise de mesures | Moyenne des niveaux (m) |           |           |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
|                             | Horizon A               | Horizon B | Horizon C |
| 2017-03-27                  | 3,90                    | 3,23      | 3,12      |
| 2017-09-27                  | 4,21                    | 3,62      | 3,48      |
| Variation moyenne           | 0,31                    | 0,40      | 0,35      |

À elles seules, les données de profondeur ne peuvent fournir une information complète puisque relatives, la mesure du niveau étant faite à partir du rebord de chacun des couvercles de piézomètre. La variation moyenne entre basse et haute piézométries offre cependant une appréciation du marnage des trois horizons.

### 4.3 Matières dangereuses utilisées au travail

Le tableau 4-3 présente un sommaire de la consommation de produits chimiques dans le cadre des activités toujours maintenues aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017. Le portrait de l'année 2017 témoigne de façon évidente du ralentissement significatif des activités d'opération de systèmes.

Tableau 4-3 : Consommation de produits chimiques aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017

| Substance                  | État    | Concentration (%) | Unité          | Consommation |
|----------------------------|---------|-------------------|----------------|--------------|
| <i>Acide et base</i>       |         |                   |                |              |
| Acide sulfurique           | Liquide | 96                | kg             | 0            |
| Alun                       | Liquide | 50                | kg             | 0            |
| Morpholine                 | Liquide | 80                | L              | 0            |
| Hydroxyde de sodium        | Liquide | 50                | kg             | 0            |
| Bicarbonate de sodium      | Solide  | s. o.             | kg             | 0            |
| <i>Matière oxydante</i>    |         |                   |                |              |
| Peroxyde                   | Liquide | 35                | kg             | 0            |
| Chlore                     | Liquide | 100               | kg             | 0            |
| <i>Matière réductrice</i>  |         |                   |                |              |
| Hydrazine                  | Liquide | 35                | L              | 0            |
| <i>Gaz</i>                 |         |                   |                |              |
| Azote                      | Gazeux  | 100               | m <sup>3</sup> | 1 669        |
| Hélium                     | Gazeux  | 100               | m <sup>3</sup> | 105          |
| Hydrogène                  | Gazeux  | 100               | m <sup>3</sup> | 0            |
| Bioxyde de carbone         | Gazeux  | 100               | kg             | 0            |
| <i>Produit pétrolier</i>   |         |                   |                |              |
| Huiles                     | Liquide | s. o.             | L              | 1 050        |
| <i>Autre</i>               |         |                   |                |              |
| Résines échangeuses d'ions | Solide  | s. o.             | m <sup>3</sup> | 0            |
| s. o. : Sans objet.        |         |                   |                |              |

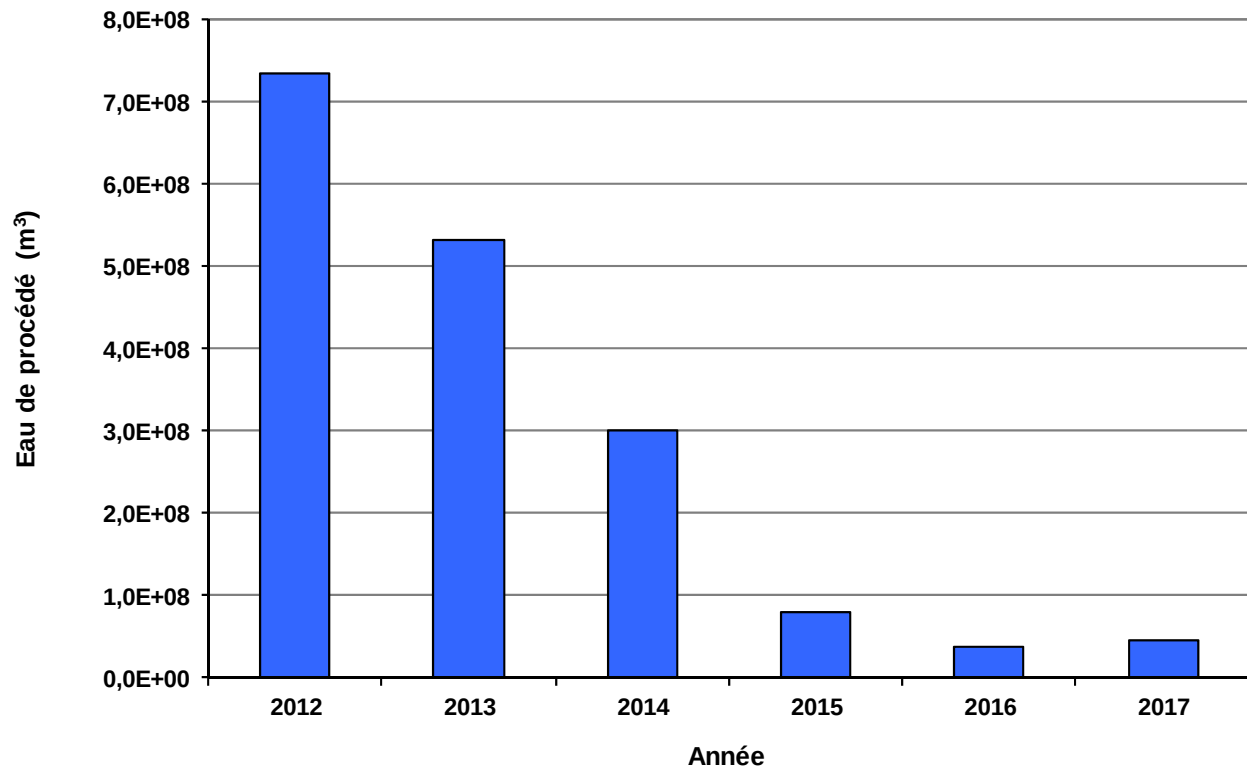


## 5 Consommation d'eau

L'essentiel de la consommation d'eau de procédé est lié au fonctionnement d'une ou de plusieurs pompes EBR, maintenant utilisées pour la seule fonction de dispersion d'effluents radioactifs liquides. En 2017, la consommation d'eau de procédé (figure 5-1) a augmenté de 17 % comparativement à l'année précédente. Cette augmentation est due à la mise en marche d'une troisième pompe EBR lors de manœuvres dans le cadre de la phase finale de la vidange des réservoirs de stockage de résines usées. La mise en marche simultanée de ces pompes, pour des périodes de 12 heures, était effectuée lorsque le contenu d'un réservoir d'effluents liquides radioactifs impliquait une quantité d'eau provenant d'un réservoir de stockage de résines usées.

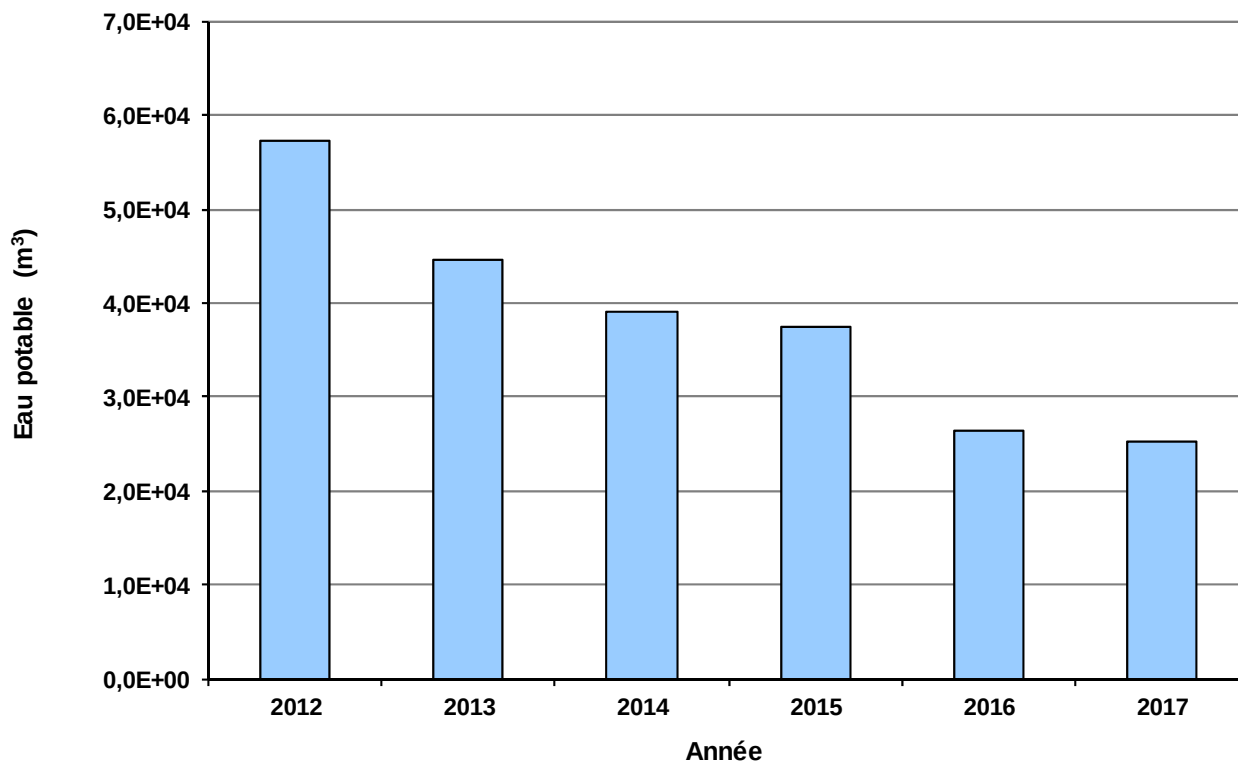
Par ailleurs, lorsque comparée à la dernière année de production d'électricité de l'installation nucléaire (2012), on observe une diminution de l'ordre de 94 % de la consommation d'eau de procédé.

Figure 5-1 : Consommation d'eau de procédé aux installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017



En comparaison de l'année précédente, la consommation d'eau potable recensée en 2017 a quant à elle diminué de près de 4 % (figure 5-2). Cette diminution graduelle témoigne notamment du niveau de fréquentation des installations de Gentilly-2, en baisse depuis la cessation des activités de production d'énergie en 2012.

Figure 5-2 : Consommation d'eau potable aux installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017



## 6 Matières dangereuses et autres matières résiduelles

### 6.1 Matières dangereuses résiduelles

En 2017, près de 20 000 kilogrammes et 5 000 litres de matières dangereuses résiduelles non contaminées radiologiquement ont été produits dans le cadre des activités d'opération de systèmes et de déclassement des installations de Gentilly-2 (tableau 6-1). Toutes les MDR recensées en 2017 ont été transférées au Centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

Tableau 6-1 : Quantité de matières dangereuses résiduelles générées aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017

| Matière dangereuse résiduelle                                     | Quantité expédiée au CRMD de Saint-Hyacinthe |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Acide (kg)                                                        | 403                                          |
| Accumulateurs (kg)                                                | 9 552                                        |
| Aérosols (kg)                                                     | 58                                           |
| Barils et contenants vides contaminés (kg)                        | 604                                          |
| Eau contaminée (kg)                                               | 1 748                                        |
| Eau huileuse (L)                                                  | 225                                          |
| Gaz comprimé (kg)                                                 | 20                                           |
| Gaz inflammable (kg)                                              | 10                                           |
| Glycol (antigel) (kg)                                             | 385                                          |
| Huiles usées (L)                                                  | 4 595                                        |
| Lampes à vapeur de mercure (kg)                                   | 208                                          |
| Liquide dangereux comburant N.S.A. (kg)                           | 35                                           |
| Liquide dangereux corrosif N.S.A. (kg)                            | 1 190                                        |
| Liquide dangereux inflammable N.S.A. (kg)                         | 1 689                                        |
| Liquide dangereux toxique N.S.A. (kg)                             | 251                                          |
| Matériaux absorbants ou poreux (kg)                               | 88                                           |
| Mélange pour précipitomètre (kg)                                  | 43                                           |
| Piles sèches (kg)                                                 | 121                                          |
| Solide corrosif N.S.A. (kg)                                       | 51                                           |
| Solide dangereux comburant N.S.A. (kg)                            | 147                                          |
| Solide dangereux contaminé par un liquide inflammable N.S.A. (kg) | 212                                          |
| Solide inflammable N.S.A. (kg)                                    | 55                                           |
| Solide toxique N.S.A. (kg)                                        | 716                                          |
| Tubes fluorescents intacts (kg)                                   | 1 801                                        |

## 6.2 Biomasse et autres matières résiduelles

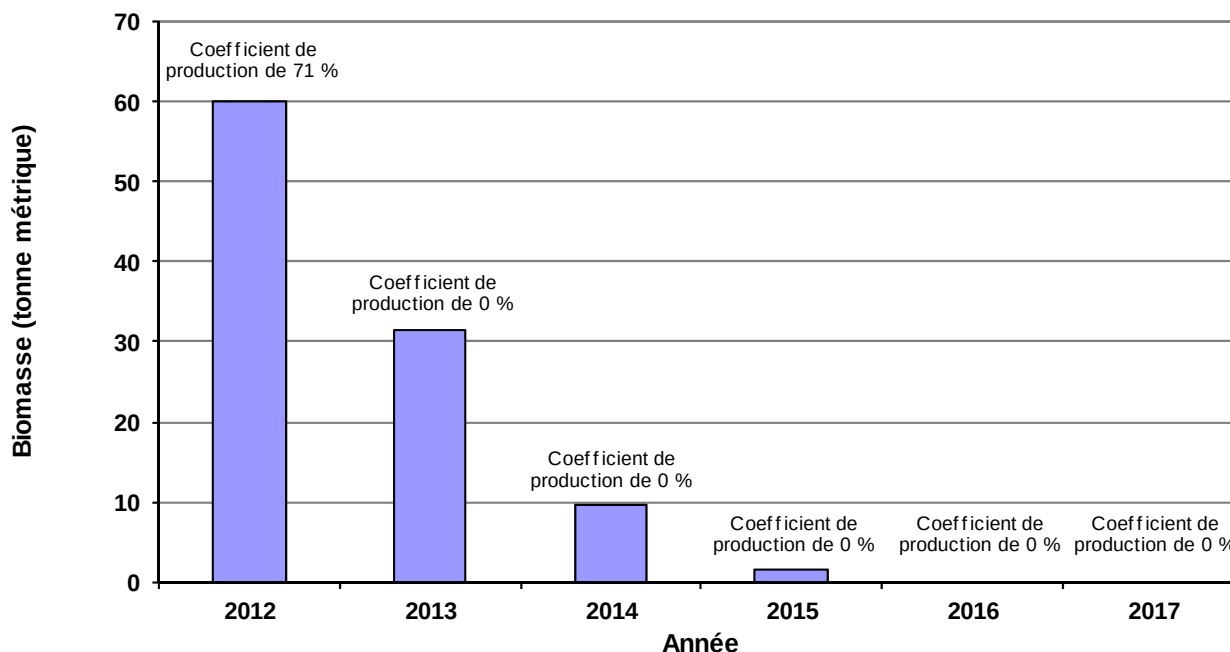
En 2017, près de 39 tonnes de matières résiduelles (MR) ont également été produites. De cette quantité, environ 11 tonnes ont été récupérées ou recyclées alors que près de 28 tonnes ont été éliminées, principalement des matériaux de construction (tableau 6-2).

Tableau 6-2 : Quantité de matières résiduelles recyclées ou éliminées aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017

| Matières résiduelles                      | Recyclage (t) | Élimination (t) |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|
| Papier, carton, plastique, verre et métal | 5,74          | s. o.           |
| Métaux                                    | 5,47          | s. o.           |
| Cartouche d'encre                         | 0,14          | s. o.           |
| Déchets domestiques                       | s. o.         | 8,02            |
| Biomasse de la station de pompage         | s. o.         | 0               |
| Matériaux de construction                 | s. o.         | 19,57           |
| s. o. : Sans objet.                       |               |                 |

Depuis 2016, il n'y a pas eu de levée de conteneur de biomasse (bois, végétaux, algues, poissons, débris, etc.) provenant de la station de pompage (figure 6-1). Au mois de mai 2017, ce conteneur a été retiré compte tenu de l'absence de débris captés. Considérant que les installations de Gentilly-2 sont en déclassement et que les pompes EDC sont en arrêt depuis octobre 2014, il est normal d'observer une absence de biomasse captée à la station de pompage.

Figure 6-1 : Biomasse captée à la station de pompage des installations de Gentilly-2 pour la période 2012-2017



## 7 Déversements accidentels de contaminants dans l'environnement

En 2017, deux déversements accidentels ayant atteint l'environnement sont survenus sur le site des installations de Gentilly-2. Le tableau 7-1 fait état de la nature et de la quantité des produits déversés, ainsi que des causes des déversements.

**Tableau 7-1 : Quantité de produits liquides déversés accidentellement dans l'environnement aux installations de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Produit           | Quantité (L) | Cause             |
|-------------------|--------------|-------------------|
| Huile hydraulique | 5            | Bris d'équipement |
| Antigel           | < 10         | Bris d'équipement |

L'antigel qui s'est répandu sur une surface asphaltée n'a pu être récupéré. L'huile hydraulique a quant à elle été récupérée et éliminée conformément à la réglementation. Aucun produit déversé n'a atteint un plan d'eau. Il n'y a pas eu d'impact sur l'environnement dans aucun des cas.



## 8 Surveillance radiologique du milieu environnant

La surveillance radiologique du milieu environnant les installations de Gentilly-2 était encore assurée, tout au long de l'année 2017, par l'entremise d'un plan de surveillance radiologique de l'environnement (PSRE; Hydro-Québec, 2015, 2017a). Au fil des adaptations du plan, notamment conséquentes des changements survenus aux installations dans le cadre du déclasséement nucléaire, certaines modalités ont été abandonnées, réduites ou encore ajoutées. C'est d'ailleurs ce qui explique l'absence de données ou l'apparition de nouveaux points d'échantillonnage à certaines figures du chapitre 8. On y trouve donc des séries pour lesquelles les points d'échantillonnage ne sont pas tous identiques pour des figures récapitulant les cinq dernières années.

Le tableau B-2 de l'annexe B présente un sommaire des différents paramètres et du nombre d'échantillons actuellement retenus au PSRE des installations de Gentilly-2. Ce dernier prévoit la mesure des concentrations de radioactivité pour une pléiade de matrices environnementales, dont l'air, l'eau de plusieurs sources, les précipitations, les sols, les sédiments, les plantes, les poissons et les mollusques ainsi que différents produits de consommation humaine. Rappelons également qu'en 2015, l'année suivant l'atteinte de l'état de stockage sûr (ÉSS) en piscine, une nouvelle station de contrôle radiologique (SCR) de référence avait été aménagée au cœur de la ville de Trois-Rivières, à un peu plus de 16 km au nord-ouest des installations de Gentilly-2. Même si cette station est située à plus faible distance de l'installation nucléaire que ne l'était la station de référence antérieure, laquelle était située à Drummondville, cette nouvelle station de référence est toujours réputée être hors d'atteinte des réelles possibilités de dispersion de radioactivité et, en ce sens, représentative du bruit de fond dans l'environnement.

Le chapitre 8 présente donc tous les résultats d'analyses radiologiques obtenus pour l'ensemble des échantillons environnementaux. L'emplacement des différents points d'échantillonnage et ouvrages de mesure dédiés à la surveillance radiologique figure aux cartes A-1 et A-3 à A-7 de l'annexe A alors que les modalités d'échantillonnage et d'analyses de laboratoire sont décrites aux tableaux B-3A à B-3F de l'annexe B.

### 8.1 Radionucléides retrouvés dans l'environnement

À des niveaux variables et sous différentes formes, la radioactivité est omniprésente dans l'environnement, et ce, qu'elle soit de sources naturelle ou anthropique. Chaque citoyen est ainsi exposé à la radioactivité à divers degrés. Les principales sources de rayonnement naturel sont d'origine cosmique, émanant du soleil et de l'espace, ou proviennent des radionucléides en présence dans différents substrats de la croûte

terrestre. Dans ce dernier cas, la radioactivité peut même être sous forme gazeuse, à l'exemple du radon, produit de filiation de la désintégration de l'uranium dans le sol.

En haute atmosphère, des radionucléides sont aussi produits à la suite d'interactions du rayonnement cosmique et des atomes stables qui s'y trouvent. C'est notamment le cas du carbone-14, du tritium et du béryllium-7. Sur terre, des radioisotopes sont présents dans les formations rocheuses. C'est le cas de l'uranium-238, du thorium-232 et du potassium-40. Ce dernier est probablement le plus commun de tous puisqu'il se retrouve également dans un grand nombre de produits comestibles, dont plusieurs fruits et légumes disponibles au Canada (CCSN, 2015a).

Par ailleurs, des essais militaires atomiques réalisés en haute atmosphère dans quelques régions du monde jusqu'à la fin des années 1980 expliquent toujours aujourd'hui la présence de plusieurs radionucléides dans l'environnement, puisque certains d'entre eux ont une longue période radioactive et n'ont pas encore achevé leur désintégration. L'accident nucléaire de Tchernobyl, survenu en 1986, est aussi responsable de la dispersion de radionucléides en sol canadien, tel que du césium-137 que l'on retrouve encore dans notre milieu (CCSN, 2015a). Plus récemment, un autre événement survenu en 2011 à Fukushima Daiichi au Japon a également été la source d'une dispersion importante de radioactivité dans l'environnement.

## **8.2 Surveillance atmosphérique**

Les sous-sections suivantes présentent les résultats des mesures de la surveillance atmosphérique locale et régionale, pour des volets d'irradiation externe gamma, mais aussi pour la présence de tritium, de carbone-14 et d'aérosols radioactifs.

### **8.2.1 Ambiance gamma**

L'ambiance gamma est mesurée par l'entremise de dosimètres thermoluminescents (DTL) qui sont installés à une hauteur de 1 à 1,5 m du sol, et ce, à chacun des points de mesure. Ils sont intégrés dans les SCR ou encore fixés à des endroits stratégiques, par exemple aux clôtures délimitant les différentes installations de Gentilly-2.

La figure 8-1 présente les valeurs trimestrielles de l'ambiance gamma mesurée dans l'environnement de sept différentes SCR détaillées au PSRE, toutes situées en zone dite rapprochée, pour l'année 2017 (carte A-1 de l'annexe A). Les valeurs annuelles de dose gamma enregistrées aux mêmes stations au cours des cinq dernières années sont quant à elles présentées à la figure 8-2. Les valeurs associées à la station de référence (carte A-4 de l'annexe A), sont aussi présentées sur ces deux figures.

Figure 8-1 : Ambiance gamma trimestrielle aux stations de contrôle SCR-3, 6, 7, 8, 10, 11 et 12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2017

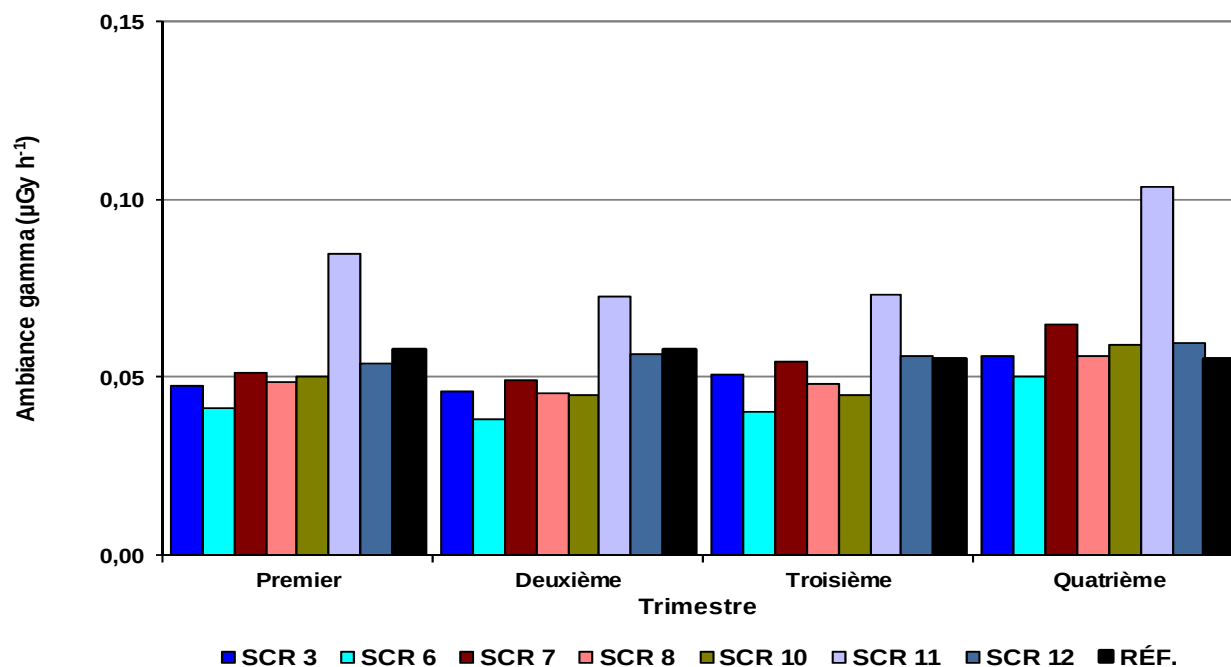
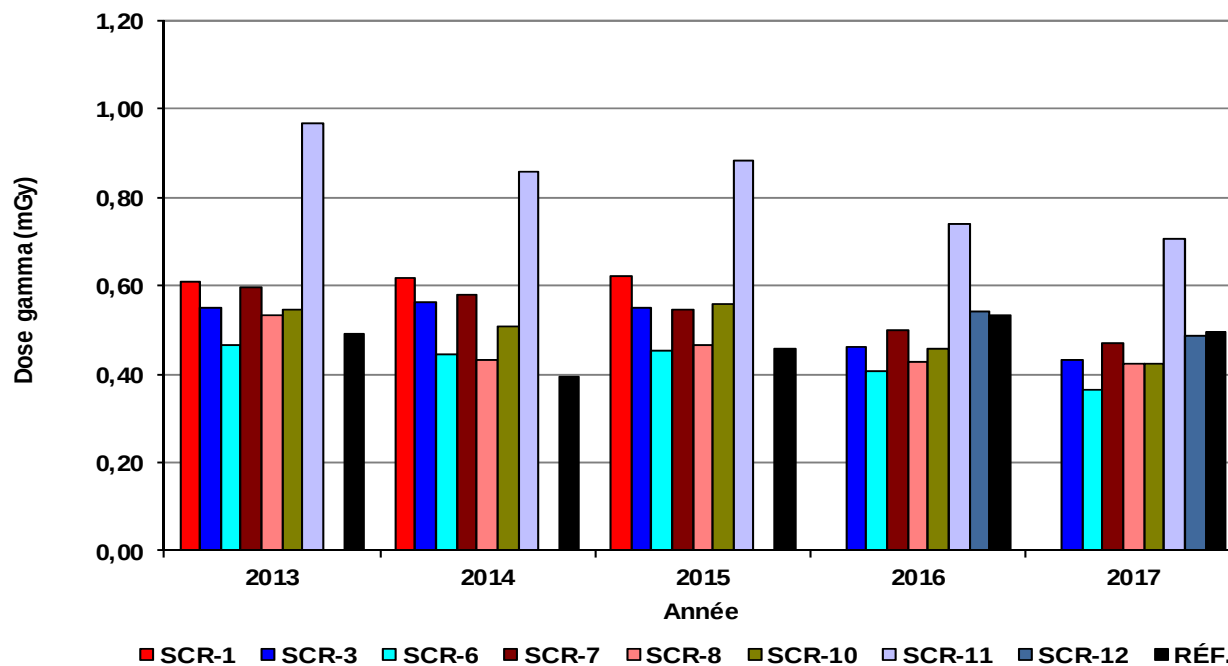


Figure 8-2 : Dose annuelle gamma aux stations de contrôle SCR-1, 3, 6, 7, 8, 10, 11 et 12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2013-2017



Les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées en 2017 à ces sept SCR ont varié de 0,039 à 0,103  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ . La valeur maximale a été relevée à la station SCR-11, au dernier trimestre de l'année. Cette station de contrôle, située à même le périmètre de l'ASSCI, est susceptible d'être influencée par le rayonnement externe émanant du combustible nucléaire irradié qui y est entreposé. La station SCR-11 est d'ailleurs celle où la valeur de rayonnement gamma fut la plus élevée à chacun des quatre trimestres de l'année 2017, impliquant du même coup la dose annuelle la plus importante (figure 8-2) à 0,71 mGy. Dans l'ensemble, les doses annuelles mesurées en 2017 étaient de 0,3 % (SCR-8) à 10,6 % (SCR-6) inférieures à celles mesurées aux mêmes stations l'année précédente.

L'ambiance gamma est également surveillée à d'autres clôtures des installations de Gentilly-2, outre celles ceinturant directement les installations de stockage de déchets radioactifs ou de combustible nucléaire irradié. La figure 8-3 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma à dix points de mesure du périmètre sécurisé des installations de Gentilly-2 (carte A-6 de l'annexe A), tels qu'ils figurent au PSRE. Les valeurs annuelles de dose de rayonnement gamma enregistrées aux mêmes points sont présentées à la figure 8-4. Une bande pointillée bleue a été ajoutée à chacune de ces deux figures afin d'indiquer la moyenne des valeurs mesurées en 2017 à la station de référence de Trois-Rivières (carte A-4 de l'annexe A).

Figure 8-3 : Ambiance gamma trimestrielle au périmètre sécurisé de l'installation pour l'année 2017

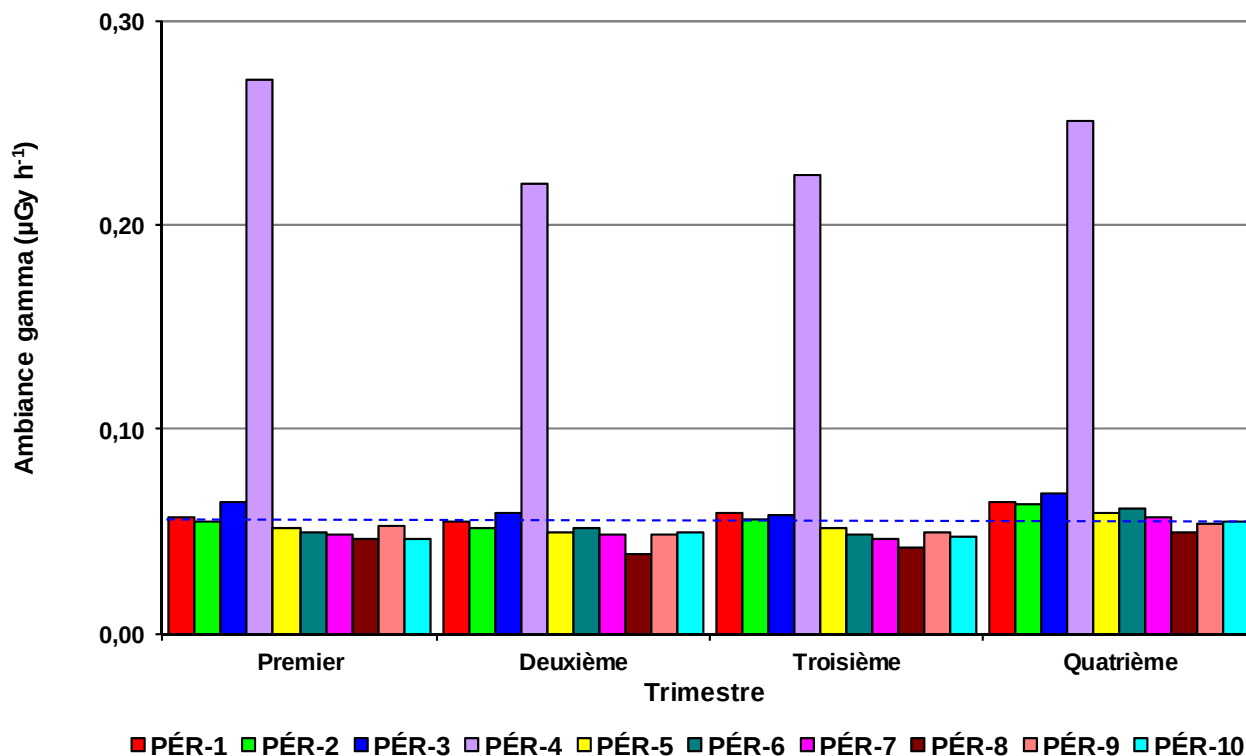
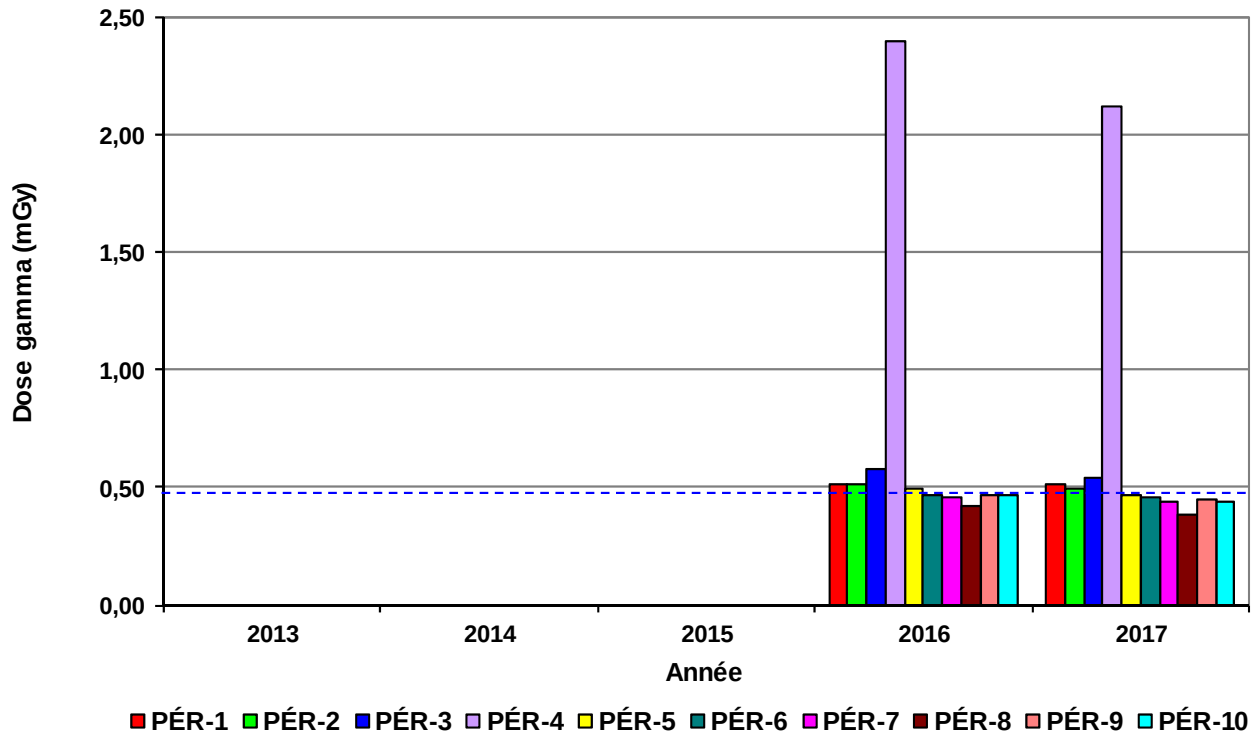


Figure 8-4 : Dose annuelle gamma au périmètre sécurisé de l'installation pour la période 2016-2017



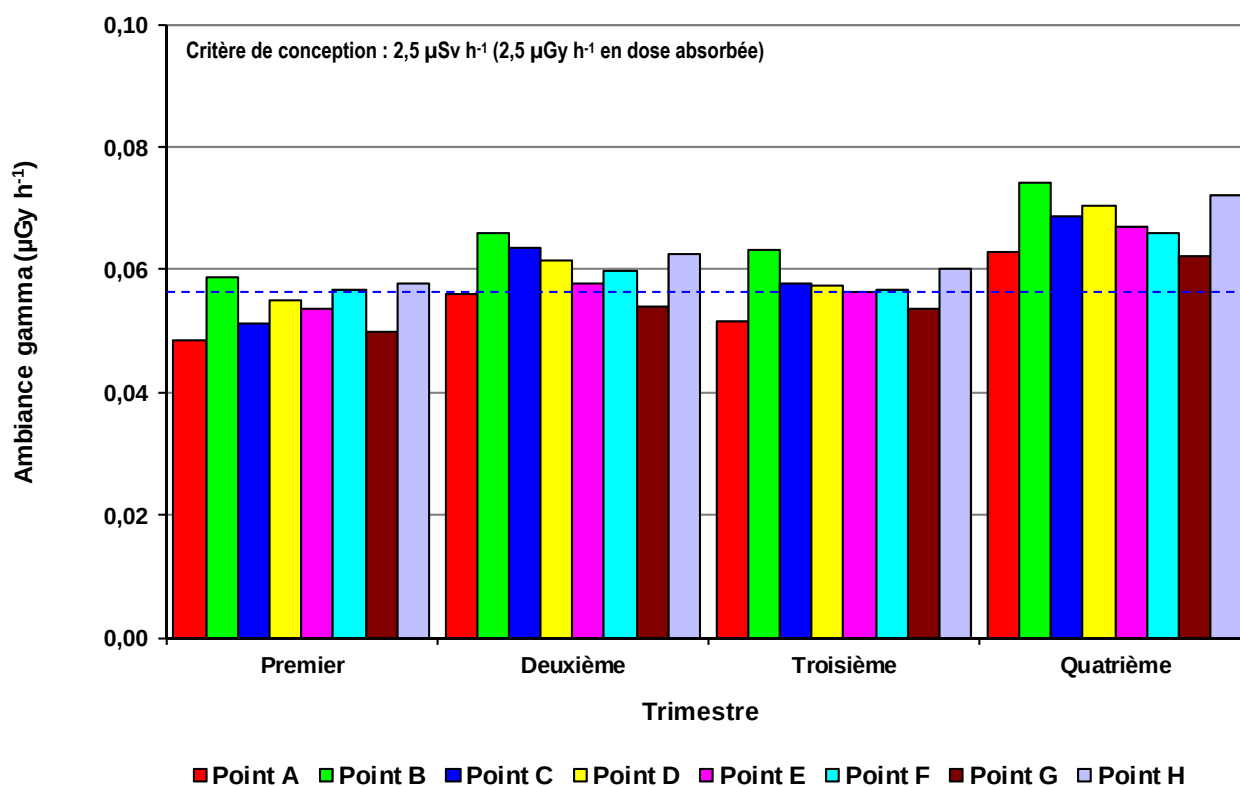
Au cours de l'année 2017, les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées aux 10 différents points du périmètre sécurisé des installations de Gentilly-2 ont varié de 0,039 à 0,271  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ . La valeur maximale a été relevée au premier trimestre, au point PÉR-4 situé à l'est du site des installations. Ce point est situé à proximité d'un site de stockage temporaire de déchets faiblement radioactifs en attente de traitement. Il est d'ailleurs celui où l'ambiance gamma fut la plus élevée à chacun des quatre trimestres de l'année 2017, impliquant aussi la dose annuelle maximale à 2,12 mGy. La source délivrant ce débit de dose à la clôture est bien identifiée et fait d'ailleurs l'objet d'un balisage distinct de radioprotection.

En comparaison de l'année précédente, les valeurs de doses annuelles mesurées en 2017 étaient également toutes inférieures à l'exception d'une seule, associée au point PÉR-1, en faible hausse de 0,1 %. La diminution la plus importante fut de 11,6 % et fut mesurée au point PÉR-4, abordé précédemment.

Les figures 8-5 à 8-10 présentent pour leur part les valeurs d'ambiance et de dose annuelle gamma mesurées exclusivement aux installations de déchets radioactifs solides (ASDR et IGDRS) et de combustible nucléaire irradié (ASSCI), toutes situées sur le site des installations de Gentilly-2. Une bande pointillée bleue a aussi été ajoutée à chacune de ces figures pour indiquer la moyenne des valeurs de l'année 2017 à la station de référence du PSRE, située à Trois-Rivières.

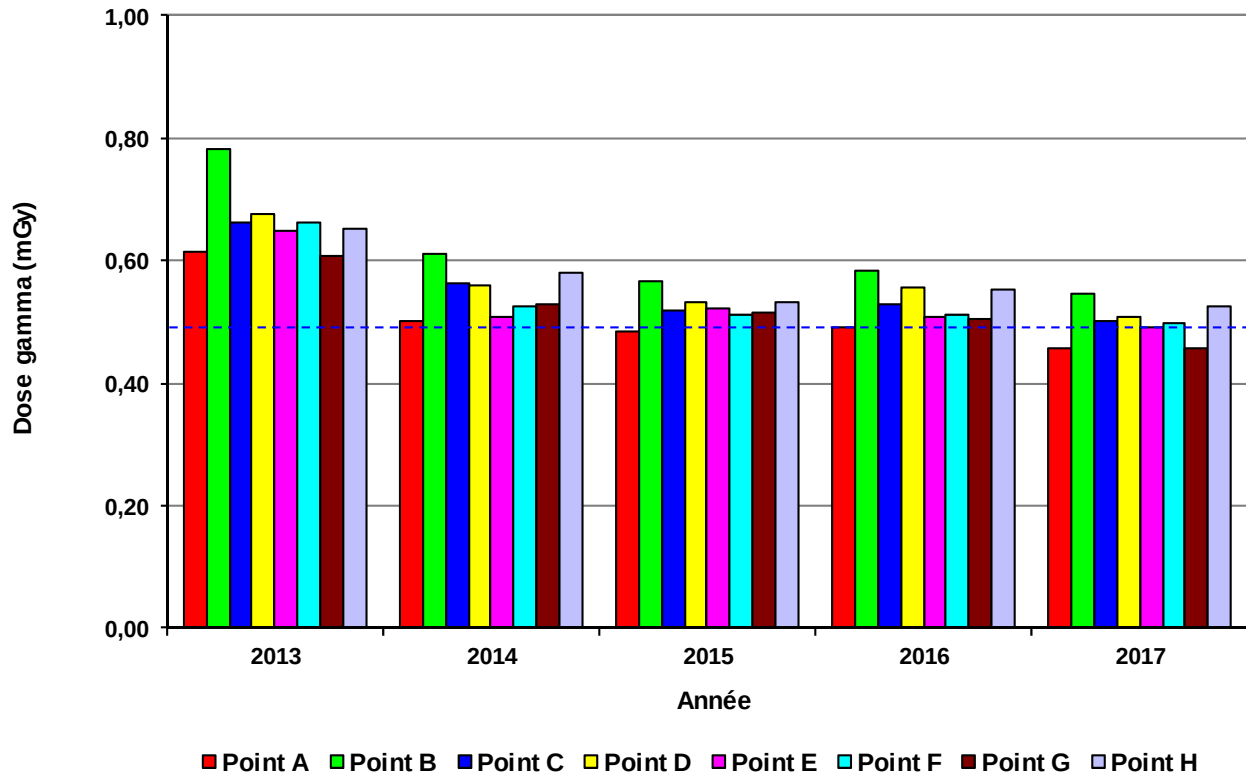
La figure 8-5 présente la série de mesures trimestrielles d'ambiance gamma aux huit points fixés à la clôture de l'ASDR (carte A-5 de l'annexe A) au cours de l'année 2017. Puisqu'aucun transfert de déchets radioactifs n'y a été réalisé au cours de la dernière année, il était encore attendu que l'analyse des données ne montre aucune variation significative. Les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurées en 2017 à l'ASDR ont varié entre 0,049 et 0,074  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ . Cette plage est quasi identique à celle documentée en 2016. Toutes les valeurs colligées en 2017 à cette aire de stockage ont été en deçà de la limite de conception de l'installation fixée à 2,5  $\mu\text{Sv h}^{-1}$  (ou 2,5  $\mu\text{Gy h}^{-1}$  en dose absorbée) aux clôtures de l'ASDR.

Figure 8-5 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASDR pour l'année 2017



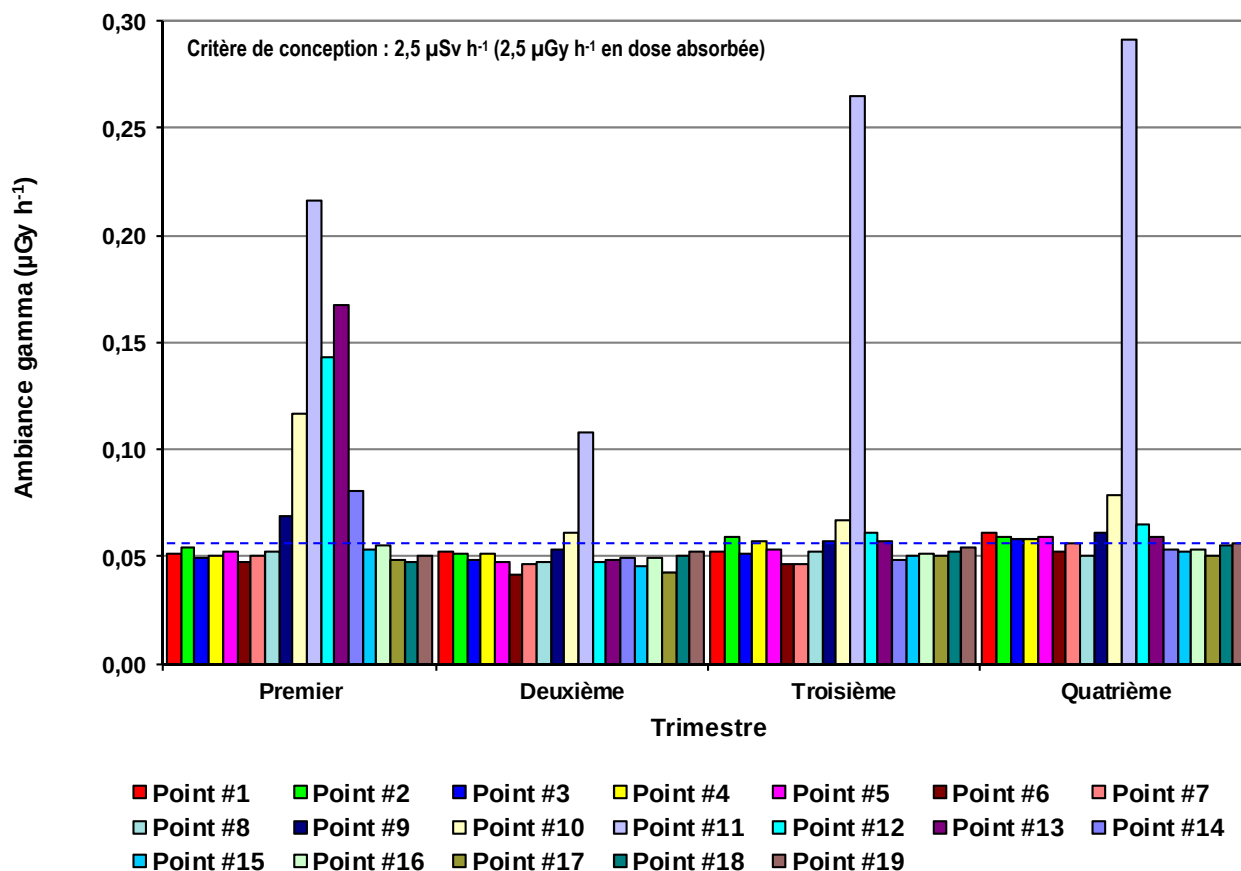
La figure 8-6 présente une récapitulation des doses annuelles de rayonnement gamma pour les cinq dernières années, à chacun des huit points de mesure de l'ASDR. En comparaison de l'année 2016, les doses annuelles de rayonnement mesurées en 2017 sont également toutes légèrement inférieures. Ces diminutions varient de 2,1 % (Point F) à 9,1 % (Point G).

Figure 8-6 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASDR pour la période 2013-2017



La figure 8-7 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma mesurée aux 19 points fixes à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2017 (carte A-6 de l'annexe A). Trois d'entre eux (points n<sup>os</sup> 17, 18 et 19) ont été ajoutés à la clôture nord-est de l'IGDRS, au cours du deuxième trimestre de l'année 2015.

Figure 8-7 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'IGDRS pour l'année 2017



En 2017, le portrait des valeurs d'ambiance gamma mesurée aux clôtures de l'IGDRS a considérablement évolué, conséquence directe de la nouvelle utilisation qui est faite à l'intérieur de son périmètre. Rappelons que deux nouveaux modules CANSTOR (n<sup>os</sup> 10 et 11) ont été construits en 2016 et qu'un d'entre eux (n<sup>o</sup> 10) a été sollicité en 2017. Les données trimestrielles associées à chacun des 19 points de mesure varient de 0,042 à 0,291  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ . Ces valeurs sont toutes en deçà de la limite de conception fixée à 2,5  $\mu\text{Sv h}^{-1}$  (ou 2,5  $\mu\text{Gy h}^{-1}$  en dose absorbée) aux clôtures de l'IGDRS.

Au premier trimestre de l'année 2017, les valeurs d'exposition au rayonnement plus élevées, enregistrées par les DTL n<sup>os</sup> 9 à 14 inclusivement, ont été influencées par la vérification d'intégrité et d'absence de vide des parois de béton des deux nouveaux modules CANSTOR (n<sup>os</sup> 10 et 11). Ces vérifications ont été faites en fin de journée le 20 janvier 2017, au moyen d'une source de cobalt-60 d'une activité de 70 Ci. Cette gammagraphie était une étape préalable à la délivrance d'une autorisation de mise en service de la CCSN. Elle sert principalement à qualifier le facteur de blindage des enceintes, et ce, avant le transfert de tout élément de combustible nucléaire irradié. Bien que la source utilisée ne soit laissée à l'air libre en aucun temps, cette seule opération de gammagraphie est responsable de ces hausses momentanées. Cela démontre par

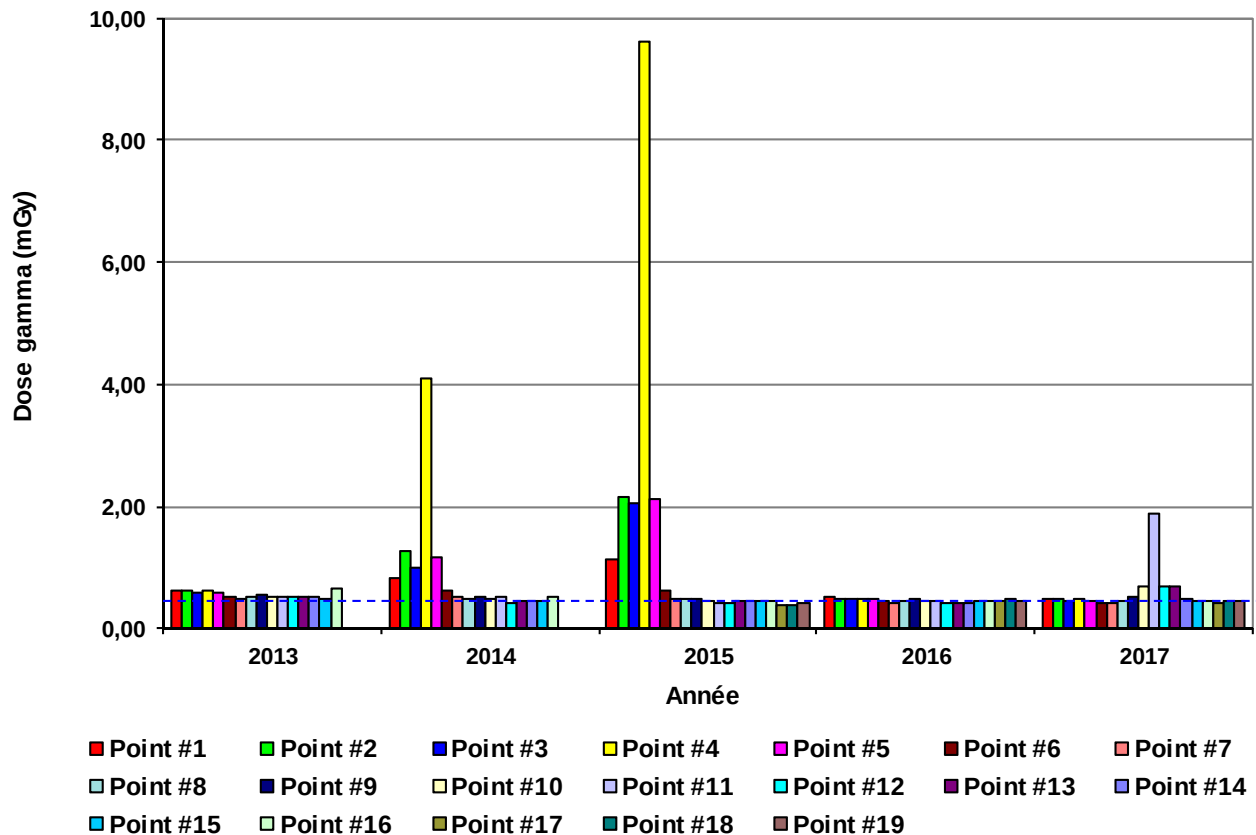
ailleurs la grande sensibilité des équipements de surveillance utilisés dans le cadre du PSRE.

Concernant les augmentations, successives et graduelles, issues des DTL n<sup>os</sup> 10 à 12, elles témoignent des premiers transferts de combustible nucléaire irradié au module CANSTOR n<sup>o</sup> 10. À la suite de l'émission de l'autorisation de mise en service de la CCSN, le 1<sup>er</sup> mai 2017, Hydro-Québec a amorcé sa première campagne annuelle de transfert de combustible à ce nouveau module de l'IGDRS. Le transfert d'un premier panier a été réalisé le 16 mai 2017, au deuxième trimestre de l'année, pour se terminer par le transfert d'un 100<sup>e</sup> panier de combustible, le 12 juillet suivant. Ces trois DTL sont ceux situés le plus près du module CANSTOR n<sup>o</sup> 10.

La figure 8-8 présente les doses annuelles gamma mesurées aux clôtures de l'IGDRS au cours des cinq dernières années. En 2017, les doses annuelles gamma recensées aux 19 différents points de mesure ont varié de 0,41 à 1,87 mGy. Alors que la diminution la plus importante fut de 7,9 % (point n<sup>o</sup> 1) en comparaison de l'année précédente, l'augmentation la plus élevée fut quant à elle de 330,4 % (point n<sup>o</sup> 11). Cette forte augmentation reflète le début des transferts de combustible nucléaire irradié au CANSTOR n<sup>o</sup> 10 en 2017.

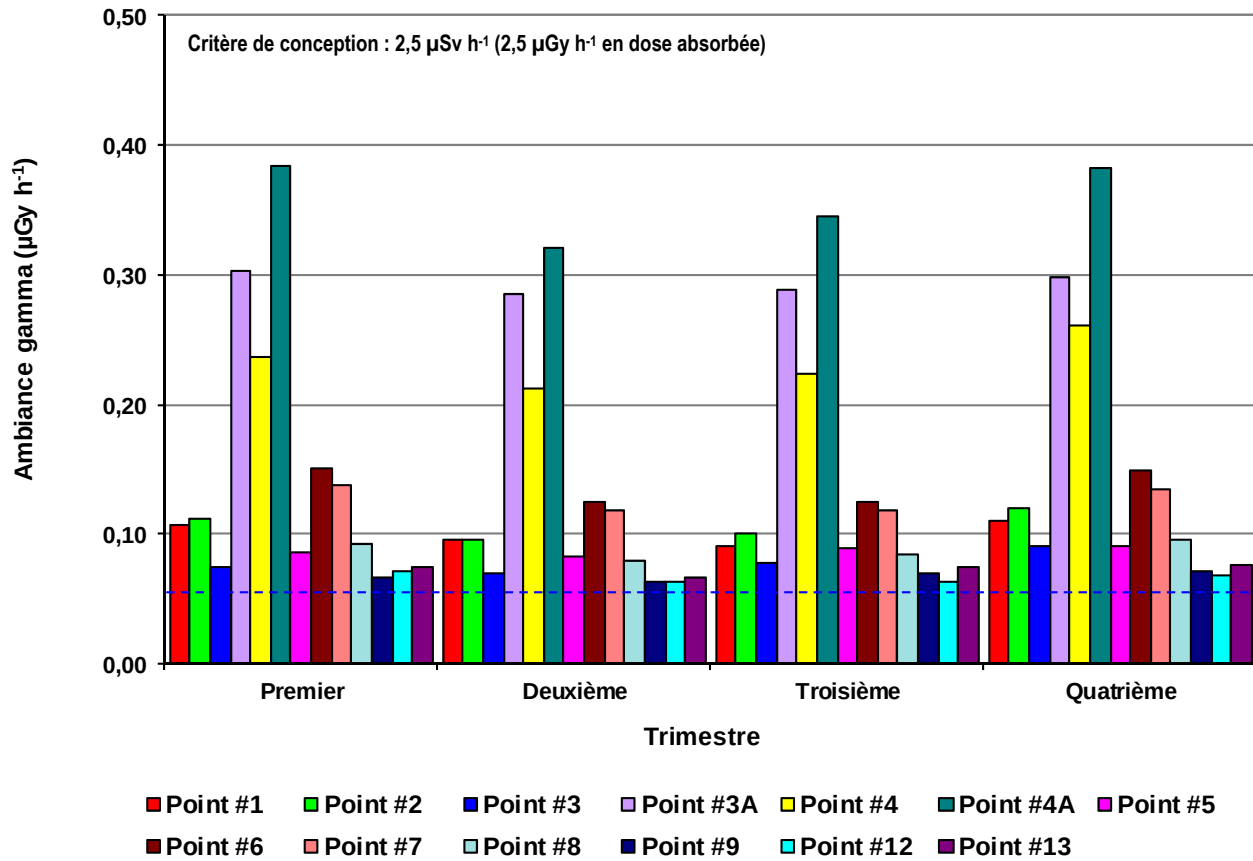
Finalement, la quelque dizaine de valeurs plus élevées des deux années 2014 et 2015 n'était uniquement attribuable qu'à l'entreposage temporaire de déchets radioactifs à proximité du périmètre clôturé de l'IGDRS. Aucune d'elles n'a plus été observée en 2016, à la suite du transfert de tous ces déchets, complété à l'automne 2015, dans les enceintes de déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA) de l'IGDRS. L'ampleur des hausses de la dose mesurée aux points concernés était directement liée à la proximité de chacun d'eux avec les déchets entreposés en conteneurs. En 2016, les doses annuelles sont revenues au même ordre de grandeur que celles de l'année 2013, soit l'année précédant le stockage temporaire de ces déchets spécifiques.

Figure 8-8 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'IGDRS pour la période 2013-2017



La figure 8-9 présente les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma aux 13 points de mesure installés aux clôtures de l'ASSCI, pour l'année 2017. Les points n<sup>os</sup> 3A et 4A ont été ajoutés au troisième trimestre de 2015 (carte A-6 de l'annexe A).

Figure 8-9 : Ambiance gamma trimestrielle à la clôture de l'ASSCI pour l'année 2017

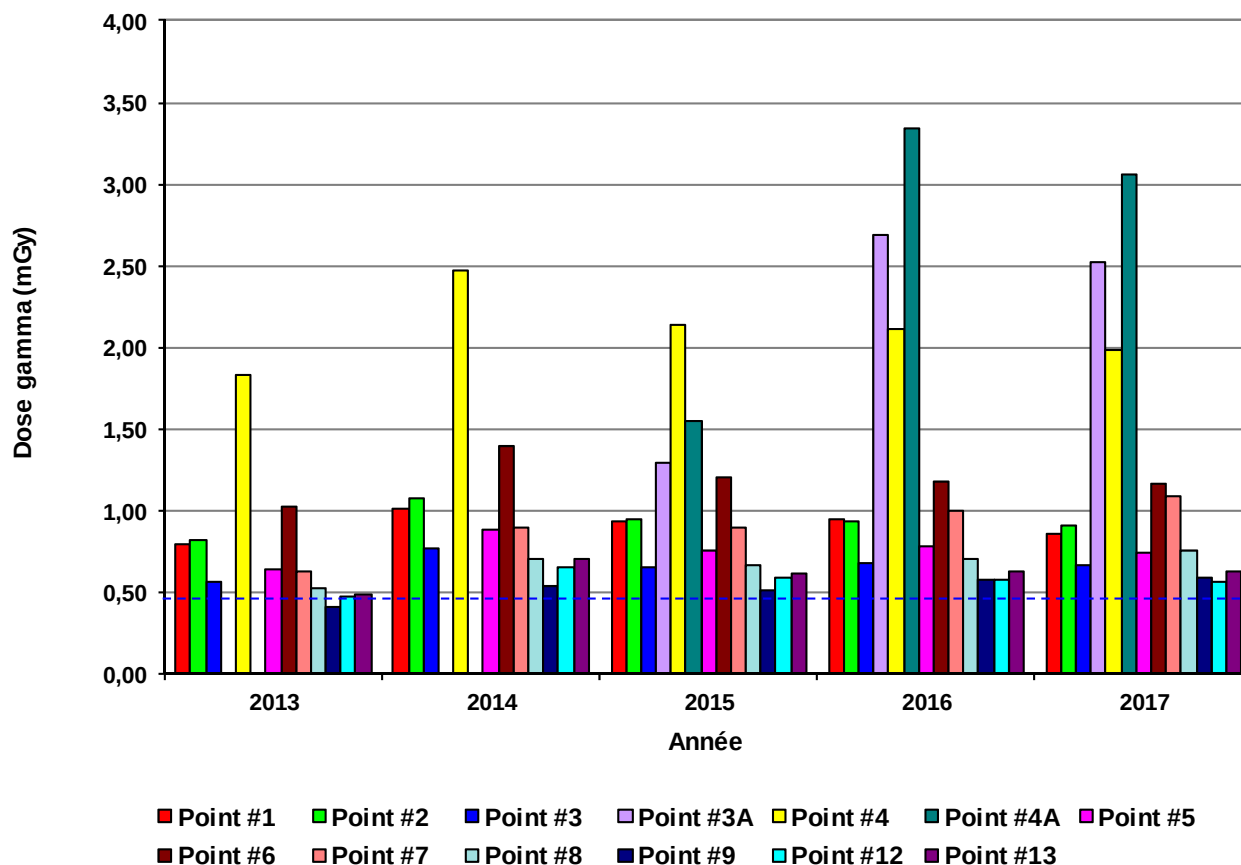


Les valeurs trimestrielles d'ambiance gamma de l'ASSCI ont varié, en 2017, de 0,063 à 0,385  $\mu\text{Gy h}^{-1}$ . À l'instar de l'année précédente, pour tous les trimestres de l'année 2017, les valeurs les plus élevées ont été mesurées au point n° 4A. Viennent ensuite celles mesurées au point n° 3A, puis au point n° 4. Ces trois points sont contigus et font face à deux modules CANSTOR remplis à leur pleine capacité de combustible nucléaire irradié, soit les modules n°s 1 et 6. Pour un point donné, les variations enregistrées au gré des quatre trimestres sont faibles. L'ensemble de points de mesure n°s 3A, 4 et 4A constitue toujours celui où les dosimètres sont les plus exposés en raison de leur emplacement spécifique au site. Comme les opérations de transfert du combustible actuellement en piscine se feront exclusivement aux deux nouveaux modules CANSTOR de l'IGDRS, aucune variation importante de l'ambiance gamma n'est désormais anticipée à cette aire de stockage.

Tout comme ce fut le cas pour l'ASDR et l'IGDRS, toutes les mesures relevées en 2017 aux clôtures de l'ASSCI ont été en deçà de la limite de conception de l'installation, qui est de 2,5  $\mu\text{Sv h}^{-1}$  (ou 2,5  $\mu\text{Gy h}^{-1}$  en dose absorbée).

La figure 8-10 présente les valeurs de dose annuelle gamma pour chacun des points de mesure aux clôtures de l'ASSCI, et ce, pour les cinq dernières années. En comparaison de l'année précédente, les variations de valeurs de dose annuelle gamma sont faibles pour tous les points. La hausse la plus élevée est de 8,6 % au point n° 7 alors que la diminution la plus importante est de 8,8 %, au point n° 1.

Figure 8-10 : Dose annuelle gamma à la clôture de l'ASSCI pour la période 2013-2017



## 8.2.2 Tritium

À l'installation nucléaire de Gentilly-2, les effluents atmosphériques qui peuvent être source de tritium, sous une forme de vapeur d'eau tritiée, proviennent essentiellement de la cheminée principale. À ces effluents s'ajoutent des émissions secondaires, d'une activité moindre, comme les émissions diffuses de l'ASDR et de l'IGDRS, ainsi que celles de quelques salles qui ne sont pas reliées au système de ventilation.

L'activité en tritium mesurée à une SCR est essentiellement fonction du taux de rejets de l'installation nucléaire et des conditions météorologiques. Théoriquement, les SCR les plus rapprochées de la cheminée principale montreront des concentrations plus

élevées, à plus forte raison lorsqu'elles sont situées dans l'axe des vents dominants au cours d'une période donnée où les rejets s'avéraient être plus importants.

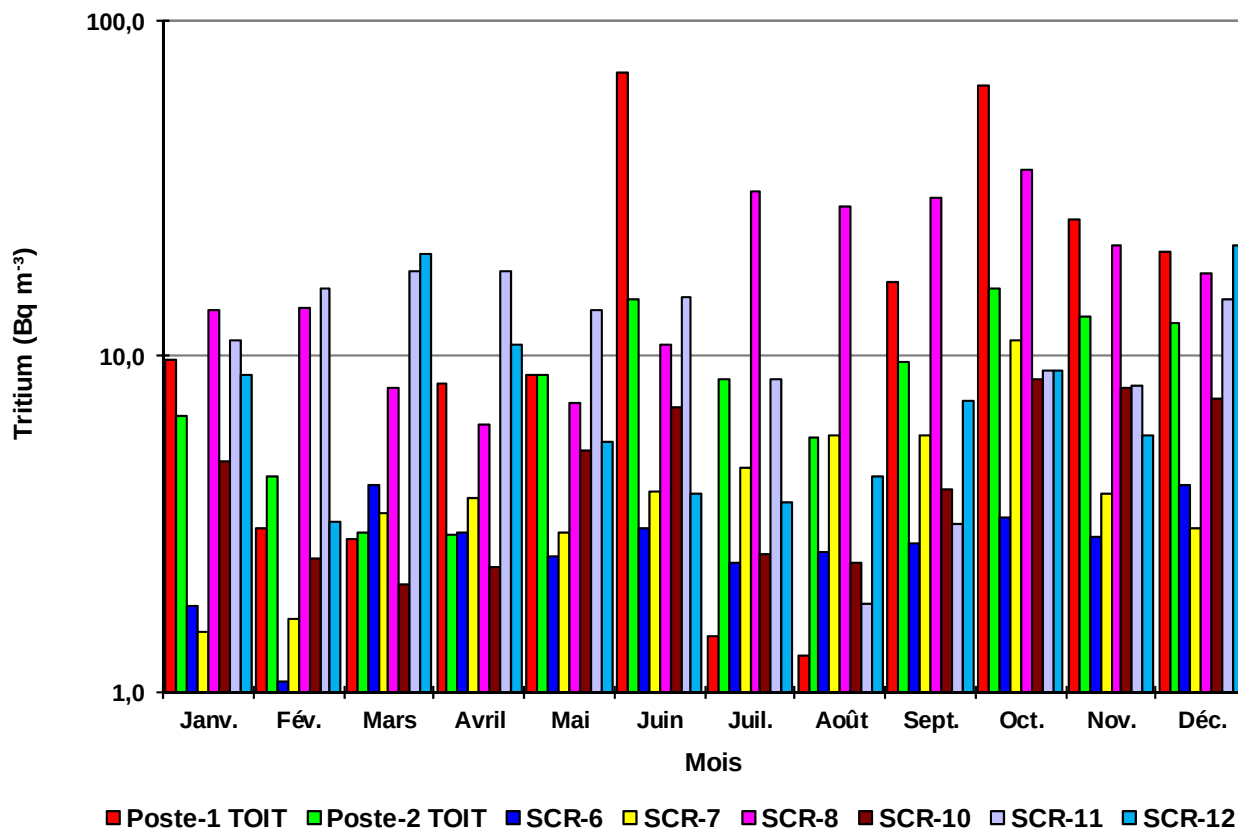
Les figures 8-11, 8-13, 8-15 et 8-17 présentent l'ensemble des valeurs mensuelles de tritium atmosphérique de l'année 2017, mesurées respectivement aux stations suivantes :

- Poste-1, Poste-2, SCR-6 à 8 et SCR-10 à 12, toutes situées à même le site des installations de Gentilly-2 ;
- six SCR de la région environnante, sises dans un rayon de 2 à 15 km autour des installations de Gentilly-2 ;
- quatre SCR dédiées à l'IGDRS ;
- cinq SCR dédiées à l'ASDR.

Pour leur part, les figures 8-12, 8-14, 8-16 et 8-18 présentent, pour les mêmes stations, les séries de concentrations atmosphériques annuelles moyennes de tritium pour la période 2013-2017. Afin d'illustrer le bruit de fond, les mesures relevées à la station de référence de Trois-Rivières sont représentées aux figures 8-13 et 8-14.

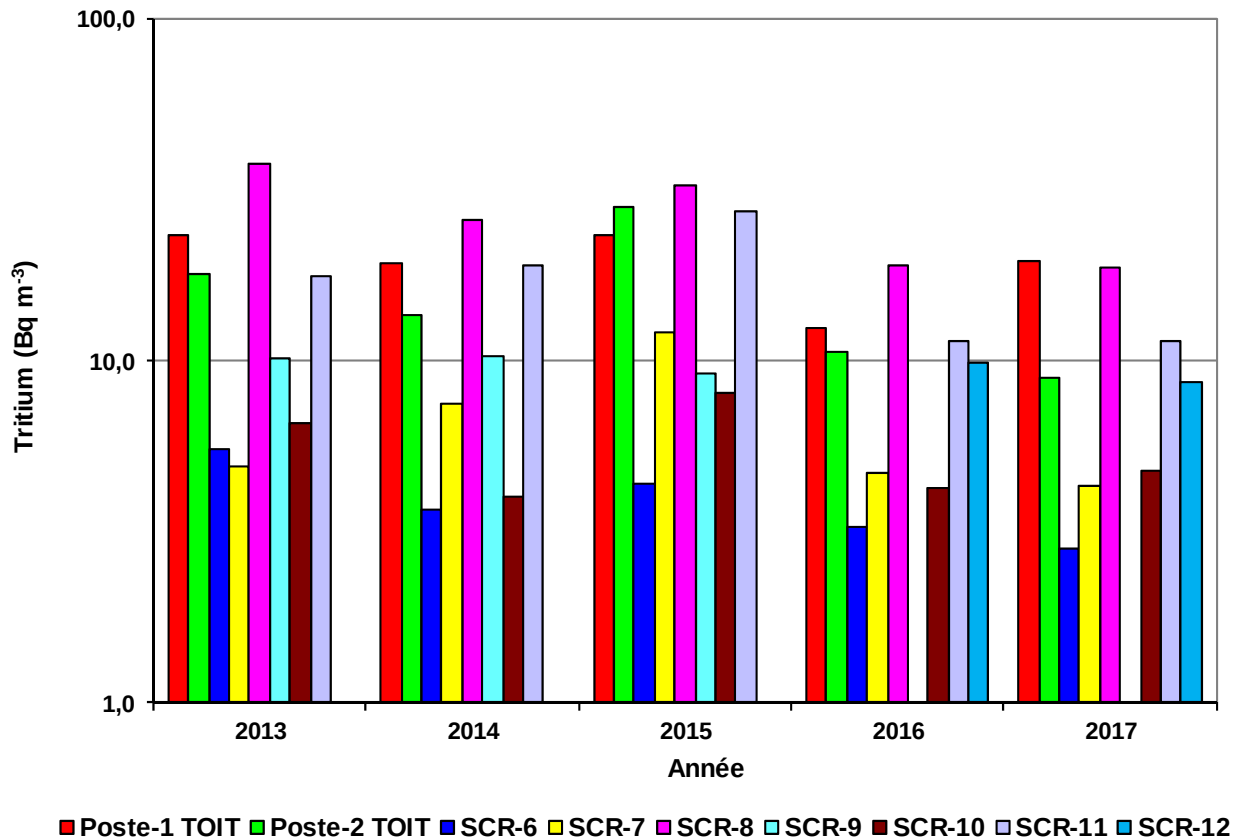
Les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique relevées à chacune des huit SCR aménagées à même le site des installations de Gentilly-2 (figure 8-11) ont varié, en 2017, de  $1,07 \text{ Bq m}^{-3}$  (SCR-6 en février) à  $70,40 \text{ Bq m}^{-3}$  (Poste-1 en juin). L'analyse des données de dispersion des rejets permet d'identifier les principaux facteurs expliquant la valeur élevée mesurée à la station Poste-1 en juin. Pendant cette période mensuelle d'échantillonnage, des occurrences de plus de 40 % de vents provenant du nord-nord-est, du nord-est et de l'est-nord-est, donc en direction de cette station, ont été recensés. Ces vents ont été conjugués à des rejets mensuels de tritium plus élevés à la cheminée principale, soit les deuxièmes plus élevés de 2017.

Figure 8-11 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux stations Poste-1, Poste-2, SCR-6 à SCR-8 et SCR-10 à SCR-12 (zone d'exclusion) pour l'année 2017



La figure 8-12 présente pour sa part une série de valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues à neuf SCR, toutes aménagées sur le site des installations de Gentilly-2, et ce, pour la période 2013-2017.

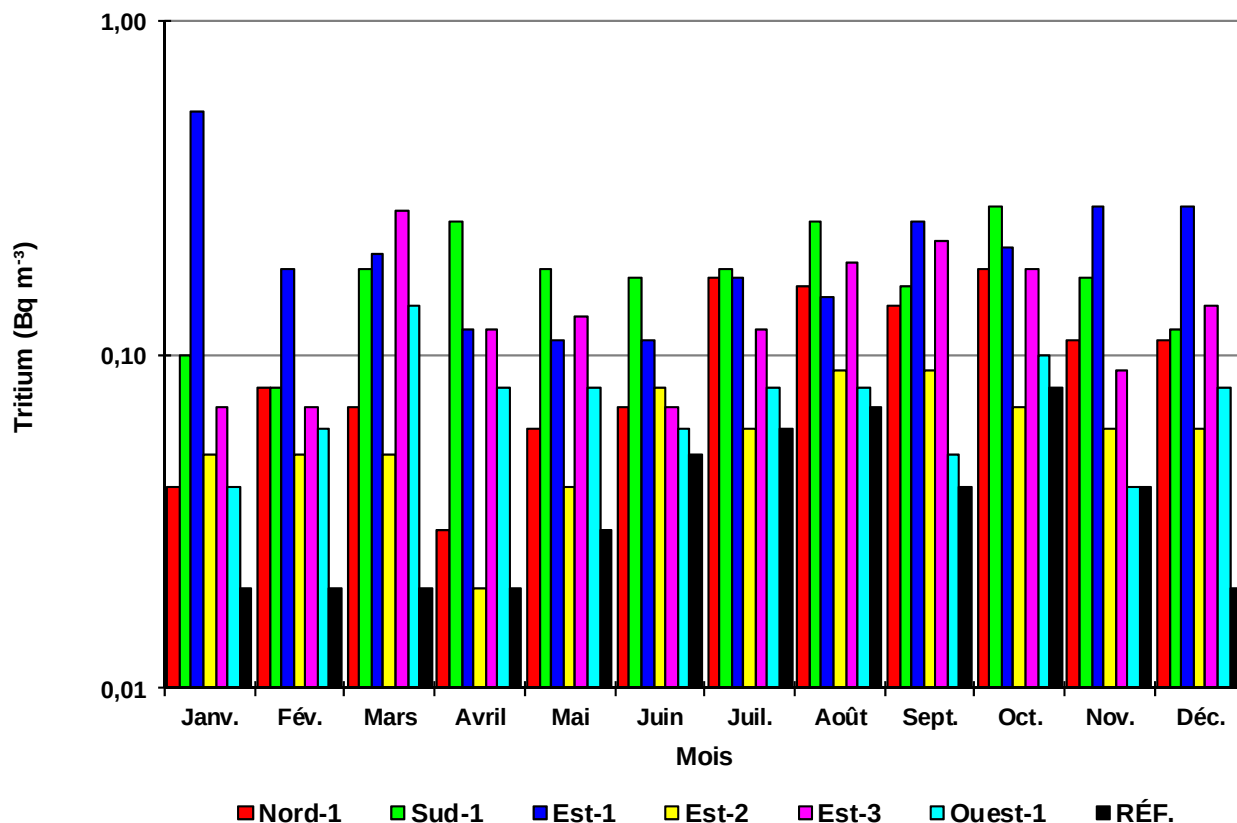
Figure 8-12 : Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux stations Poste-1, Poste-2 et SCR-6 à SCR-12 (zone d'exclusion) pour la période 2013-2017



En comparaison de l'année précédente, les variations des concentrations annuelles moyennes de tritium atmosphérique de l'année 2017 sont disparates. Elles passent d'une diminution de 11,6 % (SCR-12) à une augmentation de 56,0 % (Poste-1). Comme toutes les SCR de ce regroupement couvrent à la fois toutes les directions possibles en partance de la cheminée principale, et compte tenu du fait que l'activité annuelle de tritium aux effluents gazeux de l'année 2017 n'est pas différente de celle de 2016, des variations d'une telle amplitude ne témoignent pas d'un événement particulier. Concernant spécifiquement la station Poste-1, il est utile de rappeler qu'elle se trouve à moins de 150 mètres de la cheminée et, qui plus est, à une élévation similaire puisqu'elle est située sur le toit d'un bâtiment administratif comptant six étages.

La figure 8-13 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique quantifiées aux six SCR situées à l'extérieur du site des installations de Gentilly-2 de même qu'à la station de référence, pour l'année 2017.

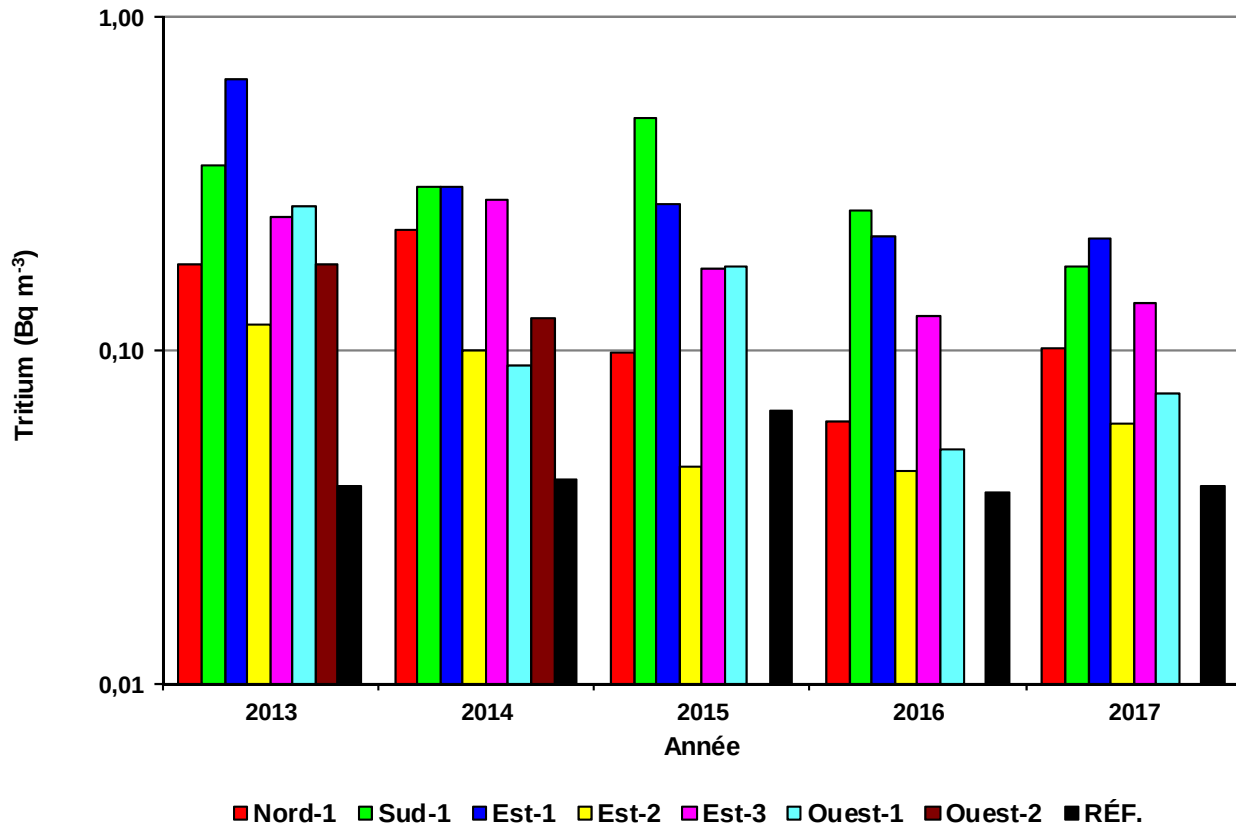
Figure 8-13 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique aux stations NORD-1, SUD-1, EST-1 à EST-3, OUEST-1 et à la station de référence pour l'année 2017



Au cours de l'année 2017, les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique mesurées aux SCR sises hors du site des installations de Gentilly-2 ont varié de 0,02 Bq m<sup>-3</sup> (EST-2 en avril) à 0,54 Bq m<sup>-3</sup> (EST-1 en janvier). L'analyse parallèle des concentrations de l'ensemble des SCR aménagées à même le site et hors du site prouve le rabattement rapide des émissions atmosphériques radioactives des installations de Gentilly-2, à faible distance du point d'émissions. Alors que la valeur maximale de concentration était de 70,40 Bq m<sup>-3</sup> dans les stations du premier groupe, elle n'était que de 0,54 Bq m<sup>-3</sup> dans celles du second. Déjà, à mi-distance de la zone d'exclusion d'un rayon d'un kilomètre, la valeur maximale était de 4,12 Bq m<sup>-3</sup>. Règle générale, la dispersion atmosphérique fut moindre aux deux stations SUD-1 et EST-1.

La figure 8-14 présente les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux six SCR aménagées à l'extérieur du site des installations de Gentilly-2 et à la station de référence désignée, pour la période 2013-2017.

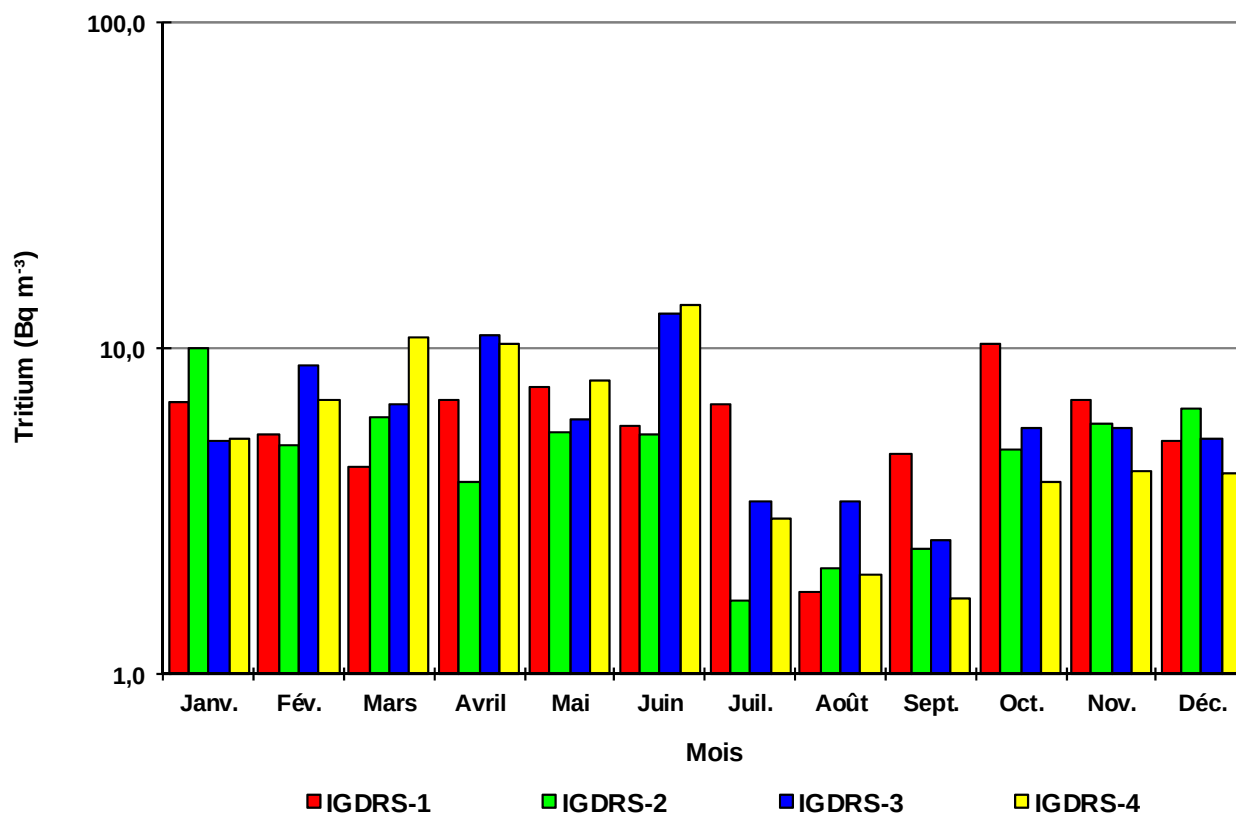
Figure 8-14 : Activité annuelle moyenne en tritium atmosphérique aux stations NORD-1, SUD-1, EST-1 à EST-3, OUEST-1 et OUEST-2 et à la station de référence pour la période 2013-2017



À l'instar des concentrations annuelles moyennes de tritium atmosphérique des SCR aménagées à même le site des installations de Gentilly-2, l'analyse des valeurs de l'année 2017 pour les SCR sises hors site montre des variations qui ne répondent à aucune tendance commune. Les variations passent d'une diminution de 32,4 % pour la station SUD-1, à une augmentation de 66,4 % à la station NORD-1. Dans ce dernier cas, la hausse est principalement causée par quelques concentrations mensuelles plus élevées au troisième trimestre, période où l'origine des vents était plus favorable à une dispersion atmosphérique vers cette station et où les rejets étaient plus soutenus. Finalement, la diminution de la concentration annuelle moyenne du point SUD-1 en 2017 sera un des facteurs qui contribuera, comme il sera abordé en détail au chapitre 9, à un changement du groupe récepteur le plus exposé pour la dernière année.

La figure 8-15 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique obtenues aux quatre SCR situées au périmètre de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A), pour l'année 2017.

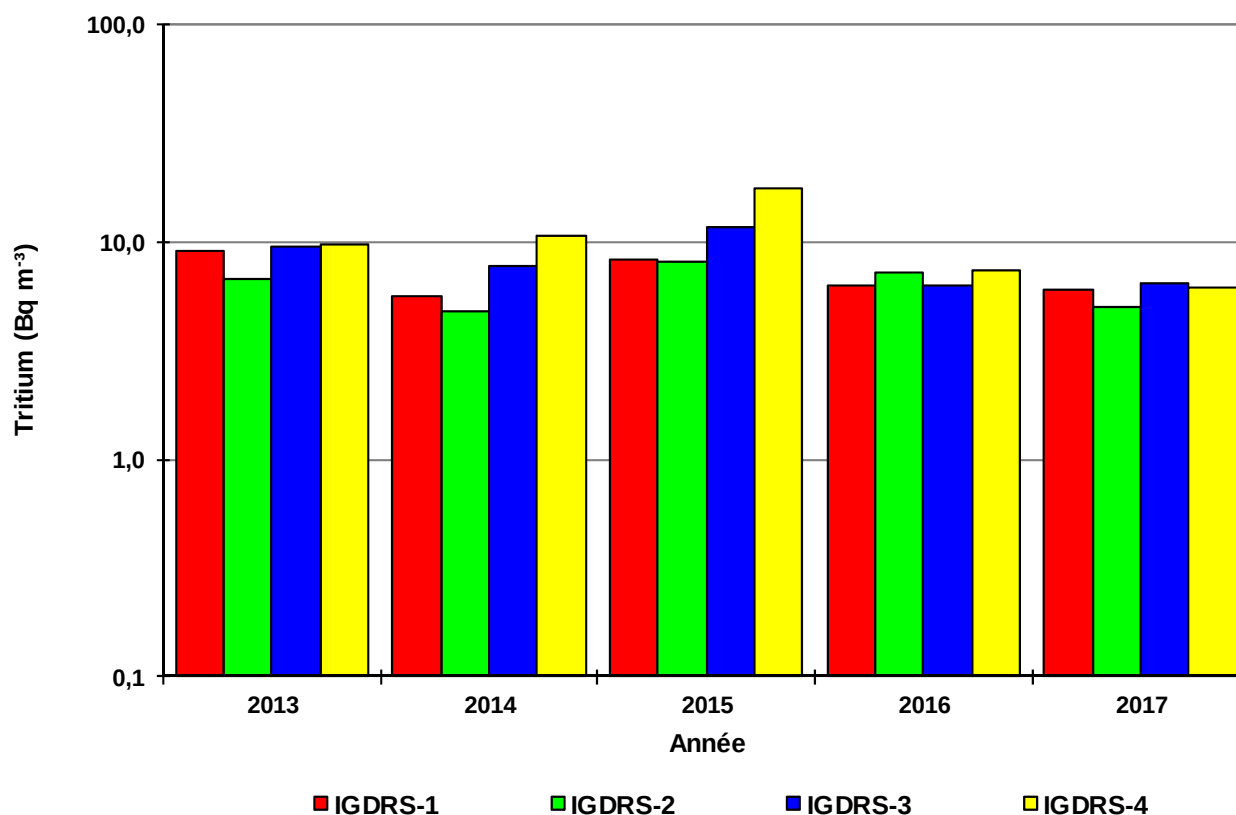
Figure 8-15 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'IGDRS pour l'année 2017



Cet ensemble de stations, disposées autour de l'IGDRS, vise spécifiquement à quantifier les possibles apports de tritium gazeux qui pourraient provenir des enceintes de stockage de déchets radioactifs solides. Ces stations peuvent à la fois être soumises aux émissions de la cheminée principale et à celles des déchets. En 2017, à ces quatre stations dédiées, l'activité mensuelle en tritium atmosphérique a varié de 1,69 Bq m<sup>-3</sup> (IGDRS-2, en juillet) à 13,70 Bq m<sup>-3</sup> (IGDRS-4, en juin). Bien qu'elles soient faibles, les variations de concentration semblent obéir à une même tendance au fil des mois de l'année 2017, laissant supposer qu'aucun autre apport de tritium gazeux n'influence ces stations, outre la cheminée principale de l'installation nucléaire.

La figure 8-16 montre les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux quatre SCR situées au périmètre de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A) pour la période 2013-2017.

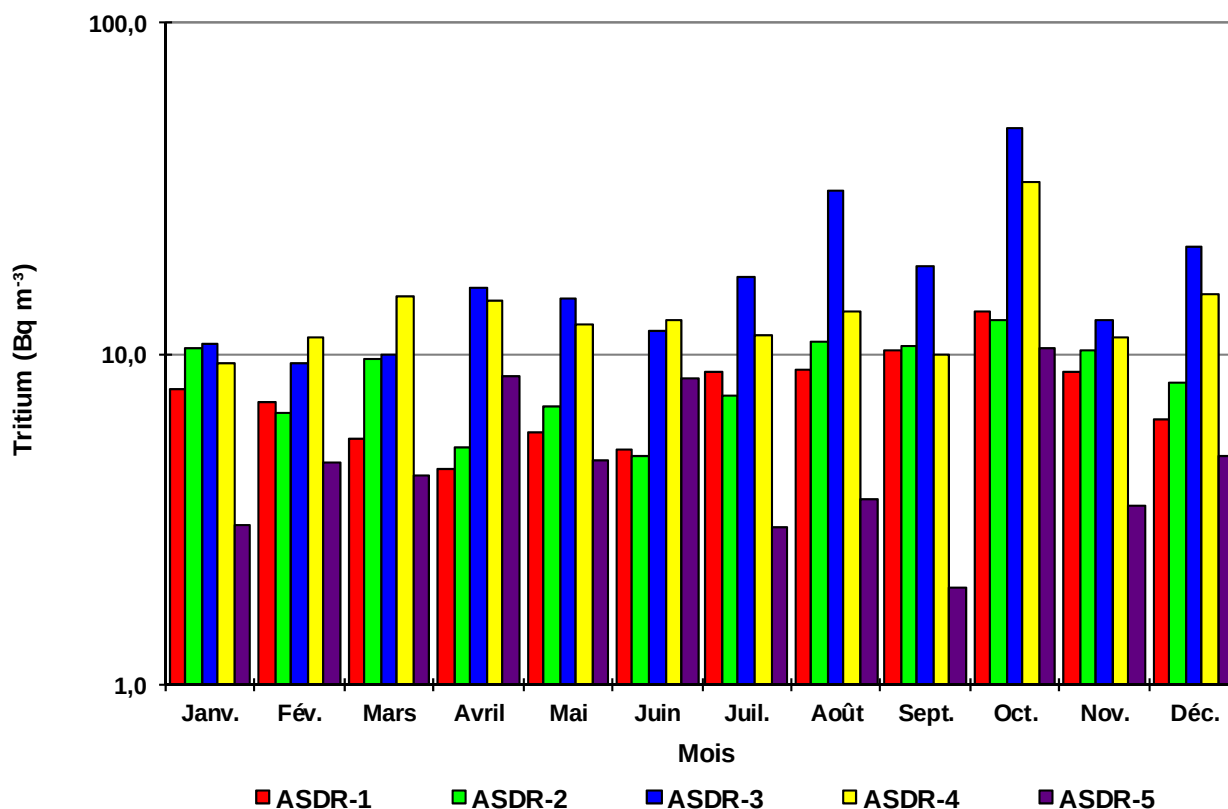
Figure 8-16 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'IGDRS pour la période 2013-2017



Du fait qu'elles soient très proches les unes des autres, mais aussi des faibles émissions diffuses de tritium gazeux provenant des enceintes de l'IGDRS, les quatre SCR montrent sensiblement les mêmes valeurs pour l'année 2017. Le profil est également semblable à celui de l'année précédente. Considérant l'étanchéité des couvercles des enceintes de cette installation de stockage de déchets radioactifs, et de l'utilisation qui en a été faite en 2017, il s'agissait d'une situation attendue. Elle confirme que les enceintes de l'IGDRS contenant actuellement des déchets radioactifs constituent une faible source d'émissions de tritium.

La figure 8-17 présente les concentrations mensuelles de tritium atmosphérique obtenues aux cinq SCR situées au périmètre de l'ASDR (carte A-5 de l'annexe A), pour l'année 2017.

Figure 8-17 : Activité mensuelle en tritium atmosphérique à l'ASDR pour l'année 2017



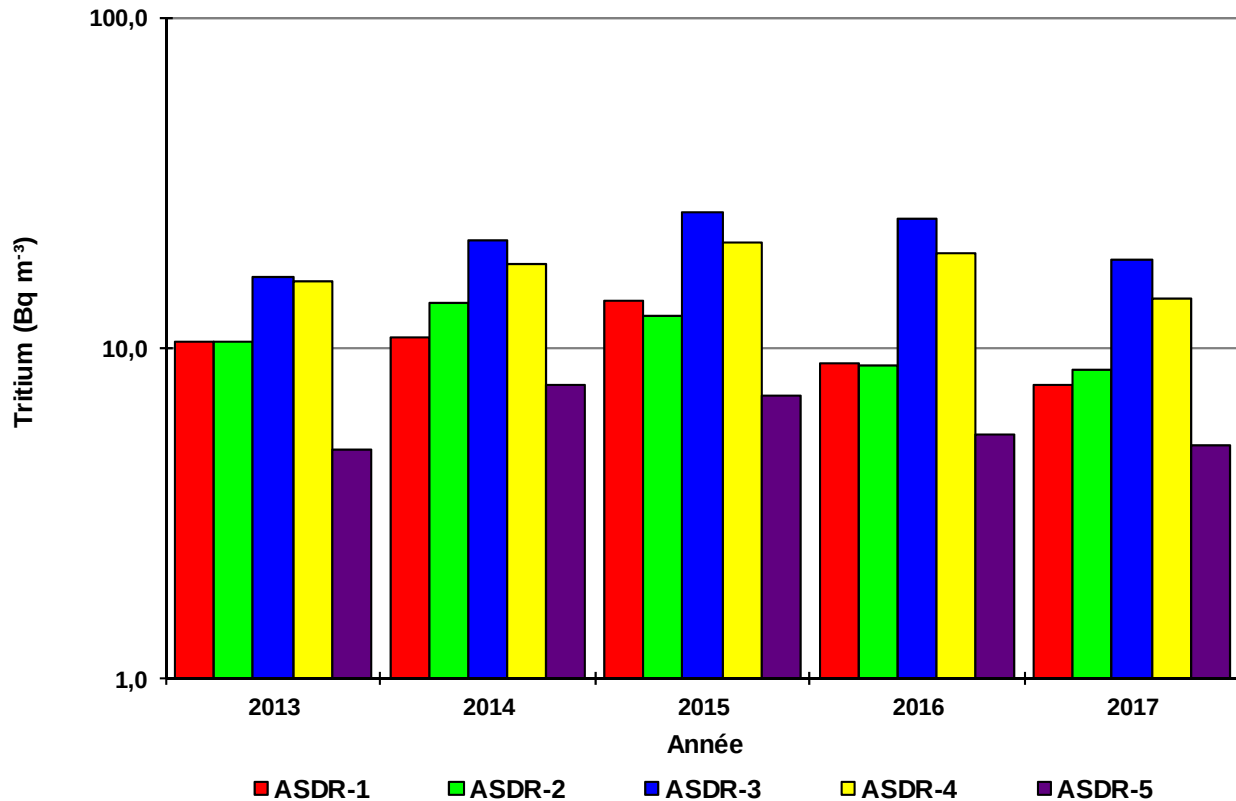
Au cours de l'année 2017, l'activité mensuelle en tritium atmosphérique a varié, aux cinq stations du périmètre de l'ASDR, de  $1,97 \text{ Bq m}^{-3}$  (ASDR-5, en septembre) à  $48,20 \text{ Bq m}^{-3}$  (ASDR-3, en octobre). Cette plage de valeurs est par ailleurs très semblable à celle de l'année précédente. La répétabilité de la distribution des valeurs mensuelles de concentration de tritium de ce sous-groupe au périmètre de l'ASDR semble obéir aux mêmes influences. Chaque année, les concentrations sont en faible hausse en période printanière, pour culminer en octobre, et recommencer à fléchir au cours du mois de novembre. Il peut être supposé que les taux d'émissions soient directement liés à la température interne des déchets contenus dans les différentes fosses, plus spécifiquement pour les nombreux ballots de déchets compactables. Considérant une certaine inertie thermique associée aux colis de déchets à l'intérieur des enceintes, comparativement aux températures extérieures, il est admis que la désorption des quantités de tritium toujours présent aux déchets entreposés dans les fosses soit maximale alors que la température interne y est la plus élevée.

Contrairement aux constats faits pour les enceintes de l'IGDRS, l'évolution des valeurs rendues par les stations dédiées à l'ASDR confirme également que les déchets contenus dans les différentes fosses de cette installation constituent une contribution locale mesurable d'émissions atmosphériques de tritium, en plus de celles issues de la

cheminée principale de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Ces émissions secondaires de tritium provenant des fosses à déchets radioactifs de l'ASDR sont observées et documentées depuis plusieurs années. Non seulement les fosses de l'ASDR sont pratiquement remplies au maximum de leur capacité, mais la conception même des enceintes de l'installation fait également en sorte que l'étanchéité de ses couvercles de béton est moindre qu'à l'IGDRS, où les couvercles ont pour leur part tous été dotés de joints limitant les échanges d'air. La période radioactive du tritium, de 12,3 ans, pourrait aussi contribuer à une réduction des concentrations émanant des déchets qui seront mesurées au pourtour de l'ASDR les prochaines années.

La figure 8-18 montre les valeurs annuelles moyennes de tritium atmosphérique obtenues aux cinq SCR situées au périmètre de l'ASDR (carte A-5 de l'annexe A) pour la période 2013-2017.

Figure 8-18 : Activité annuelle moyenne de tritium atmosphérique à l'ASDR pour la période 2013-2017



Comme par le passé, la distribution ordonnée des valeurs annuelles moyennes de concentration de tritium atmosphérique des cinq SCR situées au périmètre de l'ASDR montre la prépondérance des valeurs aux stations ASDR-3 et ASDR-4. Elles sont toutes deux situées à proximité des fosses à filtres des systèmes nucléaires en eau lourde, susceptibles de représenter une source d'émissions diffuses de tritium.

Comparativement à 2016, les valeurs annuelles moyennes sont toutes en diminution. Plus spécifiquement pour les deux SCR montrant les plus fortes concentrations, ces baisses sont respectivement de 24,9 % et 27,1 %, alors qu'aux trois autres stations, elles varient plutôt entre 2,0 % et 14,0 %. Il est utile de rappeler qu'aucun transfert de déchets radioactifs n'a été réalisé à l'ASDR en 2017. Cette situation perdure depuis quelques années, puisque le plus récent transfert de déchets y a été fait en 2012.

### 8.2.3 Carbone-14

Aux installations de Gentilly-2, les émissions gazeuses de carbone-14, aussi rejetées à l'atmosphère par la cheminée principale, sont majoritairement sous forme de bioxyde de carbone ( $^{14}\text{CO}_2$ ). À ces émissions, viennent également s'ajouter d'autres sources secondaires, d'une activité radiologique moindre, comme les émanations provenant de certains déchets stockés à l'ASDR et à l'IGDRS. La dispersion environnementale du carbone-14 est influencée, au même titre que le tritium précédemment décrit, par les différentes conditions météorologiques et les taux de précipitations du moment. En concentration atmosphérique, l'activité massique du carbone-14 est publiée en becquerel par gramme de carbone ( $\text{Bq g-C}^{-1}$ ). Un échantillonnage de carbone-14 est également réalisé à la station de référence de Trois-Rivières. À cette station, la concentration annuelle moyenne de l'année 2017 a été quantifiée à  $0,21 \text{ Bq g-C}^{-1}$ , ce qui est comparable aux concentrations naturelles de carbone-14 atmosphérique présentées dans la littérature scientifique (NCRP, 1985).

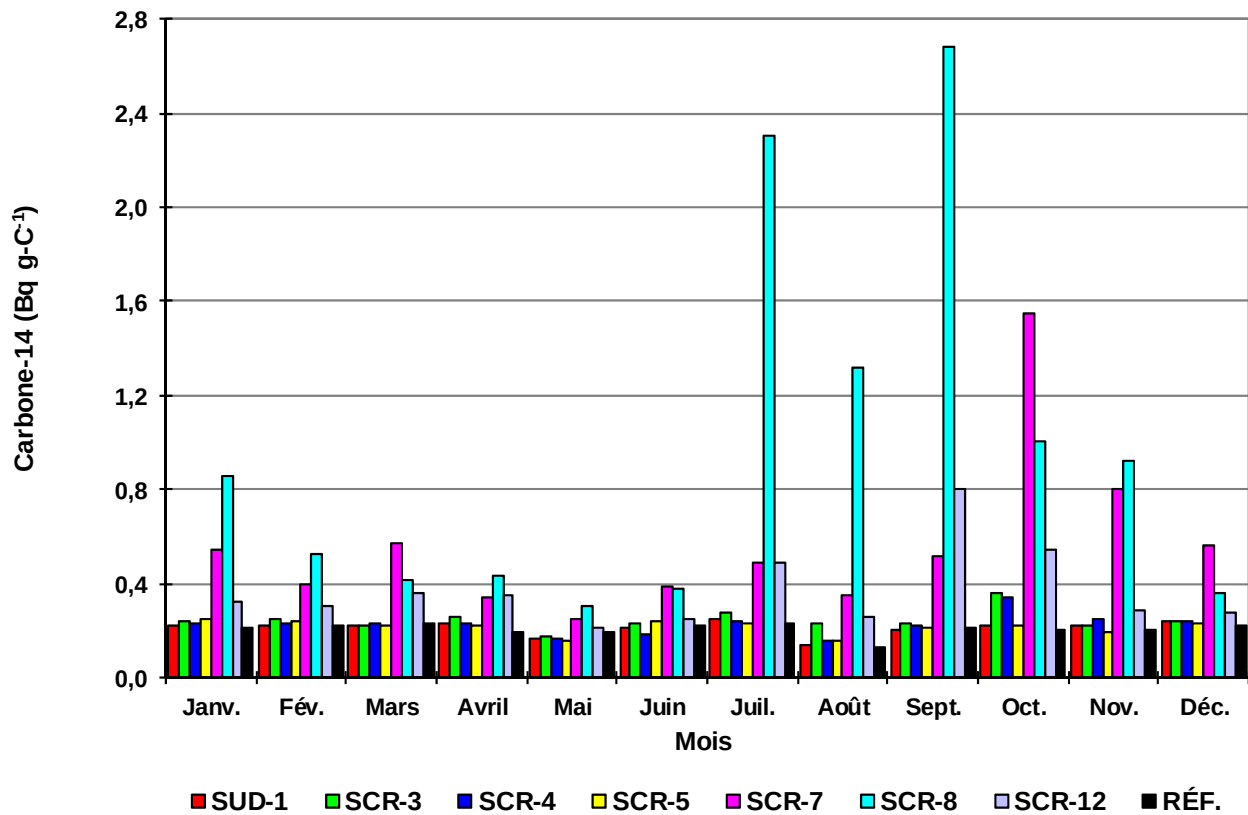
La figure 8-19 présente les concentrations mensuelles en carbone-14 atmosphérique mesurées en 2017 aux SCR de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A), à la station située dans le parc industriel et portuaire de Bécancour (PIPB), identifiée SCR-5, ainsi qu'à la station de référence de Trois-Rivières (carte A-4). La station SCR-12 assure depuis 2016 la surveillance à l'est de la cheminée principale. La station SUD-1 a également été dotée d'un équipement d'échantillonnage en 2016.

Pour l'ensemble de ces sept stations assurant la surveillance du carbone-14 atmosphérique, les valeurs mensuelles ont varié, en 2017, de  $0,14 \text{ Bq g-C}^{-1}$  (SUD-1, en août) à  $2,68 \text{ Bq g-C}^{-1}$  (SCR-8, en septembre). Au cours de l'année 2017, les stations SCR-7, SCR-8 et SCR-12 ont montré des variations mensuelles se démarquant des autres. D'une part, la station SCR-7, située à proximité de l'ASDR, répond aux différentes variations que causent les émissions diffuses des fosses à déchets, connues et documentées, de l'installation de déchets radioactifs solides. Par ailleurs, le profil des concentrations de carbone-14 qui y sont mesurées est similaire à celui du tritium, ces deux radionucléides ayant une source commune à l'ASDR.

D'autre part, les stations SCR-8 et SCR-12, toutes deux respectivement situées à moins de 100 et 200 mètres de la cheminée principale de l'installation nucléaire de Gentilly-2, ont été sujettes aux taux d'émissions plus soutenus pendant les quelques mois de l'année 2017 où ont été complétés les travaux de préparation à la dormance relatifs à la dernière phase de transfert à l'IGDRS de résines usées échangeuses d'ions. Comme en témoignait l'analyse des résultats du chapitre 2 du présent rapport, ces travaux ont

impliqué une hausse de carbone-14 aux effluents radioactifs en 2017. En plus d'être située à plus courte distance de la cheminée principale, il est plausible que la station SCR-8 ait également été influencée par une plus grande proximité du chantier où se déroulaient tous les travaux de pompage de résines usées, en 2017. Les connaissances acquises aux deux premières phases de ces importants travaux, réalisés au cours des dernières années, avaient d'ailleurs permis d'anticiper cette situation.

Figure 8-19 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique aux stations SUD-1 et SCR-3, SCR-4, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour l'année 2017



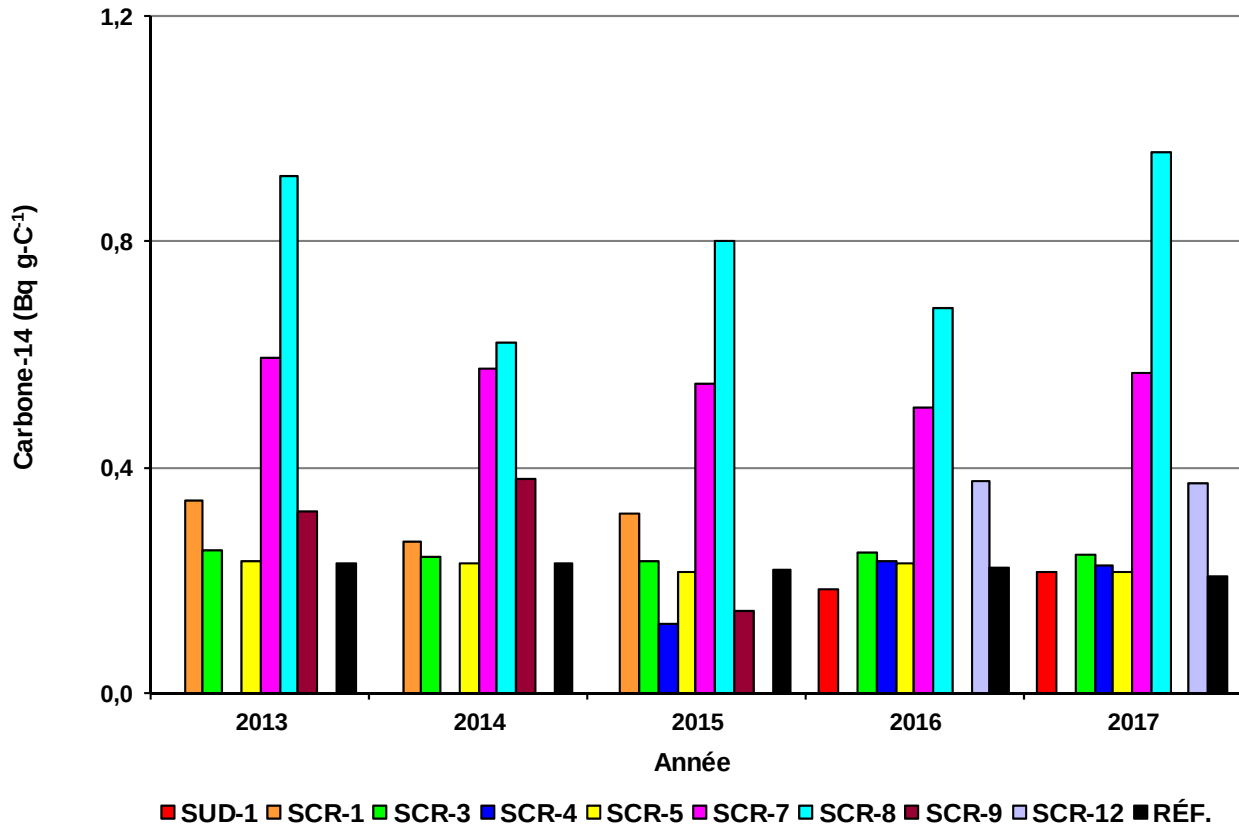
La figure 8-20 présente toutes les valeurs annuelles moyennes de concentrations de carbone-14 atmosphérique des échantillons provenant des sept SCR de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A), à la station SCR-5 située dans le PIPB, à la station SUD-1 située à la limite de la propriété d'Hydro-Québec et à la station de référence de Trois-Rivières, pour la période 2013-2017 (carte A-4 de l'annexe A).

Au cours de cette période récapitulative des cinq dernières années, toutes les stations instrumentées afin de permettre la mesure des concentrations de carbone-14 ont adéquatement répondu aux conditions d'exposition respectives. Alors que la plupart des stations rendaient des valeurs du même ordre de grandeur que celles de la station de référence, la station en périphérie de l'ASDR était toujours exposée aux émissions

diffuses, mais stables d'une année à l'autre. Par ailleurs, les variations annuelles constatées à la station SCR-8 se calquent sur l'ampleur des travaux de préparation à la dormance, faits au système de stockage des résines usées, depuis l'automne 2013. Dans une plus faible mesure, c'est aussi le cas de la station SCR-12.

En comparaison de l'année précédente, les variations de concentrations annuelles moyennes de carbone-14 atmosphérique de l'année 2017 allaient d'une diminution de 6,2 % à la station SCR-5, à une augmentation de 40,7 % à la station SCR-8, pour les raisons précédemment décrites. Au terme de l'année 2017, toutes les résines usées échangeuses d'ions avaient été extraites de chacun des deux réservoirs souterrains de ce système, et adéquatement entreposées aux installations de l'IGDRS. De même, la vidange complète de l'eau des deux mêmes réservoirs avait été achevée. Cet état de fait devrait mettre un terme aux émissions plus élevées de carbone-14 à l'installation nucléaire de Gentilly-2. Il est utile de rappeler qu'au cours de leur utilisation dans les systèmes nucléaires, ces résines échangeuses d'ions avaient capté plus de 90 % du carbone-14 produit durant l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Cette étape de gestion des résines usées était un prérequis à l'atteinte du prochain ÉSS, soit celui où tout le combustible nucléaire irradié aura été transféré aux modules CANSTOR de l'ASSCI et de l'IGDRS.

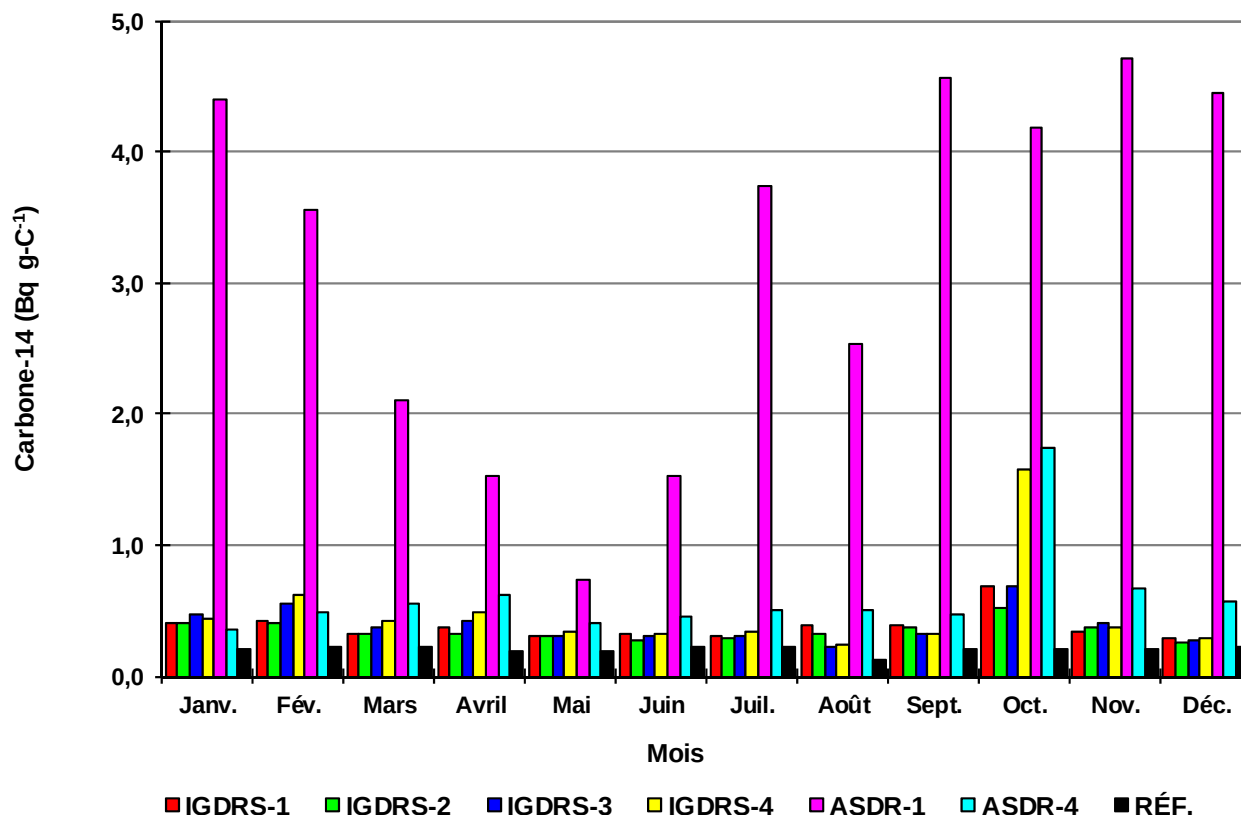
Figure 8-20 : Activité annuelle moyenne en carbone-14 atmosphérique aux stations SUD-1, SCR-1, SCR-3, SCR-4, SCR-5, SCR-7, SCR-8, SCR-9 et SCR-12 (zone rapprochée) et à la station de référence pour la période 2013-2017



La figure 8-21 présente pour sa part les valeurs mensuelles d'activité en carbone-14 atmosphérique provenant de quatre stations supplémentaires érigées en périphérie de l'IGDRS, de deux autres stations à l'ASDR ainsi qu'à la station de référence de Trois-Rivières (cartes A-1 et A-4 de l'annexe A) pour l'année 2017.

Pour l'ensemble des six SCR dédiées à la surveillance du carbone-14 atmosphérique au pourtour des deux installations de stockage de déchets radioactifs solides de Gentilly-2, les valeurs mensuelles ont varié, en 2017, de 0,23 Bq g-C<sup>-1</sup> (IGDRS-3, août) à 4,72 Bq g-C<sup>-1</sup> (ASDR-1, novembre). Les valeurs paraissant à la figure 8-21, spécifiques aux deux installations de stockage de déchets radioactifs solides, confirment encore en 2017 que les teneurs de carbone-14 sont plus élevées à proximité de l'ASDR qu'à l'IGDRS. Les mêmes explications soutenant l'analyse des concentrations de tritium, discutées à la section 8.2.2, s'appliquent également pour les observations des teneurs en carbone-14. Cette situation est par ailleurs connue et documentée depuis plusieurs années. Les impacts environnementaux sont ainsi limités à faible distance, à même le site de Gentilly-2.

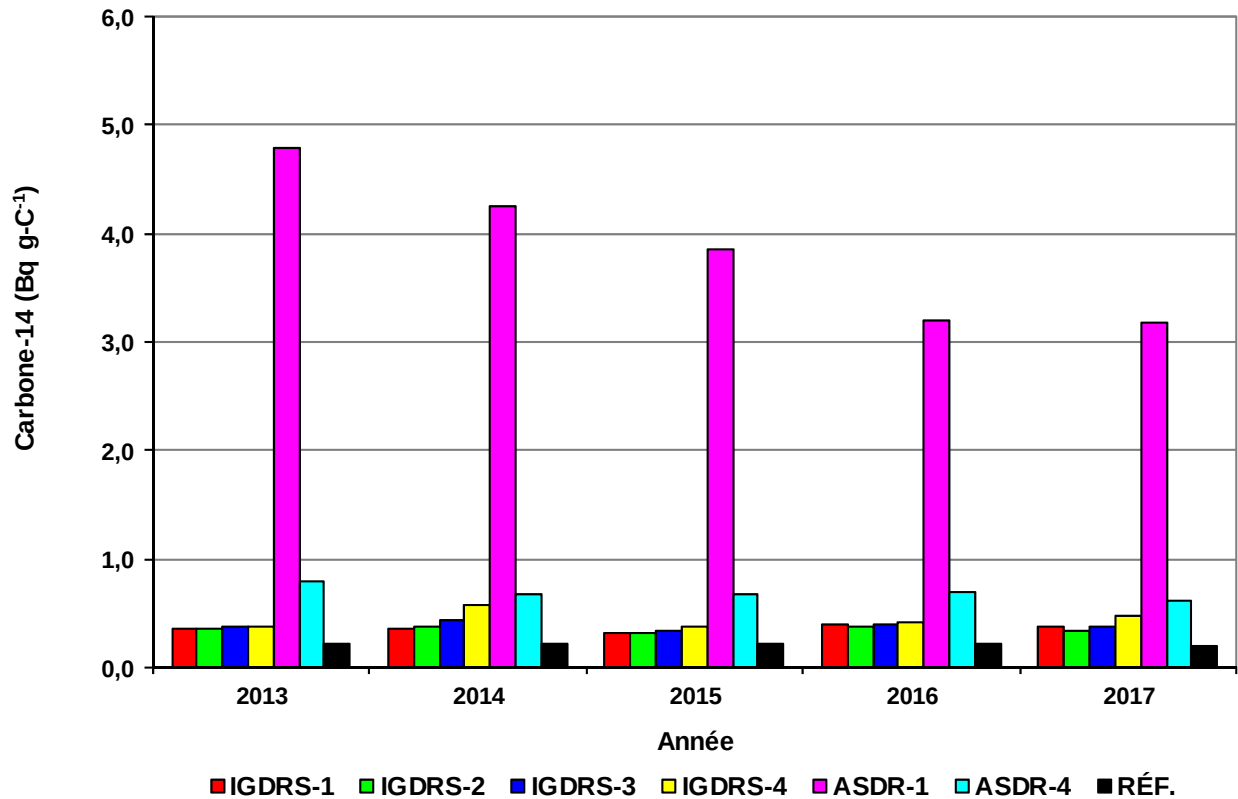
Figure 8-21 : Activité mensuelle en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2017



La figure 8-22 présente les valeurs de concentration annuelle moyenne de carbone-14 atmosphérique aux quatre stations en périphérie de l'IGDRS, à deux autres stations de l'ASDR ainsi qu'à la station de référence (cartes A-1 et A-4 de l'annexe A) pour la période 2013-2017.

Alors que la station ASDR-1, où sont historiquement mesurées les concentrations les plus élevées de carbone-14 en périphérie des aires de stockage de déchets radioactifs, montre une valeur similaire en comparaison de l'année précédente, soit une diminution d'à peine 0,8 %, les autres variations vont d'une diminution de 9,3 % à la station IGDRS-2 à une augmentation de 14,0 % à la station IGDRS-4. Hydro-Québec maintient les six SCR de ce regroupement afin de valider et quantifier tout apport supplémentaire de carbone-14 qui serait lié aux émissions diffuses des fosses contenant des déchets radioactifs solides.

Figure 8-22 : Activité annuelle moyenne en carbone-14 atmosphérique à l'IGDRS, à l'ASDR et à la station de référence pour la période 2013-2017



## 8.2.4 Aérosols

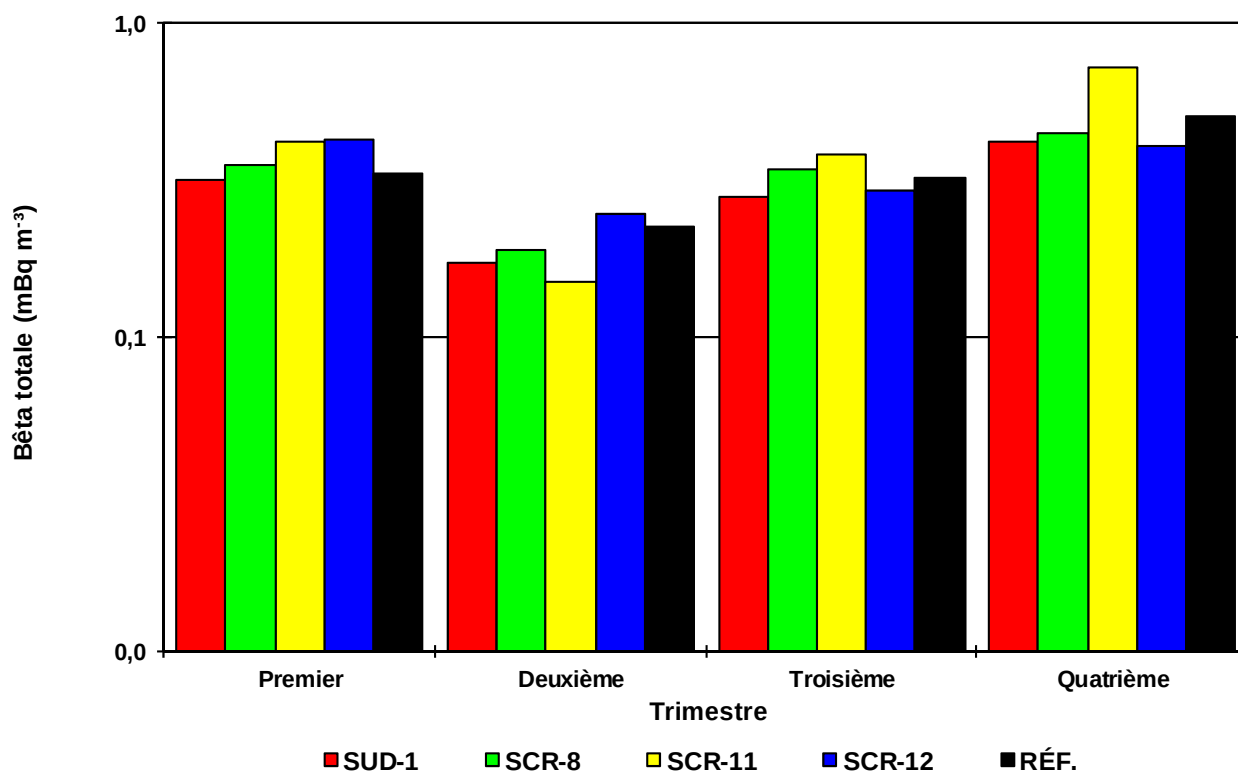
La surveillance radiologique de l'environnement spécifiquement dédiée aux aérosols cible exclusivement les particules en suspension dans l'air. Elles sont échantillonnées à l'aide d'un filtre au travers duquel un volume connu d'air ambiant a circulé. Le filtre est ensuite analysé en laboratoire pour en déterminer l'activité bêta totale.

La figure 8-23 présente les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta totale issue des aérosols prélevés au cours de l'année 2017 à quatre différentes stations figurant toujours au PSRE (cartes A-1 et A-4 de l'annexe A). Compte tenu des faibles valeurs colligées aux années antérieures, Hydro-Québec assure dorénavant la surveillance de l'activité radiologique des aérosols à des stations à proximité du site des installations de Gentilly-2 seulement, exception faite de la station de référence à Trois-Rivières.

En 2017, comme c'est d'ailleurs le cas depuis plusieurs années, toutes les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta totale sont d'un même ordre de grandeur que celles mesurées à la station de référence.

Pour l'ensemble des quatre stations suivies à ce regroupement, la valeur mensuelle maximale fut de 0,93 mBq m<sup>-3</sup> (SCR-11, octobre). La quantification de l'activité bêta totale issue des aérosols est reconnue pour être influencée par les poussières en suspension, le sable et le sel de déglacage. Ces particules contiennent notamment du potassium-40 d'origine naturelle. Aucune concentration présentée à cette figure ne témoigne d'un événement qui aurait pu être la source d'une dispersion de radioactivité particulaire issue d'activités d'Hydro-Québec.

Figure 8-23 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés aux stations SUD-1, SCR-8, SCR-11, SCR-12 et à la station de référence pour l'année 2017



Les figures 8-24 et 8-25 présentent à leur tour les mesures d'activité bêta totale relevées respectivement aux quatre stations ceinturant l'IGDRS et aux cinq stations présentes au pourtour de l'ASDR. Les mesures provenant de la station de référence y sont aussi illustrées (cartes A-1 et A-4 de l'annexe A).

Les neuf stations de contrôle radiologique de ces deux différents regroupements, équipées pour la collecte d'échantillons particuliers, bordent les deux installations de stockage de déchets radioactifs solides. Advenant une condition anormale au cours de la manipulation de déchets à ces installations, l'émission de particules radioactives pourrait y survenir. C'est pourquoi Hydro-Québec priorise dorénavant la surveillance environnementale des particules en suspension dans l'air à ces deux périmètres.

Les valeurs trimestrielles moyennes d'activité bêta totale mesurée aux neuf stations de l'IGDRS et de l'ASDR sont également du même ordre de grandeur que celles liées à la station de référence, au cours de l'année 2017. À l'IGDRS et à l'ASDR, la valeur mensuelle maximale d'activité bêta totale mesurée dans les aérosols fut de  $0,92 \text{ mBq m}^{-3}$  (IGDRS-3, octobre). La même valeur maximale, cette fois mesurée à la station de référence, fut quant à elle de  $0,64 \text{ mBq m}^{-3}$ , aussi en octobre 2017.

À l'instar des valeurs de la figure 8-23, celles des figures 8-24 et 8-25 confirment également le constat que les installations de stockage de déchets radioactifs du site de Gentilly-2 n'ont impliqué aucun événement ou aucune situation ayant été la source d'émissions particulières de radioactivité.

Figure 8-24 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés à l'IGDRS et à la station de référence pour l'année 2017

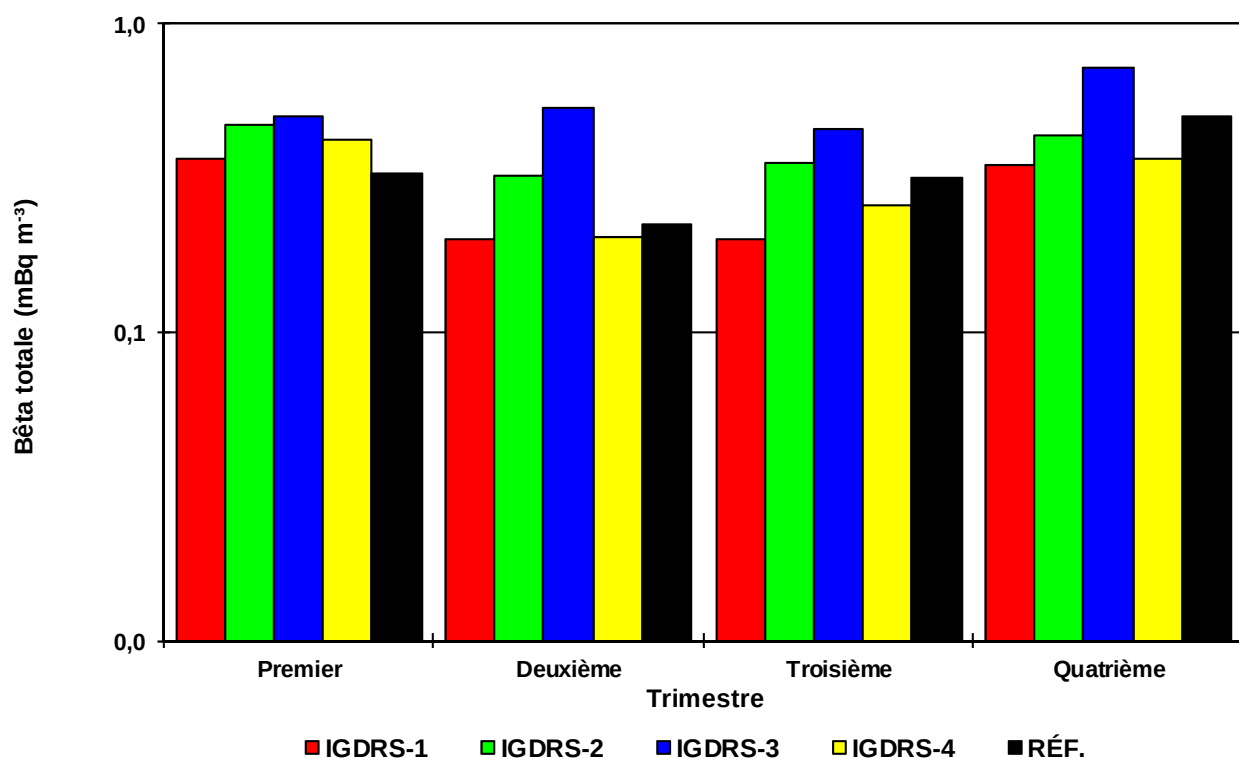
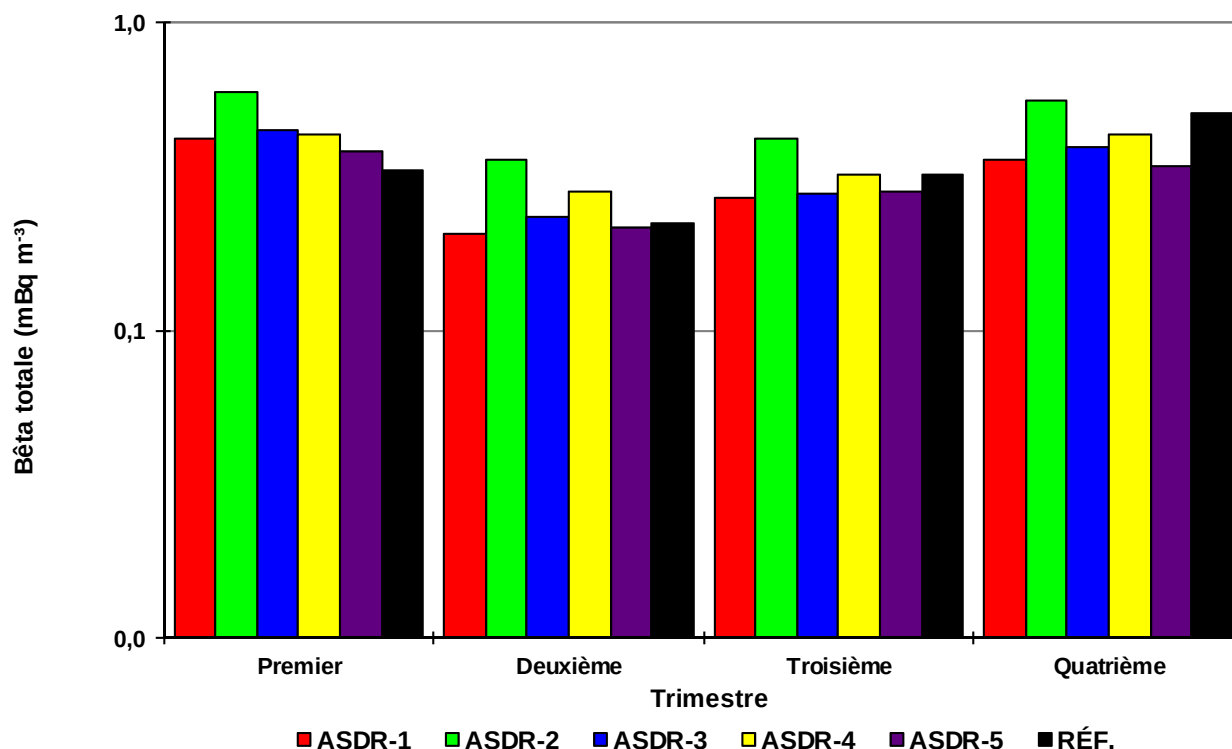


Figure 8-25 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les aérosols prélevés à l'ASDR et à la station de référence pour l'année 2017



### 8.3 Surveillance de l'eau

Cette section présente les résultats de la surveillance radiologique des eaux de précipitations, de surface, d'infiltration, souterraines, ainsi que de l'eau potable sur le site des installations de Gentilly-2 et dans un environnement proche.

Compte tenu du nombre important de données individuelles impliquées à cette section et afin de ne pas en alourdir inutilement le traitement, la majorité des données sera abordée et présentée sous forme de moyennes mensuelles et trimestrielles. Le contrôle et la vigie d'Hydro-Québec considèrent par ailleurs chacune des données mesurées individuellement. Aussi, comme le spécifie le PSRE, toutes les valeurs d'activité bêta totale sont confrontées à des limites administratives qui peuvent déclencher des analyses supplémentaires et une spectrométrie gamma, le cas échéant.

#### 8.3.1 Précipitations

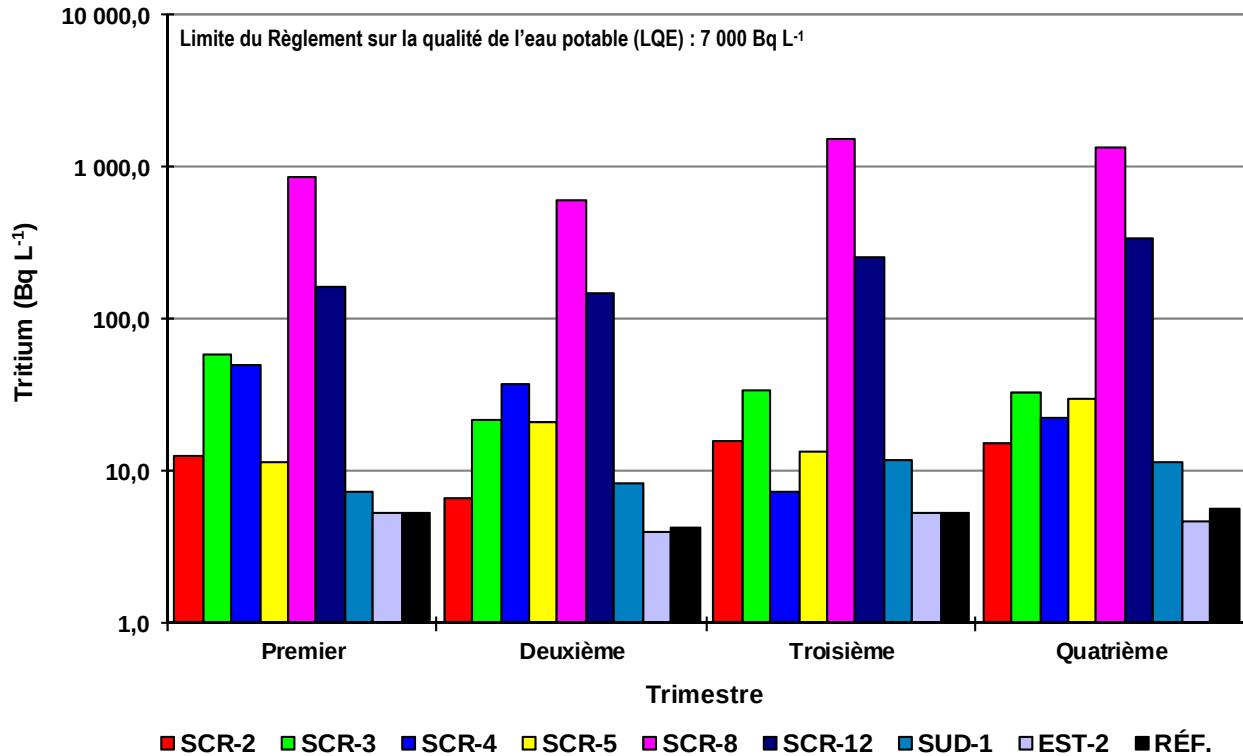
La figure 8-26 présente les valeurs moyennes trimestrielles des concentrations en tritium mesurées dans les eaux de précipitations (pluie, grésil ou neige). Le suivi est réalisé à huit stations identifiées sur les cartes de l'annexe A :

- SCR-3, 8 et 12 de la zone d'exclusion (carte A-1) ;

- SCR-2, 4 et 5, SUD-1 et EST-2 dans la zone rapprochée (carte A-4) ;
- station de référence de Trois-Rivières (carte A-4).

Sur une base liquide, les précipitations enregistrées mensuellement au site de Gentilly-2 ont varié au cours de l'année 2017 de 45 mm (juillet) à 154 mm (avril et octobre).

Figure 8-26 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations SCR-2 à SCR-5, SCR-8, SCR-12, SUD-1, EST-2 et de référence pour l'année 2017



La concentration trimestrielle moyenne maximale de tritium mesurée dans les eaux de précipitations aux stations de contrôle s'élève à 1 563 Bq L<sup>-1</sup> (SCR-8, 3<sup>e</sup> trimestre) alors que les concentrations mesurées à la station de référence sont de l'ordre de 5 Bq L<sup>-1</sup>. La valeur maximale de l'année 2016 avait également été obtenue à la station SCR-8 (2 718 Bq L<sup>-1</sup>). Comme cette station est la plus rapprochée de la cheminée principale, il était attendu que les valeurs les plus élevées y soient aussi mesurées en 2017.

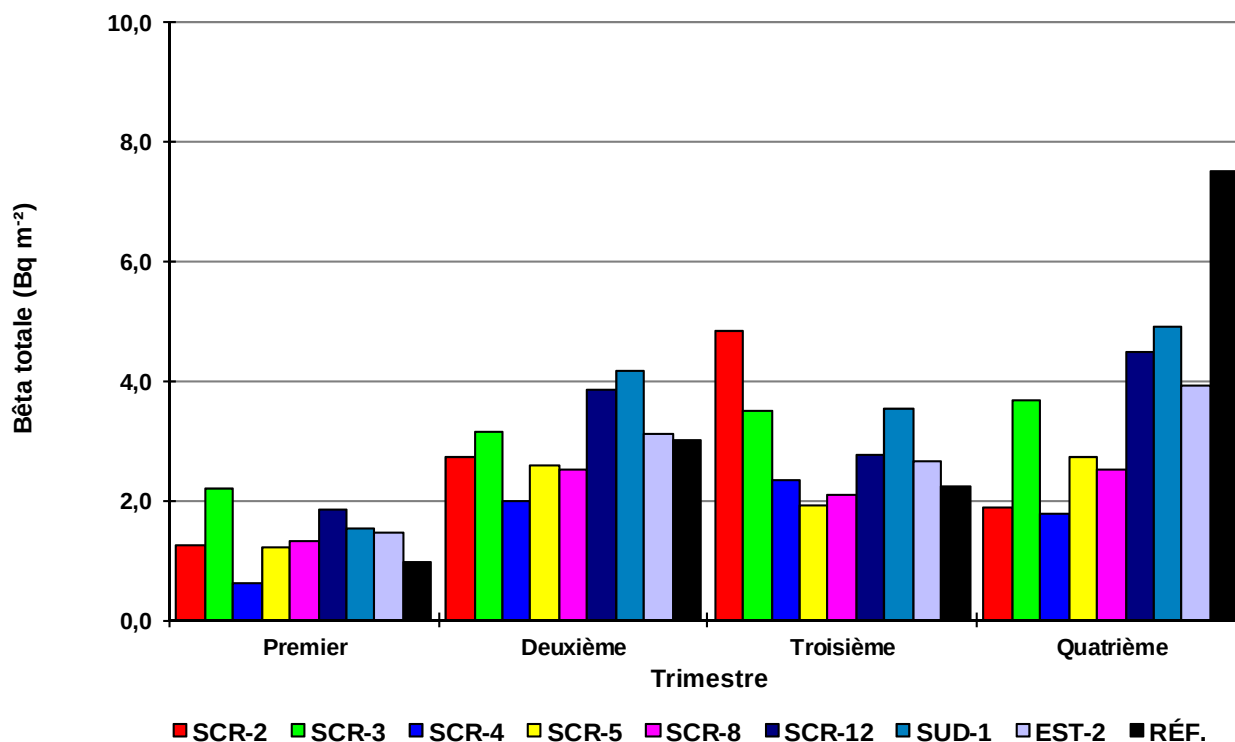
Le résultat trimestriel moyen de tritium le plus faible a quant à lui été de 4 Bq L<sup>-1</sup> (EST-2, 2<sup>e</sup> trimestre). Cette station n'est pas dans l'axe des vents dominants et n'est pas située directement sur le site des installations de Gentilly-2.

Les moyennes trimestrielles mesurées en 2017 sont comparables à celles des années précédentes. Les variations observées sont dues à plusieurs facteurs, parmi lesquels on

trouve : les taux de rejets à la cheminée, l'emplacement des stations d'échantillonnage, leur proximité par rapport au principal point d'émissions, la stabilité atmosphérique, l'intensité des précipitations et la direction des vents. Les concentrations de tritium dans les eaux de précipitations indiquent aussi que le panache de dispersion du tritium émanant du principal point d'émissions a rapidement tendance à être rabattu à faible distance et à l'intérieur de la zone d'exclusion.

La figure 8-27 présente les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta totale dans les eaux de précipitations, aux mêmes SCR que celles présentées à la figure 8-26. L'activité bêta totale issue des eaux de précipitations est principalement liée aux particules radioactives aéroportées et rabattues lors de précipitations. Pour l'année 2017, aucune valeur mensuelle n'a été supérieure à  $10 \text{ Bq m}^{-2}$  à l'exception de la valeur obtenue à la station SUD-1, en novembre, qui a été de  $10,7 \text{ Bq m}^{-2}$ . Cette valeur a atteint le critère déclencheur ( $10 \text{ Bq m}^{-2}$ ) demandant une analyse additionnelle de spectrométrie gamma. Cette analyse supplémentaire a permis l'identification du principal radionucléide en cause, soit le potassium-40 ( $5 \text{ Bq m}^{-2}$ ), lequel a une teneur naturelle plus élevée. Pour la même période, la valeur de l'activité bêta totale à la station de référence (OUEST-2) a été de  $18,80 \text{ Bq m}^{-2}$ , valeur atteignant également le critère déclencheur. L'analyse supplémentaire a permis encore là l'identification du potassium-40 ( $20 \text{ Bq m}^{-2}$ ) comme étant le radionucléide en cause.

Figure 8-27 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les précipitations aux stations SCR-2 à SCR-5, SCR-8, SCR-12, SUD-1, EST-2 et de référence pour l'année 2017

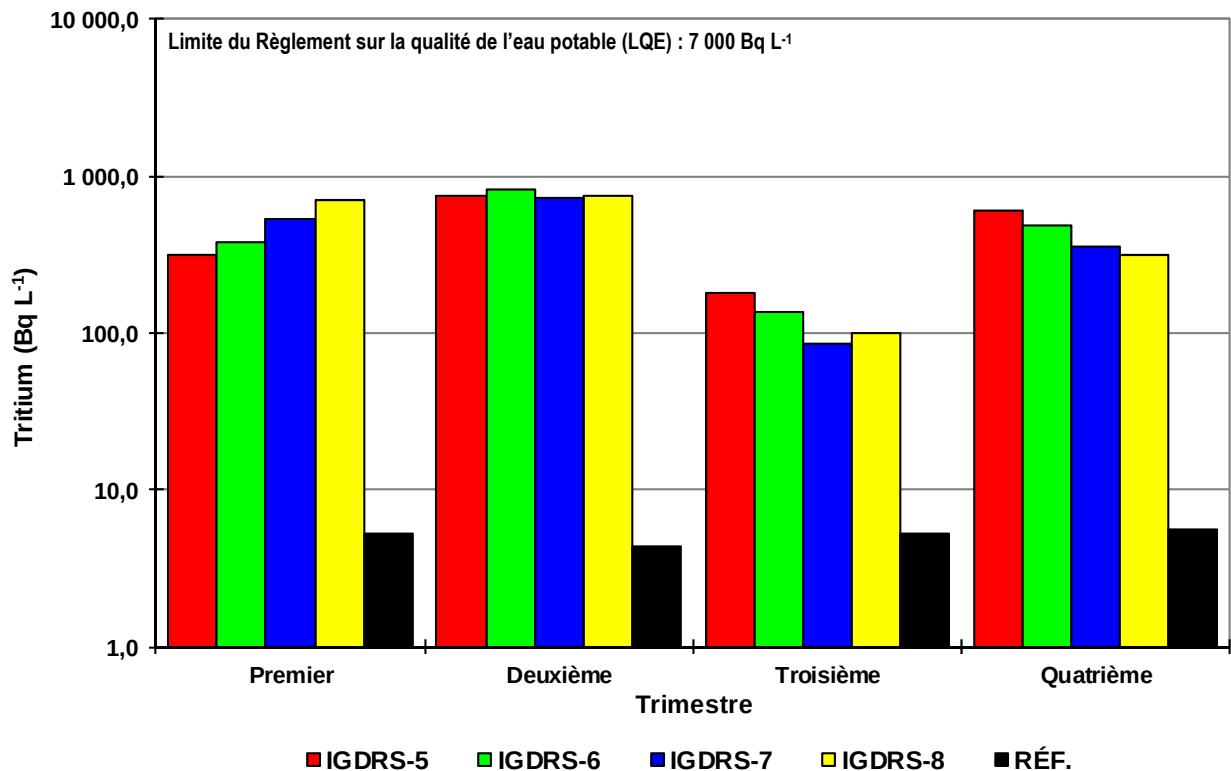


La figure 8-28 illustre les valeurs trimestrielles moyennes d'activité de tritium dans les eaux de précipitations pour les quatre stations ceinturant le périmètre clôturé de l'IGDRS (carte A-6 de l'annexe A) et à la station de référence (carte A-4 de l'annexe A), pour l'année 2017.

La valeur moyenne maximale d'activité de tritium a été de 822 Bq L<sup>-1</sup> (IGDRS-6, 2<sup>e</sup> trimestre). À cette période de l'année, les vents d'origine nord-nord-est, nord-est et est-nord-est sont fréquents et expliquent le fait que les émissions atmosphériques de la cheminée principale affectent particulièrement les teneurs en tritium dans les eaux de précipitations collectées aux quatre stations de l'IGDRS.

Les faibles variations d'activité en tritium entre les stations de l'IGDRS, situées à proximité l'une de l'autre, suggèrent que les concentrations de tritium mesurées à ces stations proviennent toutes de la cheminée principale de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Advenant qu'une enceinte de déchets de l'IGDRS devienne elle-même une importante source de tritium, le schéma deviendrait assurément tout autre.

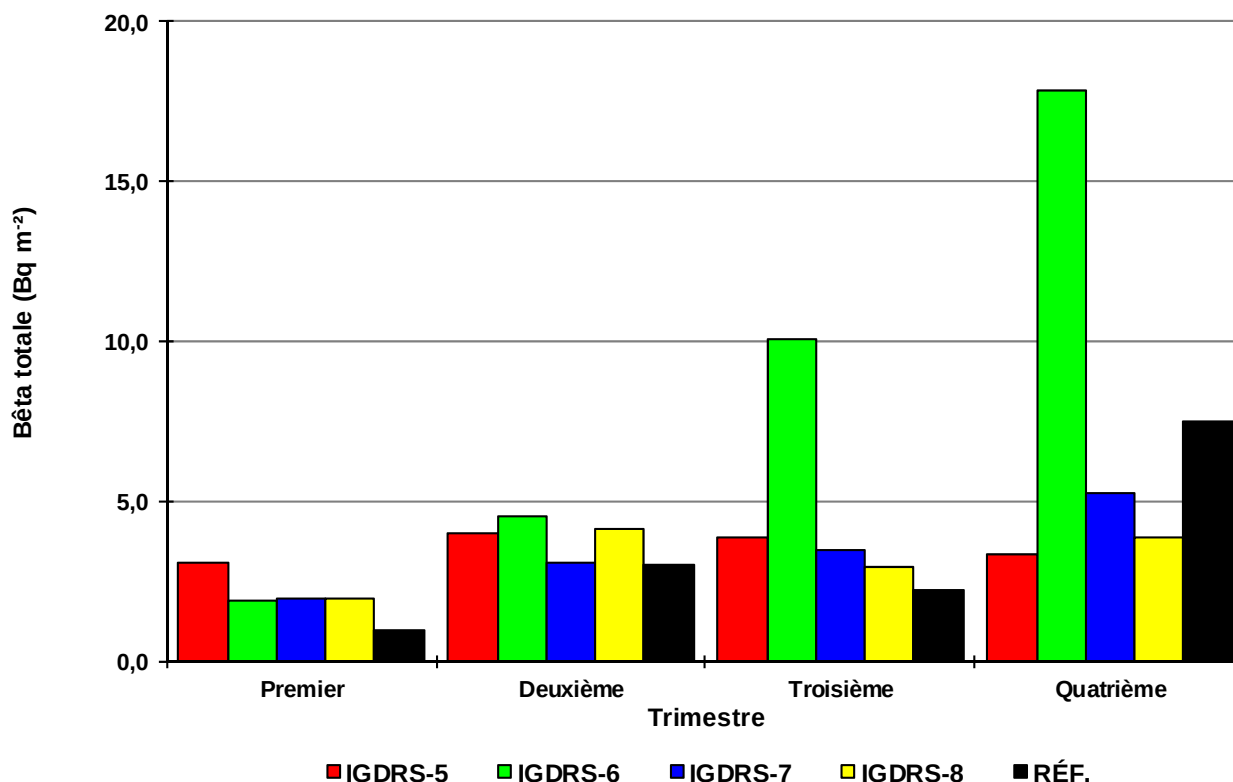
Figure 8-28 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans les précipitations aux stations IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2017



La figure 8-29 illustre les valeurs trimestrielles moyennes de l'activité bêta totale dans les eaux de précipitations des quatre stations à proximité de l'IGDRS et de la station de référence, pour l'année 2017. La moyenne trimestrielle maximale s'élève à 17,8 Bq m<sup>-2</sup>

(IGDRS-6, 4<sup>e</sup> trimestre). Quatre valeurs mensuelles ont été supérieures au critère déclencheur ( $10 \text{ Bq m}^{-2}$ ) demandant une analyse additionnelle de spectrométrie gamma sur les mêmes échantillons, soit celles mesurées à la station IGDRS-6 en juillet ( $20,5 \text{ Bq m}^{-2}$ ), en octobre ( $18,0 \text{ Bq m}^{-2}$ ) et en novembre ( $34,4 \text{ Bq m}^{-2}$ ), ainsi que celle mesurée en novembre à la station IGDRS-7 ( $13,5 \text{ Bq m}^{-2}$ ). Les analyses supplémentaires ont permis d'identifier le potassium-40 comme étant le principal radionucléide en cause à chacun des cas.

Figure 8-29 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans les précipitations aux stations IGDRS-5 à 8 et à la station de référence pour l'année 2017



### 8.3.2 Eaux de surface

Les eaux de surface du site sont principalement alimentées par les précipitations et par la fonte de la neige, en période printanière. Elles sont par ailleurs prélevées dans des ruisseaux ou des zones de résurgence lorsqu'elles sont disponibles. Les résultats d'analyses radiologiques en tritium et en activité bêta totale, dans les eaux de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, sont présentés aux figures 8-30, 8-31 et 8-32.

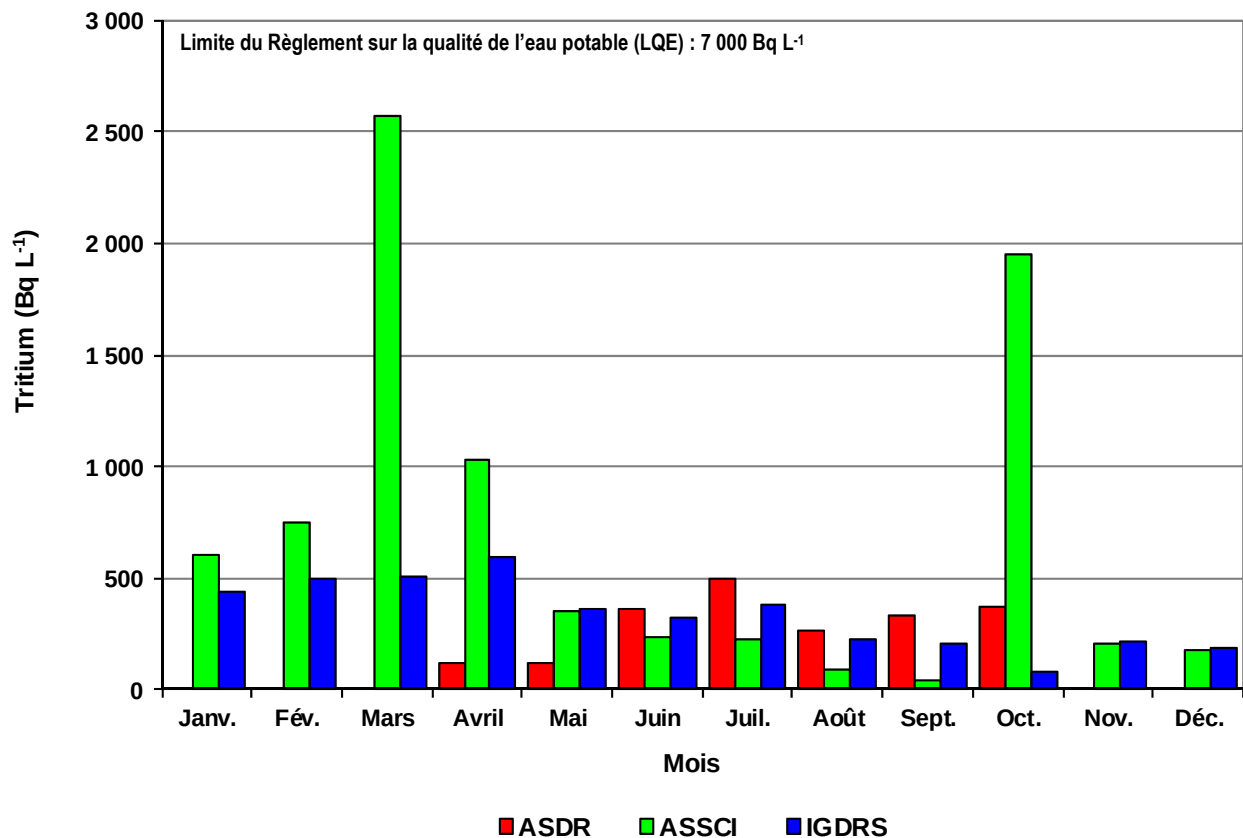
Les résultats illustrés représentent :

- une moyenne des résultats des prélèvements des points S-16 et S-17 pour la série identifiée ASDR ;
- le résultat des prélèvements du seul point S-1 pour la série identifiée ASSCI ;
- une moyenne des résultats des prélèvements à l'échantillonneur automatique et à la vanne guillotine (1520-V1) de la digue pour la série identifiée IGDRS.

L'emplacement précis de chacun de ces points est illustré sur la carte A-1 de l'annexe A. L'absence de certaines données est attribuable au fait que des points d'échantillonnage étaient secs ou gelés au moment du prélèvement.

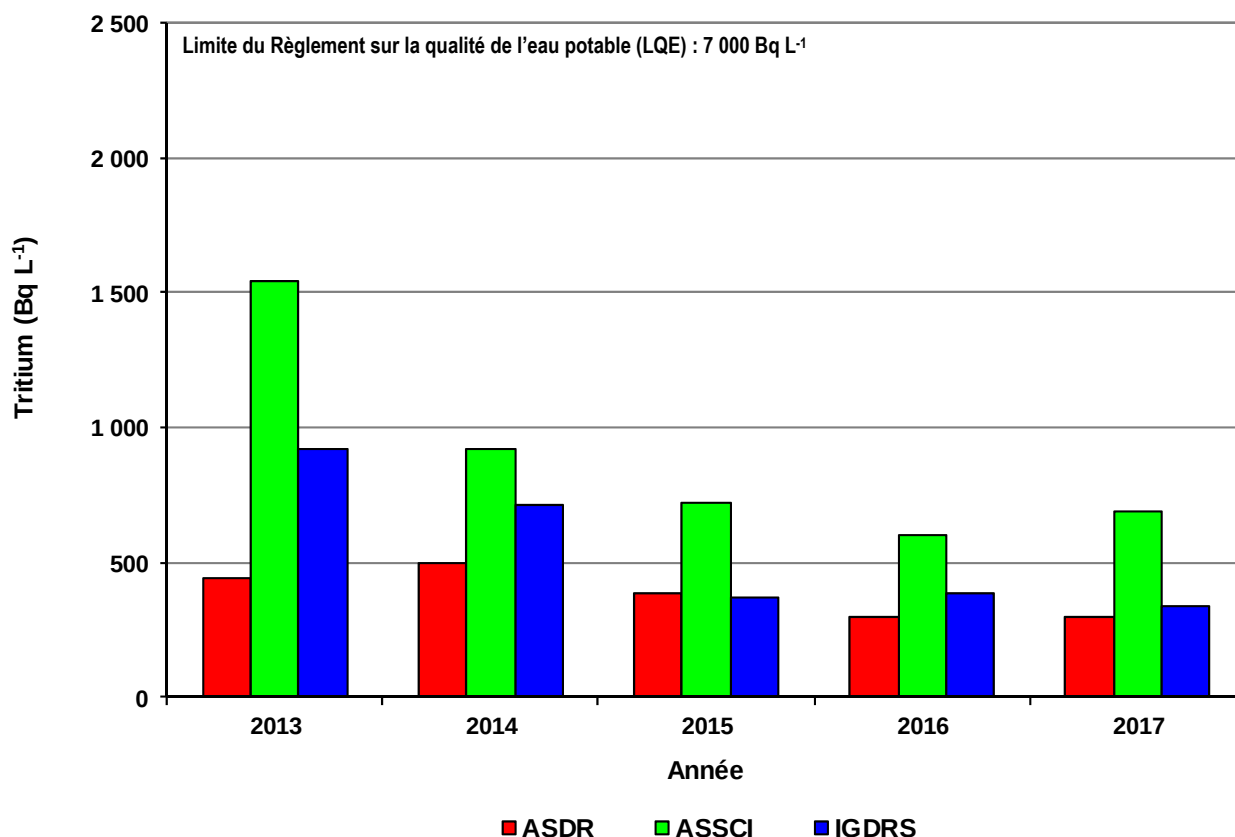
La figure 8-30 illustre les moyennes mensuelles de l'activité en tritium dans l'eau de surface mesurée aux différents points d'échantillonnage. En 2017, les valeurs ont varié de 46 Bq L<sup>-1</sup> (ASSCI, en septembre) à 2 567 Bq L<sup>-1</sup> (ASSCI, en mars). À titre de mise en contexte, rappelons que l'actuelle concentration limite de tritium édictée au règlement provincial sur la qualité de l'eau potable est de 7 000 Bq L<sup>-1</sup>.

Figure 8-30 : Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017



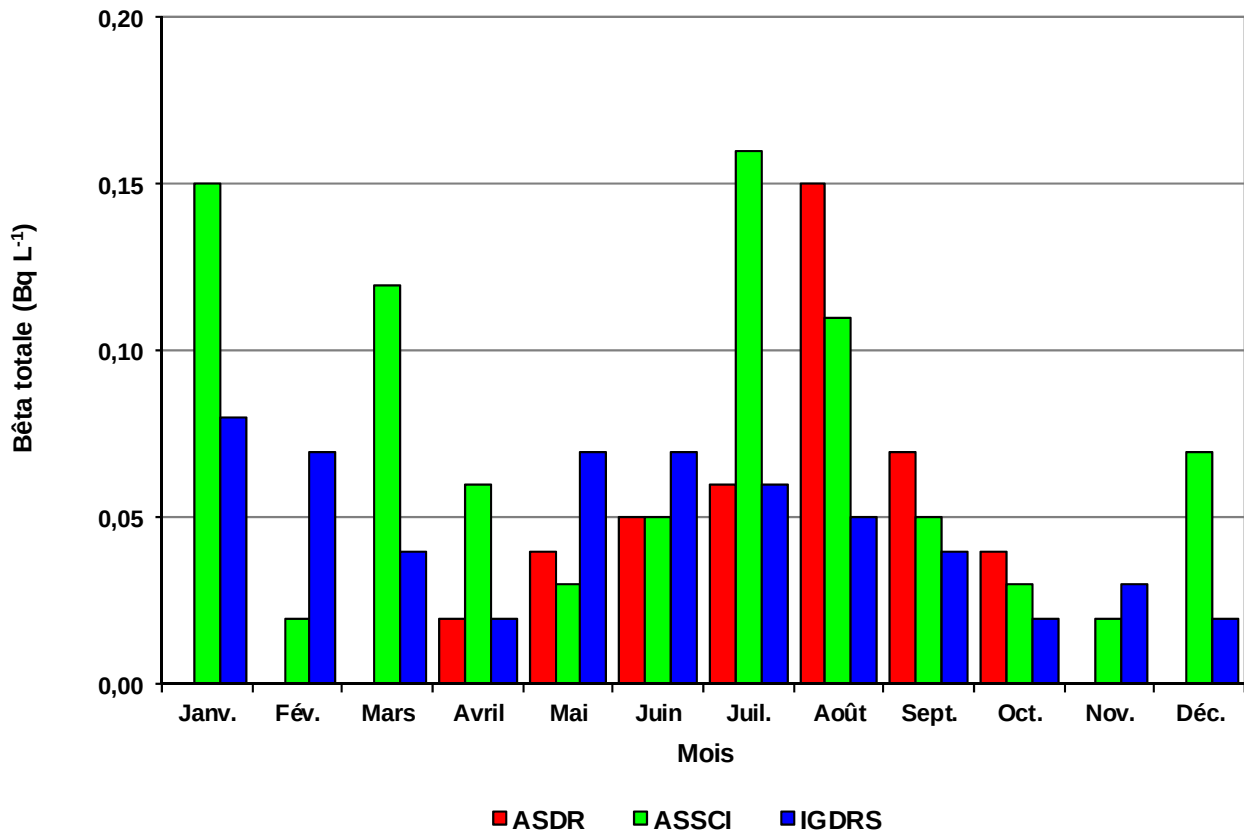
Les valeurs annuelles moyennes de l'activité en tritium des eaux de surface à l'ASDR, à l'IGDRS et à l'ASSCI paraissent à la figure 8-31. Comparativement à l'année précédente, les données de l'année 2017 indiquent des diminutions de près de 2 % et 13 % pour l'ASDR et l'IGDRS, et une augmentation de 14 % pour l'ASSCI.

Figure 8-31 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour la période 2013-2017



Les mesures mensuelles de l'activité bêta totale obtenues sur des prélèvements d'eau de surface à l'ASDR, à l'ASSCI et à l'IGDRS sont présentées à la figure 8-32. En 2017, la valeur maximale mesurée a été de 0,16 Bq L<sup>-1</sup> (ASSCI, en juillet). Considérant la valeur de leur coefficient de partage respectif, la majorité des radionucléides habituellement présents ont une plus grande affinité avec les particules de sol et, par conséquent, n'ont pas tendance à demeurer dans l'eau de surface.

Figure 8-32 : Moyenne mensuelle de l'activité bêta totale dans l'eau de surface autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017



Le suivi des eaux de surface demande également le prélèvement d'échantillons destinés à mesurer la teneur en tritium dans l'eau du fleuve Saint-Laurent. La carte A-7 de l'annexe A illustre l'emplacement des points d'échantillonnage en amont (A) et en aval (B et C) du canal de rejet des installations de Gentilly-2. Le point d'échantillonnage en amont (A) du canal de rejet, échantillon représentant le bruit de fond lié à la radioactivité naturelle et anthropique, a été abandonné à la suite de l'adaptation du PSRE en juillet 2017. La stabilité et la bonne connaissance des valeurs mesurées dans le temps font en sorte que ce point d'échantillonnage n'est plus requis au déclassement des installations de Gentilly-2.

Des échantillons ont été prélevés aux trois points d'échantillonnage en mai, juin et août 2017, et en octobre 2017 aux points en aval (B et C). Seulement un des 11 échantillons analysés avait une teneur en tritium supérieure à la LD ( $< 6 \text{ Bq L}^{-1}$ ), soit l'échantillon prélevé en octobre au point B ( $10 \text{ Bq L}^{-1}$ ). La concentration mesurée au point B s'explique notamment par le temps écoulé entre le dernier rejet de réservoir de récupération des eaux radioactives et le moment d'échantillonnage.

### 8.3.3 Eaux d'infiltration

Les eaux d'infiltration se situent dans la zone saturée, à même la portion meuble du sol, qu'elle soit composée de remblais ou de sol naturel. Puisque la mobilité des eaux dans ces sols est souvent très élevée, les teneurs en tritium qui y sont mesurées sont étroitement liées à celles des eaux de surface. Tel qu'il a été discuté précédemment, les conditions climatiques peuvent aussi influencer les concentrations de tritium dans les eaux d'infiltration, tout comme les taux de rejets atmosphériques de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Les résultats d'analyses radiologiques en tritium et en activité bêta totale dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS sont présentés aux figures 8-33, 8-34 et 8-35.

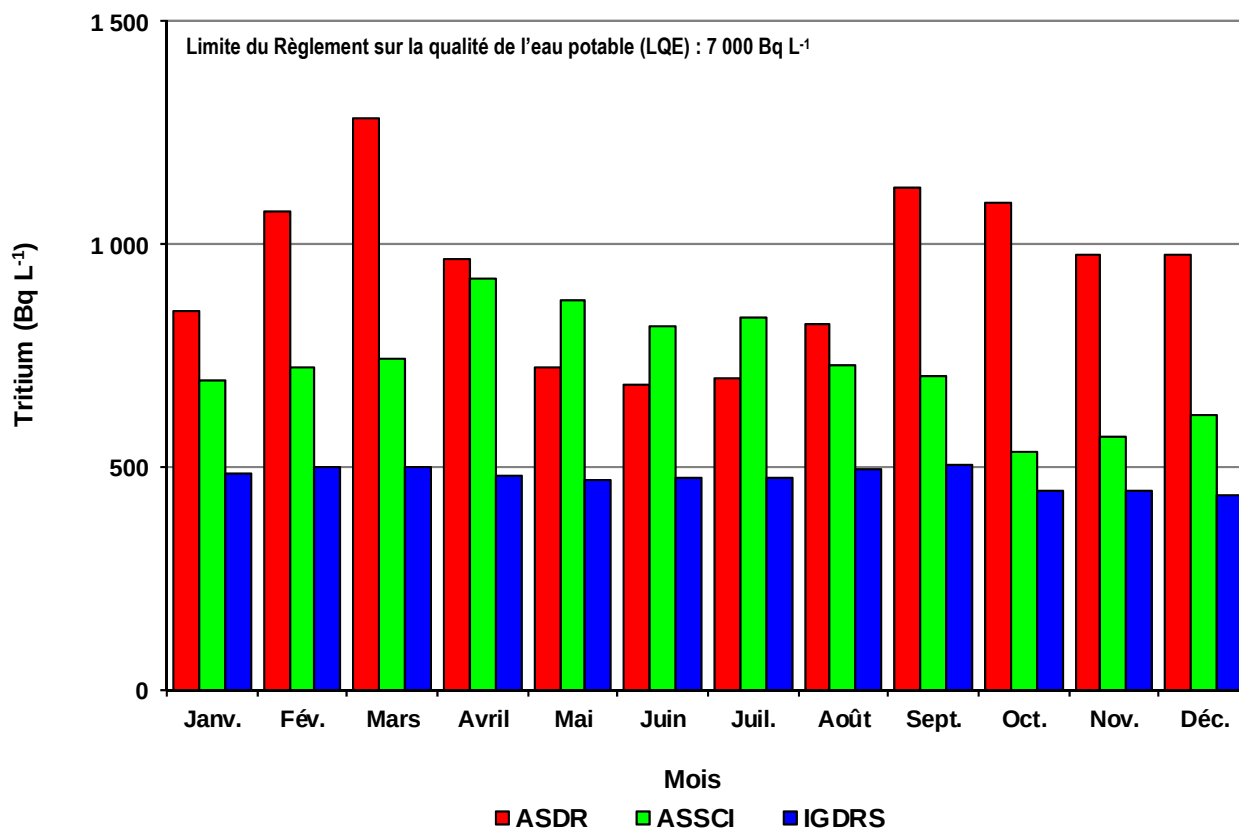
Les résultats illustrés représentent :

- une moyenne des mesures relevées aux points I-14, I-15, I-16 et I-17 pour la série identifiée ASDR ;
- une moyenne des mesures relevées aux points I-1 et I-4 ainsi qu'à l'horizon C des points P-9 et P-10 pour la série identifiée ASSCI ;
- une moyenne des mesures relevées à l'horizon C des points P-1, P-5, P-6, P-7, P-11, P-12, P-X et P-Y pour la série identifiée IGDRS.

L'emplacement de ces points d'échantillonnage est illustré à la carte A-1 de l'annexe A.

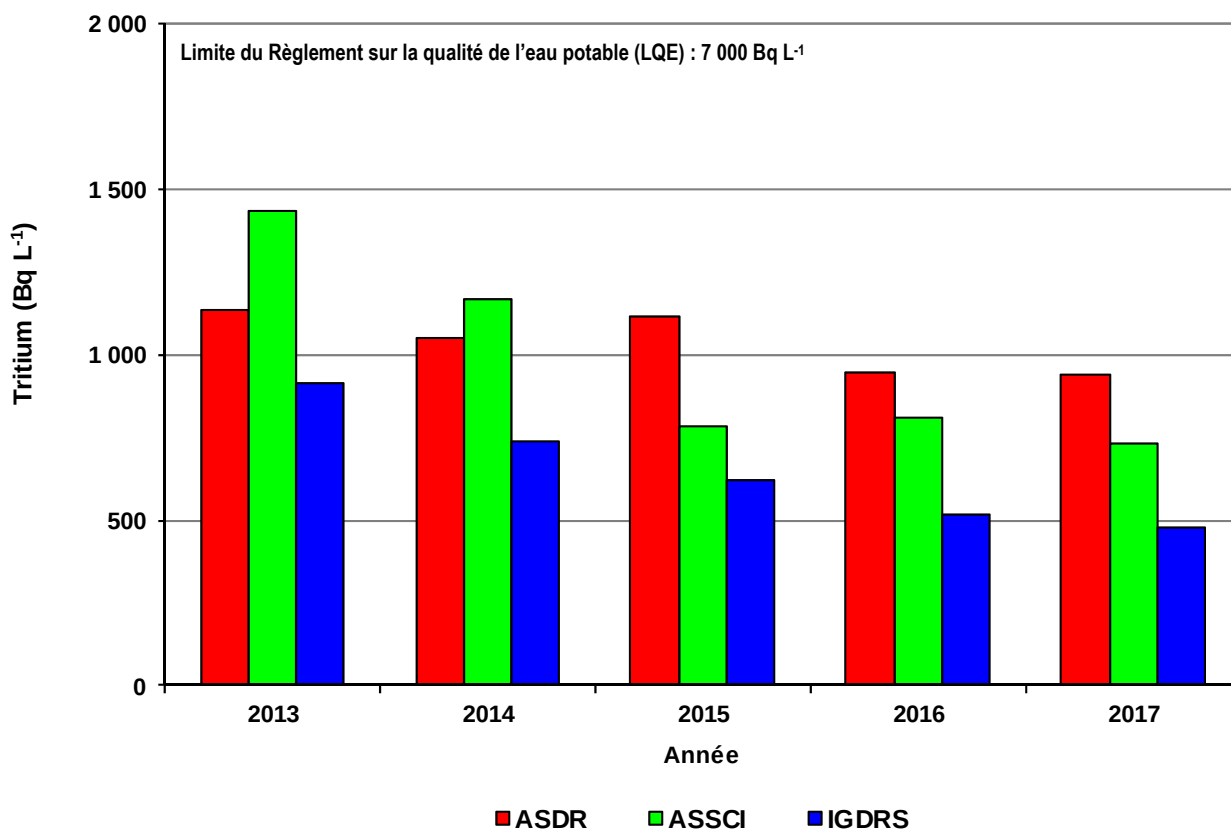
La figure 8-33 présente pour sa part les moyennes mensuelles de l'activité en tritium mesurée aux différents points d'échantillonnage de l'ASDR, de l'IGDRS et de l'ASSCI. En 2017, les valeurs ont varié de 437 Bq L<sup>-1</sup> (IGDRS, en décembre) à 1 282 Bq L<sup>-1</sup> (ASDR, en mars). Les valeurs moyennes maximales des deux autres installations ont été de 923 Bq L<sup>-1</sup> (ASSCI, en avril) et de 505 Bq L<sup>-1</sup> (IGDRS, en septembre). Dans l'ensemble, les moyennes mensuelles calculées pour l'IGDRS sont plus stables que celles mesurées à l'ASDR et à l'ASSCI.

Figure 8-33 : Moyenne mensuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017



La figure 8-34 présente, pour la période 2013-2017, les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration à proximité de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS. En comparant les valeurs moyennes de l'année 2017 à celles de 2016, on observe une stabilité pour l'ASDR, des diminutions de 10 % pour l'ASSCI et de 8 % pour l'IGDRS.

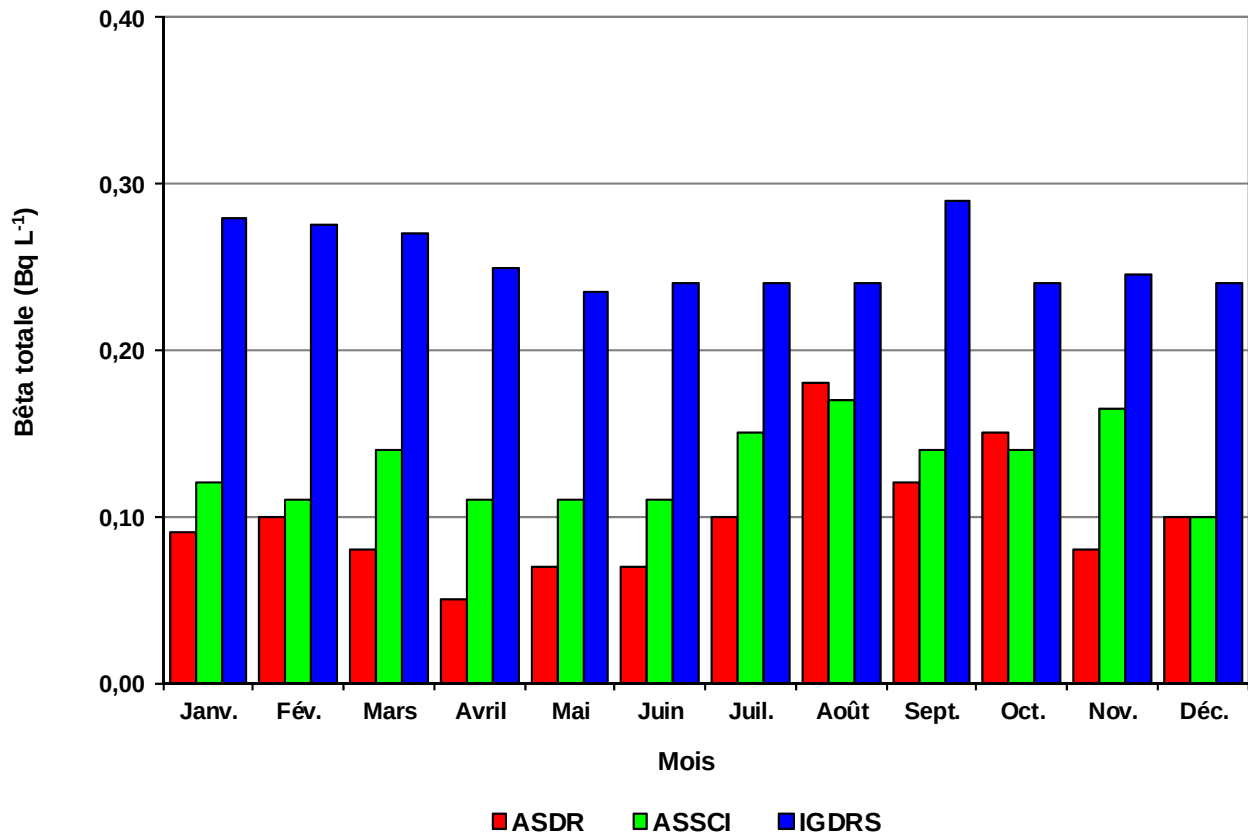
Figure 8-34 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour la période 2013-2017



La surveillance de l'activité bêta totale de l'eau d'infiltration prélevée à proximité des installations est réalisée au moyen d'échantillons composites. L'évolution des concentrations mensuelles à l'ASDR, à l'ASSCI et à l'IGDRS est illustrée à la figure 8-35.

Toutes les valeurs de l'activité bêta totale mesurées en 2017 dans l'eau d'infiltration étaient inférieures ou égales à 0,29 Bq L<sup>-1</sup>.

Figure 8-35 : Moyenne mensuelle de l'activité bêta totale dans les eaux d'infiltration autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017



### 8.3.4 Eaux souterraines

Le volet des eaux souterraines abordé dans cette section porte sur les eaux prélevées dans le roc profond ainsi que celles situées à l'interface du roc et des dépôts meubles. Sur le site des installations de Gentilly-2, ces eaux sont situées à des profondeurs moyennes variant entre 5 et 8 m. Ces eaux ont une mobilité plus faible que les eaux d'infiltration, expliquant notamment pourquoi les valeurs d'activité en tritium y sont moins élevées. Les résultats d'analyses radiologiques en tritium et en activité bêta totale dans les eaux souterraines hors du site et autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS sont présentés aux figures 8-36, 8-37 et 8-38.

Les résultats illustrés représentent :

- une moyenne des mesures relevées semestriellement aux points A'-5, E-5 et EP-2 à l'extérieur de la zone d'exclusion pour la série identifiée HORS SITE ;
- une moyenne des mesures relevées aux points A-1, D-1 et D'-1 pour la série identifiée ASDR ;

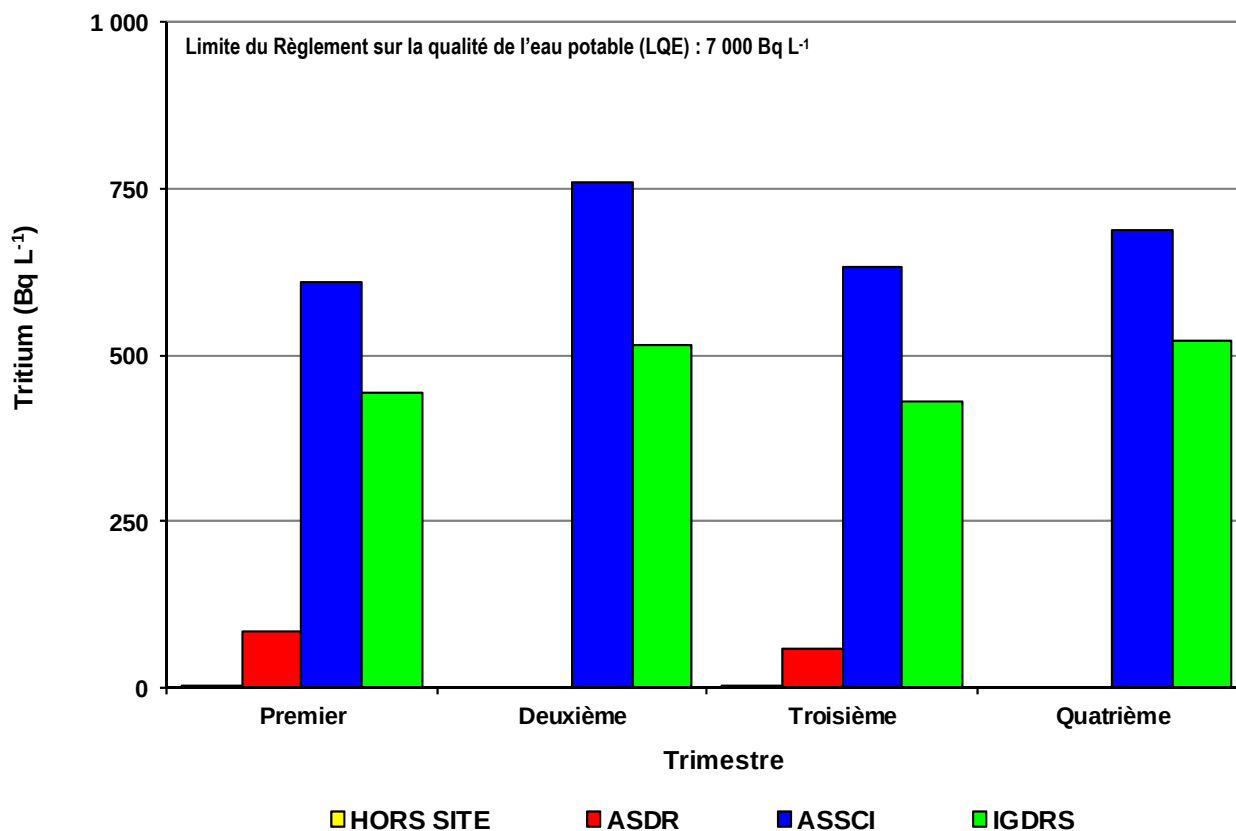
- une moyenne des mesures relevées au point A-2 ainsi qu'aux horizons A et B des points P-8, P-9 et P-10 pour la série identifiée ASSCI ;
- une moyenne des mesures relevées aux horizons A et B des points P-1, P-5, P-6, P-7, P-11, P-12, P-X et P-Y pour la série identifiée IGDRS.

Les cartes A-1 et A-4 de l'annexe A présentent l'emplacement précis de ces points.

Les résultats des analyses semestrielles de la teneur en tritium dans les eaux souterraines hors du site, présentés à la figure 8-36, sont tous inférieurs à la LD de  $4 \text{ Bq L}^{-1}$ , à l'exception de la valeur obtenue au point A'-5 en août qui a été de  $4,2 \text{ Bq L}^{-1}$ . Ces valeurs indiquent l'absence d'une quelconque influence des rejets de l'installation nucléaire sur les eaux des nappes phréatiques au-delà de la zone d'exclusion.

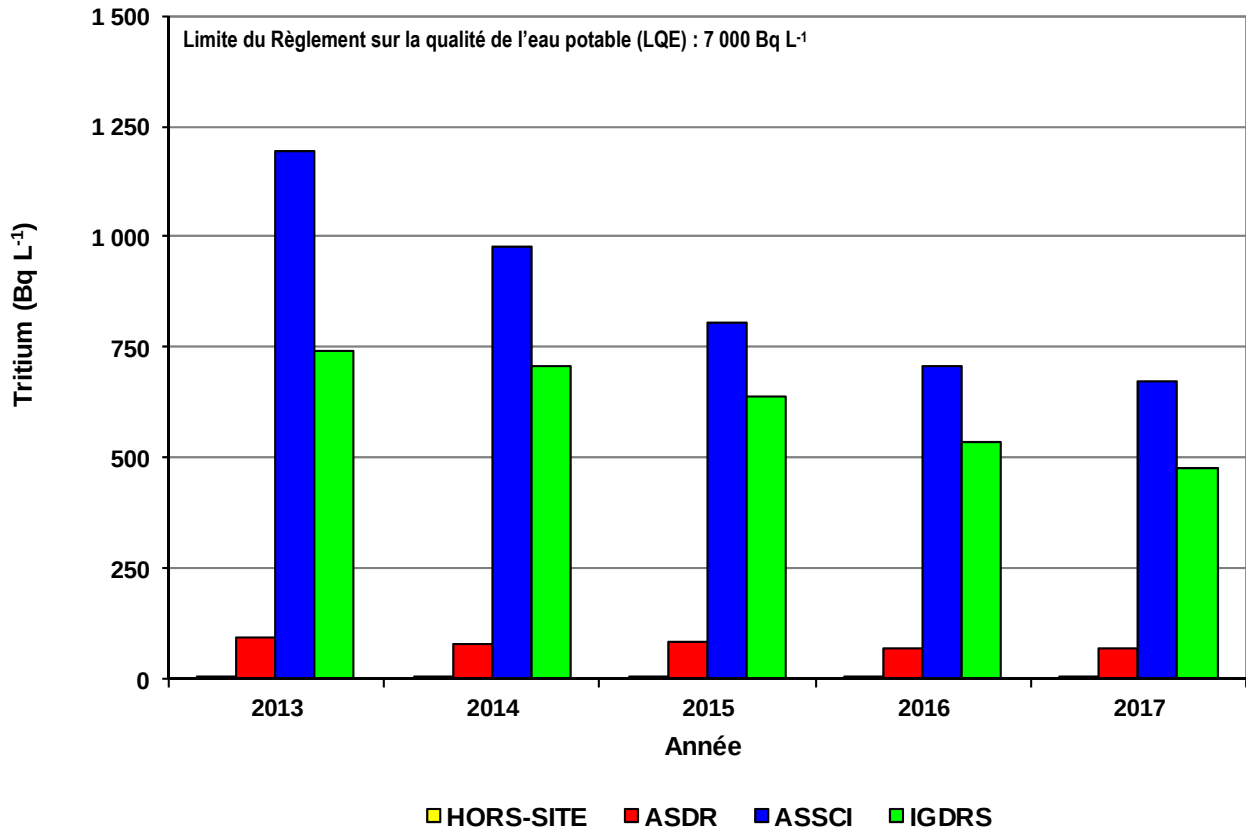
En ce qui concerne les concentrations de tritium dans les eaux souterraines de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS, les valeurs moyennes les plus élevées ont été mesurées à l'ASSCI, où la valeur maximale a été de  $761 \text{ Bq L}^{-1}$  au deuxième trimestre.

Figure 8-36 : Moyenne trimestrielle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors site pour l'année 2017



La figure 8-37 présente, pour la période 2013-2017, les moyennes annuelles de l'activité en tritium dans l'eau souterraine à proximité de l'ASDR, de l'ASSCI, de l'IGDRS et hors du site. En comparant les valeurs moyennes annuelles de l'année 2017 à celles de l'année précédente, on observe des diminutions de l'ordre de 1,4 %, 5 % et 11 % respectivement autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS.

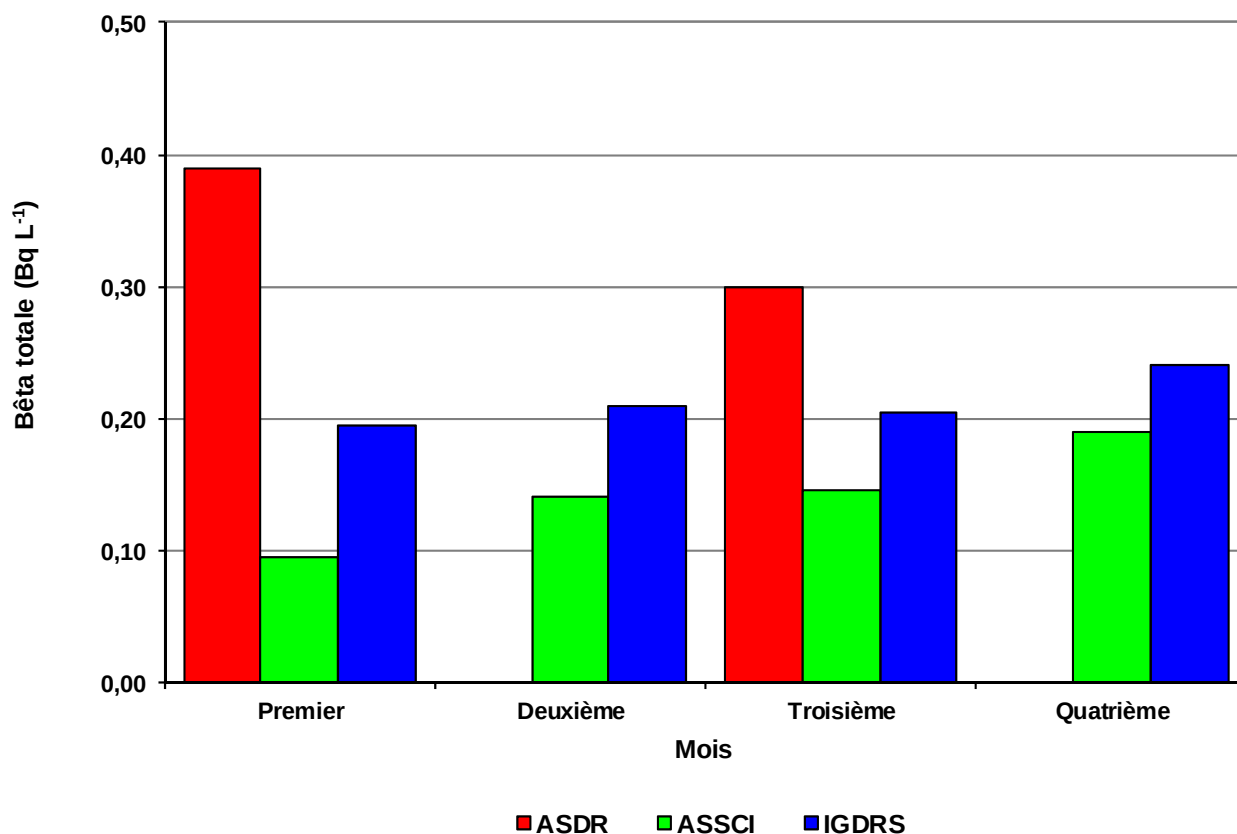
Figure 8-37 : Moyenne annuelle de l'activité en tritium dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS et hors site pour la période 2013-2017



Le suivi radiologique de l'activité bêta totale de l'eau souterraine prélevée autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS est également réalisé à partir d'échantillons composites. Les moyennes trimestrielles sont présentées à la figure 8-38. Toutes les valeurs recueillies au cours de l'année 2017 sont égales ou inférieures à une activité de 0,30 Bq L<sup>-1</sup>, à l'exception d'une valeur de 0,39 Bq L<sup>-1</sup> (ASDR, 1<sup>er</sup> trimestre). Cette valeur a atteint le critère déclencheur (0,35 Bq L<sup>-1</sup>) pour les eaux souterraines, demandant un suivi de l'activité bêta totale sur les échantillons unitaires pendant au moins trois mois ainsi qu'une analyse additionnelle de spectrométrie gamma.

Les analyses supplémentaires ont permis d'identifier les radionucléides en cause, soit le bismuth-214 et le plomb-214. Ces radionucléides mesurés sont des produits de filiation de la chaîne de désintégration de l'uranium-238.

Figure 8-38 : Moyenne trimestrielle de l'activité bêta totale dans l'eau souterraine autour de l'ASDR, de l'ASSCI et de l'IGDRS pour l'année 2017



### 8.3.5 Eau potable

Selon le PSRE de Gentilly-2, l'eau potable a été prélevée mensuellement puis trimestriellement à partir de juillet 2017 à quatre points d'échantillonnage fixes. Ces points sont situés dans la région avoisinant les installations de Gentilly-2. Les échantillons sont prélevés dans le système de distribution d'eau potable de la ville de Trois-Rivières, de celui du secteur Gentilly de la ville de Bécancour et de celui de la municipalité de Champlain, ainsi que dans un puits artésien d'une ferme de la rive sud du fleuve (secteur de Gentilly). En 2017, tous les résultats d'analyse de tritium sur les quatre points d'échantillonnage ont été inférieurs au seuil de détection de la méthode analytique, fixé à 6 Bq L<sup>-1</sup>, et très largement inférieurs à la concentration limite de tritium édictée au règlement provincial sur la qualité de l'eau potable (7 000 Bq L<sup>-1</sup>).

## 8.4 Surveillance des sols et des sédiments

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

### 8.4.1 Sols arables

Le PSRE prévoit que la dispersion radiologique dans les sols arables sera évaluée en effectuant des prélèvements dans les champs de trois fermes (Fermes n<sup>os</sup> 1, 2 et 3) situées dans la région (carte A-4 de l'annexe A). Deux fermes sont situées sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent (Fermes n<sup>os</sup> 1 et 2) et l'autre, sur la rive nord (Ferme n<sup>o</sup> 3).

Les échantillons de sol ont été prélevés le 20 avril 2017 aux trois fermes. La présence de béryllium-7, de potassium-40 et de césium-137 a été détectée. Leur activité maximale mesurée en 2017 est présentée au tableau 8-1.

**Tableau 8-1 : Radioactivité maximale mesurée dans les sols arables prélevés aux trois fermes collaborant au PSRE pour l'année 2017**

| Radionucléide     | Activité maximale mesurée (LD)<br>(Bq kg <sup>-1</sup> ) | Ferme            |
|-------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| <sup>7</sup> Be   | 14,0 (1,0)                                               | n <sup>o</sup> 3 |
| <sup>40</sup> K   | 737 (22)                                                 | n <sup>o</sup> 3 |
| <sup>137</sup> Cs | 7,8 (0,2)                                                | n <sup>o</sup> 3 |

Le béryllium-7 dans les sols est d'origine cosmique alors que le potassium-40 est un des radionucléides qui sont les plus fréquemment rencontrés dans les roches, à des teneurs naturelles variant entre 70 et 1 500 Bq kg<sup>-1</sup> (Eisenbud et Gesell, 1997). La présence du césium-137 peut, quant à elle, être attribuable à des essais nucléaires passés et à d'autres événements tels que celui de Tchernobyl. Ces radionucléides sont détectés année après année et les résultats obtenus en 2017 sont comparables à ceux obtenus au cours des années antérieures.

### 8.4.2 Sédiments dynamiques

Les modifications apportées en 2017 au PSRE sont entrées en vigueur au début du second semestre de 2017. Avant leur mise en application, les sédiments dynamiques étaient récoltés à une station située à l'embouchure du canal de rejet (station B), à une autre située à environ 2 km en aval, dans l'anse à Lemarier (station C), ainsi qu'à une station témoin (station A) située en amont du canal de rejet. Compte tenu de l'important historique de données et du fait que les concentrations mesurées à la station A variaient peu d'une année à l'autre, le PSRE révisé en 2017 prévoit que, dorénavant, les échantillons de sédiments dynamiques seront prélevés seulement aux stations B et C, celles-ci étant susceptibles d'être affectées par les effluents liquides radioactifs de l'installation nucléaire de Gentilly-2.

Ainsi, en 2017, des échantillons de sédiments ont été prélevés le 22 juin et le 8 août aux stations A, B et C, et le 10 octobre aux stations B et C. L'emplacement des stations est illustré à la carte A-7 de l'annexe A. L'activité maximale de chacun des radionucléides mesurés est présentée au tableau 8-2.

**Tableau 8-2 : Radioactivité maximale mesurée dans les sédiments dynamiques du fleuve Saint-Laurent près de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Radionucléide     | Activité maximale mesurée (LD) (Bq kg <sup>-1</sup> ) |            |            |
|-------------------|-------------------------------------------------------|------------|------------|
|                   | A                                                     | B          | C          |
| <sup>7</sup> Be   | 216 (6)                                               | 116 (4)    | 197 (6)    |
| <sup>40</sup> K   | 767 (23)                                              | 774 (23)   | 992 (30)   |
| <sup>60</sup> Co  | < 0,40                                                | 120 (2)    | 13,2 (0,3) |
| <sup>54</sup> Mn  | < 0,26                                                | < 1,2      | < 0,34     |
| <sup>94</sup> Nb  | < 0,33                                                | < 1,1      | < 0,49     |
| <sup>95</sup> Nb  | < 0,50                                                | < 1,3      | < 0,71     |
| <sup>95</sup> Zr  | < 0,71                                                | < 2,1      | < 1,0      |
| <sup>124</sup> Sb | < 0,36                                                | < 1,1      | < 0,53     |
| <sup>125</sup> Sb | < 0,86                                                | 4,4 (0,8)  | < 1,2      |
| <sup>137</sup> Cs | 7,6 (0,2)                                             | 12,0 (0,5) | 10,0 (0,3) |
| <sup>153</sup> Gd | < 0,70                                                | < 1,5      | < 0,77     |
| <sup>235</sup> U  | 3,3 (0,2)                                             | 3,5 (0,2)  | 1,7 (0,5)  |
| <sup>238</sup> U  | 39 (2)                                                | 51 (4)     | 55 (2)     |

De façon semblable aux années passées, du béryllium-7, du potassium-40, du césium-137, de l'uranium-235 et de l'uranium-238 ont été détectés dans les sédiments des trois stations. Comme précédemment, aucune relation n'est observée entre l'emplacement des stations et leur activité, suggérant une faible influence de l'installation nucléaire de Gentilly-2 sur la concentration de ces radionucléides dans les sédiments dynamiques du fleuve.

Le cobalt-60 et l'antimoine-125 n'ont pas été détectés à la station A, mais ont été quantifiés à la station B. À la station C, le cobalt-60 a été détecté, mais à de plus faibles concentrations qu'à la station B, alors que l'antimoine-125 n'a pas été détecté. Ces résultats confirment que ces radionucléides sont présents dans les effluents radioactifs liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2, mais sont rapidement dispersés.

Finalement, l'activité des autres radionucléides analysés dans les sédiments des trois stations était inférieure au seuil de détection des appareils de laboratoire utilisés.

Des valeurs d'activité de césium-137, d'uranium-235 et d'uranium-238 mesurées dans les sols de certaines régions du Canada (Sheppard et coll., 2011) sont présentées ici à des fins de comparaison. Dans le cas du césium-137, les valeurs rapportées pour le Bouclier canadien varient de 3,8 à 60 Bq kg<sup>-1</sup> et, pour le sud de l'Ontario, de 0,5 à 25 Bq kg<sup>-1</sup>. En ce qui concerne l'uranium-235, une valeur de 0,42 Bq kg<sup>-1</sup> a été mesurée dans le Bouclier canadien et des valeurs variant de 0,98 à 1,1 Bq kg<sup>-1</sup> ont été mesurées dans le sud de l'Ontario. Pour ce qui est de l'uranium-238, une activité de 9,1 Bq kg<sup>-1</sup> a été rapportée pour le Bouclier canadien et des activités variant de 21 à 25 Bq kg<sup>-1</sup> ont été rapportées pour le sud de l'Ontario.

## 8.5 Surveillance de la faune et de la flore

Le PSRE de Gentilly-2 prévoit mesurer l'impact de la dispersion des effluents liquides et gazeux sur la faune aquatique et la flore aquatique et terrestre. Les résultats de cette surveillance sont présentés dans les sous-sections suivantes. À la différence des années précédentes, les concentrations de carbone-14 dans la faune et la flore sont présentées en proportion du poids frais (PF) plutôt qu'en proportion de la fraction de carbone. Les coefficients de conversion retenus sont ceux suggérés par le Groupe CSA ou par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), soit :  $0,08796 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour la chair et les coquilles des mollusques;  $0,12175 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour la chair des poissons (Groupe CSA, 2014);  $0,048 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour les plantes aquatiques;  $0,100 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour les plantes fourragères;  $0,030 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour les légumes feuilles (choux);  $0,046 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour les légumes racines (carotte); et  $0,062 \text{ kg-C kg}^{-1} \text{ PF}$  pour les fruits (pomme et tomate) (IRSN, 2018).

### 8.5.1 Plantes fourragères

Des échantillons de plantes fourragères ont été prélevés au cours du mois de juin aux mêmes trois fermes que celles retenues pour le programme de la surveillance du sol arable (Fermes n<sup>os</sup> 1, 2 et 3 ; carte A-4 de l'annexe A).

Une concentration de tritium de  $6 \text{ Bq kg}^{-1}$  (poids sec) a été mesurée dans l'échantillon prélevé à la Ferme n<sup>o</sup> 1. La concentration en tritium était inférieure à la LD ( $4 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) dans les échantillons provenant des Fermes n<sup>os</sup> 2 et 3.

Du potassium-40, du béryllium-7 et du carbone-14 ont été mesurés dans le fourrage des trois fermes. Les valeurs maximales ont été de  $583 \text{ Bq kg}^{-1}$  pour le potassium-40 (Ferme n<sup>o</sup> 1), de  $135 \text{ Bq kg}^{-1}$  pour le béryllium-7 (Ferme n<sup>o</sup> 2) et de  $27,3 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ PF}$  pour le carbone-14 (Ferme n<sup>o</sup> 3). Quant au césium-137, les concentrations étaient inférieures à la LD ( $0,48 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) dans l'échantillon provenant de la Ferme n<sup>o</sup> 1, de  $0,8 \text{ Bq kg}^{-1}$  dans celui de la Ferme n<sup>o</sup> 2 et de  $1,7 \text{ Bq kg}^{-1}$  dans celui de la Ferme n<sup>o</sup> 3.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus les années précédentes. Soulignons par ailleurs que les concentrations de carbone-14 mesurées dans les plantes fourragères des trois fermes sont semblables à la valeur du bruit de fond naturel qui est de  $220 \text{ Bq kg-C}^{-1}$ , soit  $22,0 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ PF}$  (Eisenbud et Gesell, 1997).

### 8.5.2 Plantes aquatiques

Afin de surveiller la présence de radionucléides, le PSRE prévoit l'échantillonnage de plantes aquatiques prélevées dans le fleuve Saint-Laurent. Avant la mise en application au 2<sup>e</sup> semestre de 2017 du PSRE révisé, des plantes aquatiques étaient prélevées dans une zone située à 2 km en aval du canal de rejet, dans l'anse à Lemarier (zone PA2), ainsi que dans une zone située en amont du canal de rejet. De façon semblable aux sédiments dynamiques, le PSRE révisé de 2017 prévoit, en raison de l'important

historique de données et du fait que les concentrations mesurées à la station PA1 variaient peu, que les plantes aquatiques seront dorénavant prélevées seulement dans la zone PA2, celle-ci étant susceptible d'être affectée par les effluents liquides radioactifs de l'installation de Gentilly-2. L'emplacement de cette zone est illustré à la carte A-7 de l'annexe A. Les résultats de l'échantillonnage réalisé le 26 septembre 2017 sont présentés au tableau 8-3.

**Tableau 8-3 : Radioactivité mesurée dans les plantes aquatiques récoltées dans le fleuve Saint-Laurent à la station PA2 en 2017**

| Radionucléide     | Activité (LD) (Bq kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------------|--------------------------------------|
| <sup>40</sup> K   | 1 440 (423)                          |
| <sup>60</sup> Co  | 1,1 (0,2)                            |
| <sup>95</sup> Nb  | < 0,60                               |
| <sup>137</sup> Cs | 1,3 (0,1)                            |
| <sup>131</sup> I  | 9,2 (0,45)                           |
| <sup>14</sup> C   | 122 (18) Bq kg <sup>-1</sup> PF      |

Comme les années précédentes, les concentrations de cobalt-60, de niobium-95 et de césium-137 dans les plantes aquatiques récoltées en 2017 étaient soit non détectées, soit à peine plus élevées que la LD. Les concentrations de potassium-40 (1 440 Bq kg<sup>-1</sup>) et d'iode-131 (9,2 Bq kg<sup>-1</sup>) étaient quant à elles d'un même ordre de grandeur que celles mesurées en 2016 (respectivement 1 130 Bq kg<sup>-1</sup> et 3,2 Bq kg<sup>-1</sup>). La concentration de potassium-40 mesurée en 2017 dans les plantes aquatiques est expliquée par sa présence naturelle dans le sol et celle de l'iode-131, à son utilisation à des fins médicales (Béland, 1995 ; Barbeau, 2009).

En ce qui concerne le carbone-14, sa concentration dans les plantes aquatiques récoltées en septembre 2017 à la station PA2 (122 Bq kg<sup>-1</sup> PF) était plus élevée qu'en septembre 2016 (412 Bq kg-C<sup>-1</sup>, soit 20 Bq kg<sup>-1</sup> PF). Ce résultat s'explique par les concentrations plus élevées de carbone-14 dans les effluents liquides en 2017 pendant les mois précédant la récolte des plantes aquatiques (juin, juillet et août), lesquelles étaient en lien avec les activités de gestion de l'eau des réservoirs contenant les résines usées échangeuses d'ions (voir la section 2.2).

### 8.5.3 Mollusques

Le PSRE prévoit la récolte de mollusques une fois par année afin d'analyser l'activité radiologique dans leur chair et dans leur coquille. La zone de récolte est située en aval du canal de rejet, à environ 2 km de l'installation nucléaire de Gentilly-2, dans l'anse à Lemarier (carte A-7 de l'annexe A). Les résultats d'analyse de l'échantillonnage réalisé le 23 mai 2017 sont présentés au tableau 8-4.

**Tableau 8-4 : Radioactivité mesurée dans la coquille et la chair de mollusques récoltés dans le fleuve Saint-Laurent près de l'installation nucléaire de Gentilly-2 pour l'année 2017**

| Radionucléide     | Activité (LD) (Bq kg <sup>-1</sup> ) |                                |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
|                   | Coquille                             | Chair                          |
| <sup>40</sup> K   | 2,7 (0,4)                            | 16 (1)                         |
| <sup>60</sup> Co  | < 0,09                               | 0,31 (0,03)                    |
| <sup>95</sup> Nb  | < 0,10                               | < 0,15                         |
| <sup>137</sup> Cs | < 0,10                               | < 0,16                         |
| <sup>131</sup> I  | < 0,14                               | < 0,14                         |
| <sup>14</sup> C   | 80 (12) Bq kg <sup>-1</sup> PF       | 64 (10) Bq kg <sup>-1</sup> PF |

De façon semblable aux années précédentes, aucune concentration de niobium-95, de césium-137 et d'iode-131 n'a été mesurée dans les coquilles et dans la chair des mollusques alors que le cobalt-60 n'a été détecté que dans la chair. Des concentrations de potassium-40 ont été mesurées dans les coquilles et dans la chair, à des valeurs semblables à celles habituellement observées. Le cobalt-60 est lié aux rejets radioactifs liquides de l'installation nucléaire de Gentilly-2 alors que le potassium-40 est d'origine naturelle.

En ce qui concerne le carbone-14, les concentrations dans les coquilles ont augmenté entre 2016 et 2017 alors qu'elles ont diminué dans la chair. Dans les coquilles, les concentrations étaient de 640 Bq kg-C<sup>-1</sup> (correspond à 56 Bq kg<sup>-1</sup> PF) en 2016 et de 80 Bq kg<sup>-1</sup> PF en 2017. Dans la chair, les concentrations étaient de 1 147 Bq kg-C<sup>-1</sup> en 2016 (correspond à 101 Bq kg<sup>-1</sup> PF) et de 64 Bq kg<sup>-1</sup> PF en 2017. Ces différences entre les tissus peuvent s'expliquer par leur différent temps de renouvellement et de réponse aux conditions environnementales auxquelles ils sont soumis.

#### 8.5.4 Poissons

À la suite de l'examen des concentrations de carbone-14 mesurées en 2016 dans la chair des poissons, Hydro-Québec a réévalué la pertinence de l'emplacement de leur zone de prélèvement, située dans le canal de rejet. Le PSRE adapté en 2017 prévoit donc que, dorénavant, la radioactivité dans la chair des poissons sera mesurée pour des poissons capturés quatre fois par année dans une zone située à l'anse à Lemarier, un secteur fréquenté par la population pour la pêche (carte A-7 de l'annexe A). L'anse à Lemarier est l'endroit le plus proche du point de rejet où on peut pratiquer la pêche, notamment la pêche sur la glace depuis l'arrêt du réacteur. On suppose que les grands consommateurs de poisson d'eau douce y prennent toutes leurs prises.

Ainsi, en 2017, des pêches au filet maillant ont été réalisées les 5 juillet, 1<sup>er</sup> août, 13 septembre et 11 octobre à l'anse à Lemarier. Lorsqu'au cours d'une même campagne d'échantillonnage plus d'un individu d'une même espèce était capturé, les analyses ont été réalisées sur un échantillon composite formé des tissus de tous les

individus de l'espèce. Le tableau 8-5 présente les espèces pêchées de même que les concentrations de radionucléides mesurées dans ces poissons.

**Tableau 8-5 : Espèces de poissons pêchés à l'anse à Lemarier et concentrations des radionucléides mesurées en 2017**

| Mois                                                                                                                            | Nom commun              | Nom scientifique                | Nombre capturé | Activité (LD)       |                |                   |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------|------------------------|
|                                                                                                                                 |                         |                                 |                | Bq kg <sup>-1</sup> |                |                   | Bq kg <sup>-1</sup> PF |
|                                                                                                                                 |                         |                                 |                | <sup>40</sup> K     | <sup>3</sup> H | <sup>137</sup> Cs | <sup>14</sup> C        |
| Juillet                                                                                                                         | Barbue de rivière       | <i>Ictalurus punctatus</i>      | 2              | 125 (4)             | 40 (3)         | 0,40 (0,06)       | 72 (11)                |
|                                                                                                                                 | Grand brochet           | <i>Esox lucius</i>              | 1              | 197 (6)             | 141 (4)        | 0,44 (0,06)       | 138 (21)               |
| Août                                                                                                                            | Malachigan              | <i>Aplodinotus grunniens</i>    | 1              | 105 (3)             | 25 (2)         | 0,37 (0,05)       | 38 (6)                 |
|                                                                                                                                 | Chevalier blanc         | <i>Moxostoma anisurum</i>       | 1              | 168 (5)             | 70 (3)         | < 0,24            | 901 (135)              |
|                                                                                                                                 | Perchaude               | <i>Perca flavescens</i>         | 4              | 134 (9)             | 61 (3)         | < 1,4             | 788 (118)              |
|                                                                                                                                 | Grand brochet           | <i>Esox lucius</i>              | 1              | 123 (8)             | 34 (2)         | < 1,3             | 643 (97)               |
|                                                                                                                                 | Doré jaune              | <i>Sander vitreus</i>           | 1              | 178 (10)            | 92 (3)         | < 1,5             | 858 (129)              |
| Septembre                                                                                                                       | Esturgeon jaune         | <i>Acipenser fulvescens</i>     | 2              | 108 (4)             | 8 (3)          | < 0,15            | 95 (14)                |
|                                                                                                                                 | Grand brochet           | <i>Esox lucius</i>              | 1              | 163 (7)             | 120 (4)        | < 0,98            | 1 005 (151)            |
|                                                                                                                                 | Barbue de rivière       | <i>Ictalurus punctatus</i>      | 1              | 137 (6)             | 5 (3)          | 0,85 (0,20)       | 31 (5)                 |
|                                                                                                                                 | Achigan à petite bouche | <i>Micropterus dolomieu</i>     | 1              | 121 (5)             | 33 (3)         | < 0,69            | 1 189 (178)            |
|                                                                                                                                 | Chevalier rouge         | <i>Moxostoma macrolepidotum</i> | 2              | 181 (6)             | 27 (3)         | < 0,24            | 1 454 (218)            |
|                                                                                                                                 | Doré jaune              | <i>Sander vitreus</i>           | 1              | 189 (11)            | 8 (3)          | < 1,5             | 532 (80)               |
| Octobre                                                                                                                         | Esturgeon jaune         | <i>Acipenser fulvescens</i>     | 4              | 117 (4)             | 209 (4)        | < 0,16            | 257 (39)               |
|                                                                                                                                 | Doré jaune              | <i>Sander vitreus</i>           | 3              | 182 (6)             | 95 (3)         | 1,25 (0,09)       | 959 (144)              |
|                                                                                                                                 | Grand brochet           | <i>Esox lucius</i>              | 1              | 139 (6)             | 64 (3)         | < 0,77            | 1 183 (178)            |
| MOYENNE                                                                                                                         |                         |                                 |                | 148                 | 65             | 0,49              | 634                    |
| ÉCART-TYPE                                                                                                                      |                         |                                 |                | 31                  | 56             | 0,33              | 476                    |
| Note : Lorsque la concentration était inférieure à la LD, la moyenne a été calculée en utilisant une valeur équivalente à ½ LD. |                         |                                 |                |                     |                |                   |                        |

Au total, neuf espèces de poissons ont été capturées à l'anse à Lemarier en 2017. Du potassium-40, du tritium et du carbone-14 ont été mesurés dans tous les poissons. Leur concentration moyenne respective était de 148 Bq kg<sup>-1</sup>, 65 Bq kg<sup>-1</sup> et 634 Bq kg<sup>-1</sup> PF. Ces moyennes sont semblables à celles des concentrations mesurées chez les poissons capturés dans le canal de rejet en 2016 et qui étaient de 150 Bq kg<sup>-1</sup> pour le potassium-40, de 52 Bq kg<sup>-1</sup> pour le tritium et de 5 545 Bq kg-C<sup>-1</sup> (correspond à 676 Bq kg<sup>-1</sup> PF) pour le carbone-14.

La concentration la plus élevée de carbone-14 a été de 1 454 Bq kg<sup>-1</sup> PF et a été mesurée dans l'échantillon formé de la chair de deux chevaliers rouges. En 2016, les concentrations de carbone-14 avaient varié de 252 à 24 310 Bq kg-C<sup>-1</sup>, soit l'équivalent de 31 à 2 960 Bq kg<sup>-1</sup> PF. Cette dernière valeur avait été mesurée dans un grand brochet.

Le césium-137 n'a été détecté que dans cinq des 11 échantillons analysés, à des concentrations égales ou inférieures à 1,25 Bq kg<sup>-1</sup>.

## 8.6 Surveillance des produits comestibles

Le PSRE prévoit aussi l'analyse de différents produits de consommation humaine. Ces produits comestibles locaux sont sélectionnés selon leur disponibilité auprès des habitants des municipalités limitrophes aux installations de Gentilly-2. À l'instar de l'année précédente, ils comprennent des légumes (Bécancour, secteur de Bécancour), des fruits (Bécancour, secteur de Sainte-Gertrude, au sud-ouest des installations de Gentilly-2), de l'eau d'érable et du sirop d'érable (Bécancour, secteur de Bécancour). Auparavant, le lait de vache provenait des Fermes n<sup>os</sup> 1, 2 et 3 (carte A-4 de l'annexe A). La Ferme n<sup>o</sup> 1 a toutefois cessé sa production laitière en novembre 2015. Depuis, le lait de vache provient uniquement des Fermes n<sup>os</sup> 2 et 3.

En ce qui concerne le tritium, des échantillons composés sont préparés et analysés mensuellement pour chacune des fermes. Dans le cas des émetteurs gamma, l'analyse se fait sur un échantillon composé en provenance des deux fermes, préparé mensuellement.

Les analyses radiologiques des fruits (pommes et tomates) et légumes (carottes et choux) sont réalisées sur des échantillons composés d'un nombre de spécimens permettant d'atteindre le poids minimal requis à leur réalisation, soit environ une vingtaine de kilogrammes. Quant à l'eau d'érable et le sirop d'érable, les analyses sont réalisées sur un seul échantillon.

En 2017, du tritium n'a été détecté que dans deux des 24 échantillons composés de lait, soit l'échantillon prélevé en juin à la Ferme n<sup>o</sup> 2 et dans celui prélevé en octobre à la Ferme n<sup>o</sup> 3. Leur concentration respective était de 11 Bq L<sup>-1</sup> et 6 Bq L<sup>-1</sup>. Dans les 24 échantillons de lait analysés, aucune concentration d'iode-131 ou de césium-137 n'a été détectée (LD < 0,14 Bq L<sup>-1</sup>).

En 2017, les choux ont été échantillonnés le 29 août, les tomates et les carottes, le 6 septembre, et les pommes, le 14 septembre. Aucune concentration de tritium, de césium-137 ou de cobalt-60 n'a été détectée dans ces fruits et légumes. Les LD étaient inférieures à 5 Bq kg<sup>-1</sup> pour le tritium, à 0,40 Bq kg<sup>-1</sup> pour le césium-137 et à 0,57 Bq kg<sup>-1</sup> pour le cobalt-60. Des concentrations de carbone-14 ont été mesurées dans tous les fruits et légumes, les valeurs variant de 6,3 Bq kg<sup>-1</sup> PF (choux) à 15,6 Bq kg<sup>-1</sup> PF (pommes).

Certains autres radionucléides, non associés aux rejets de l'installation nucléaire de Gentilly-2, ont aussi été détectés, soit du béryllium-7 dans les tomates (2,6 Bq kg<sup>-1</sup>), et les pommes (6,9 Bq kg<sup>-1</sup>), ainsi que du potassium-40 dans tous les fruits et légumes, à des concentrations variant de 295 Bq kg<sup>-1</sup> (pommes) à 1 590 Bq kg<sup>-1</sup> (tomates).

Les échantillons d'eau d'érable et de sirop d'érable ont été récoltés respectivement les 4 et 5 avril 2017. Le tritium a été quantifié dans le premier et le césium-137 ainsi que le potassium-40 dans le deuxième. Dans l'eau d'érable, une concentration de 5 Bq L<sup>-1</sup> de tritium a été mesurée. Dans le sirop d'érable, des concentrations de 2,9 Bq kg<sup>-1</sup> de césium-137 et de 81 Bq kg<sup>-1</sup> de potassium-40 ont été mesurées.

Dans l'ensemble, les concentrations de radioactivité mesurées en 2017 dans les produits comestibles sont semblables à celles mesurées les années précédentes.

## 8.7 Données météorologiques

La figure 8-39 schématise l'ensemble des relevés d'origine et de vitesse des vents au site des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017, relevés faits par l'entremise de la tour météorologique instrumentée d'Hydro-Québec, située à la limite sud de la zone d'exclusion (carte A-1 de l'annexe A). La figure 8-40 reprend, de façon identique, toutes les données colligées au cours des cinq dernières années. Les instruments de mesure desquels sont tirées ces données se trouvent à une hauteur de 37 mètres, hauteur équivalente à celle de la cheminée de l'installation nucléaire qui constitue le principal point d'émissions radioactives atmosphériques de Gentilly-2.

Dans le cadre des nombreuses orientations à convenir, relatives à l'adaptation du site et de l'organisation figurant au plan directeur encadrant la préparation à la période de dormance du déclassement de Gentilly-2, Hydro-Québec devait notamment se positionner sur la pérennité de sa tour météorologique, en validant diverses possibilités, allant d'un transfert d'actifs à une mise en retrait définitive du système.

Dans cette perspective, Hydro-Québec a évalué différentes alternatives pouvant pallier une éventuelle absence de données à sa tour instrumentée du site de Gentilly-2. Une d'elles consistait à utiliser, en lieu et place des données prélevées au site, des valeurs issues d'une autre tour météorologique, appartenant au MDDELCC. La tour en question est également située à Bécancour, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, à un peu plus de 7 km de distance aérienne de celle d'Hydro-Québec. Le profil topographique des deux régions est similaire, de même que la rugosité au sol.

Au cours de l'année 2017, Hydro-Québec a donc mené une étude visant notamment à estimer, *a posteriori*, la dose de rayonnements à la population des années antérieures, en substituant les données de dispersion atmosphérique pour celles du MDDELCC. Moyennant certaines conditions, les conclusions du rapport *Évaluation de la qualité et de l'intégration des données météorologiques de Bécancour sur l'estimation des doses à la population autour des installations nucléaires de Gentilly* (ISR, 2018) confirment que les données de la tour météo de Bécancour pourraient effectivement se substituer à celles de la tour météo de Gentilly-2, notamment pour les besoins d'estimation de doses annuelles de rayonnements à la population.

Afin de compléter ce processus de validation, Hydro-Québec a également planifié de procéder à l'estimation de la dose de rayonnements à la population de l'année 2017, en

utilisant distinctement les deux jeux de données de dispersion, du MDDELCC et de Gentilly-2. Il est à noter que pour en arriver à catégoriser les classes de stabilité atmosphérique, la tour d'Hydro-Québec intègre à la fois la vitesse du vent, le gradient de température vertical ainsi que l'écart-type de la direction du vent. La stabilité atmosphérique de la tour du MDDELCC doit par ailleurs être dérivée de la vitesse du vent, du rayonnement solaire horaire moyen le jour et de la radiation nette la nuit.

Cette méthode dérivée implique un facteur de conservatisme puisqu'il a été constaté, dans l'analyse de données des deux sites, que la distribution de fréquences des classes de stabilité tendait à sous-estimer les réelles occurrences en classes atmosphériques instables (classes Pasquill A-B-C) pour la tour appartenant au MDDELCC alors qu'à l'inverse, elle tendait à surestimer les occurrences en classes atmosphériques neutres ou stables (classes Pasquill D-E-F), pour cette même tour. Dans les deux cas, la modélisation de dispersion atmosphérique hausse les concentrations de radioactivité en un point, gonflant du coup l'estimation de dose à la population.

Quant aux différents résultats et analyses ayant trait à ces deux démarches parallèles d'estimation de doses annuelles de rayonnements pour l'année 2017, ils seront discutés de façon plus approfondie au chapitre 9 du présent rapport.

La rose de l'origine des vents de l'année 2017 et celle recensant toutes les données de la période 2013-2017 présentent à nouveau des patrons de vent quasi identiques. La différence la plus marquée est celle de la proportion de vents calmes, dont la vitesse est inférieure à  $2 \text{ km h}^{-1}$ , recensée à 3,5 % au cours de l'année 2017 alors qu'elle n'était que de 1,6 % pour la période des cinq dernières années. Il y a également celle des vents de vitesse élevée, supérieure à  $15 \text{ km h}^{-1}$ , pour le cadran d'origine sud-ouest. En 2017, l'occurrence de ces vents fut recensée à 8,3 % alors qu'elle était, en moyenne, de 10,4 % au cours de la période récapitulative de 2013 à 2017.

En ce qui a trait aux origines des vents aptes à disperser les émissions atmosphériques de l'installation nucléaire de Gentilly-2 en direction de la Ferme n° 1, celle étant la plus rapprochée du site des installations de Gentilly-2, elles ont toutes trois été moins soutenues en 2017 qu'en 2016. Toute vitesse confondue, les vents balayant les installations de Gentilly-2, en provenance du nord, du nord-nord-ouest et nord-ouest ont été moindres en 2017, de l'ordre de 20 %. Finalement, le taux d'indisponibilité des données, pour cause de verglas, d'entretien ou de quelconque défaut de signal, a été, en 2017, pour l'instrumentation de Gentilly-2 installée à 37 mètres, de 7,1 %.

L'analyse des deux roses d'origine des vents, annuelle pour 2017 et récapitulative de la période 2013-2017, confirme à nouveau le statut des vents dominants à ceux provenant du sud-ouest et du nord-est. Ces vents suivent un couloir calqué sur l'axe d'écoulement d'air de la vallée du Saint-Laurent, à la hauteur de Bécancour et de ses environs.

Figure 8-39 : Rose de l'origine des vents au site des installations de Gentilly-2 pour l'année 2017

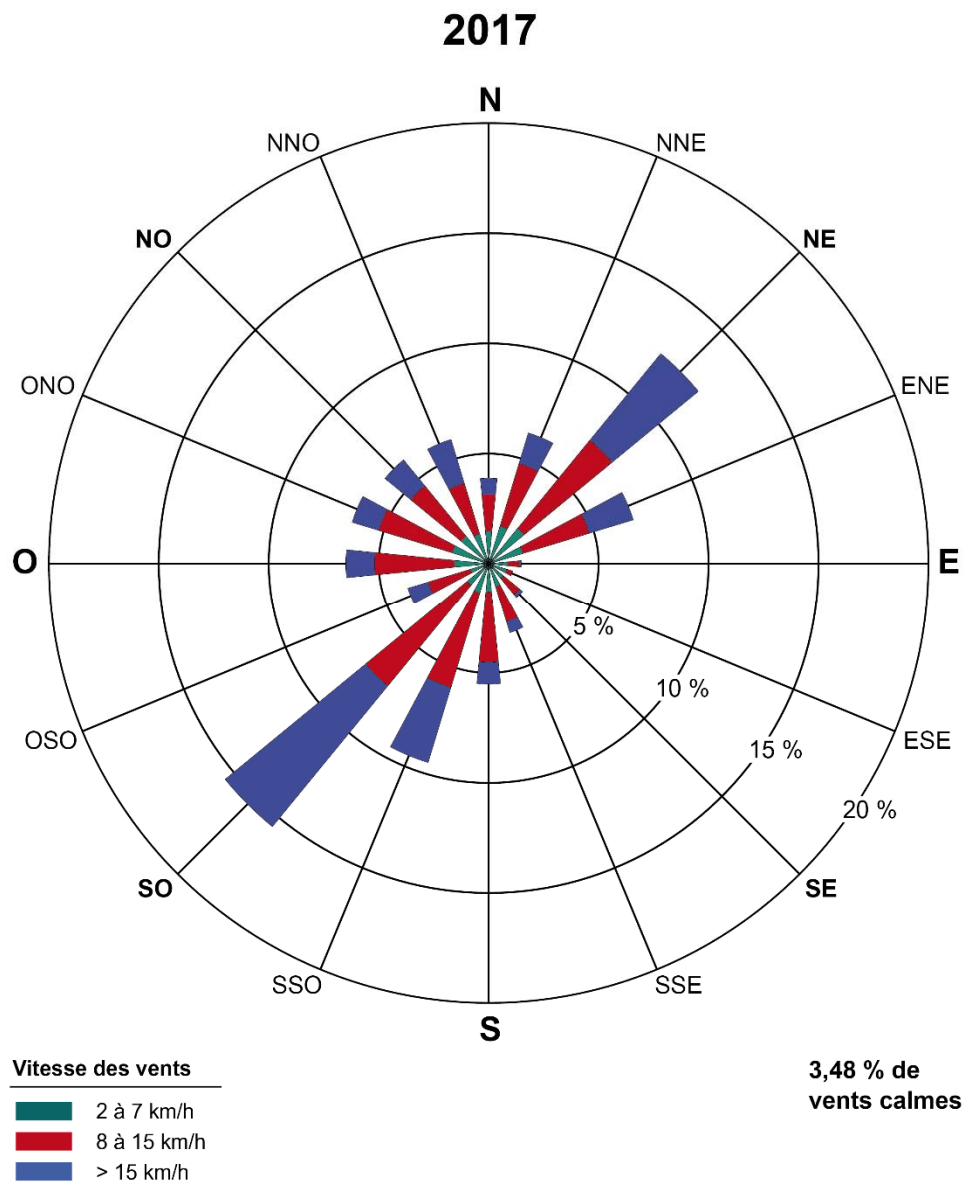
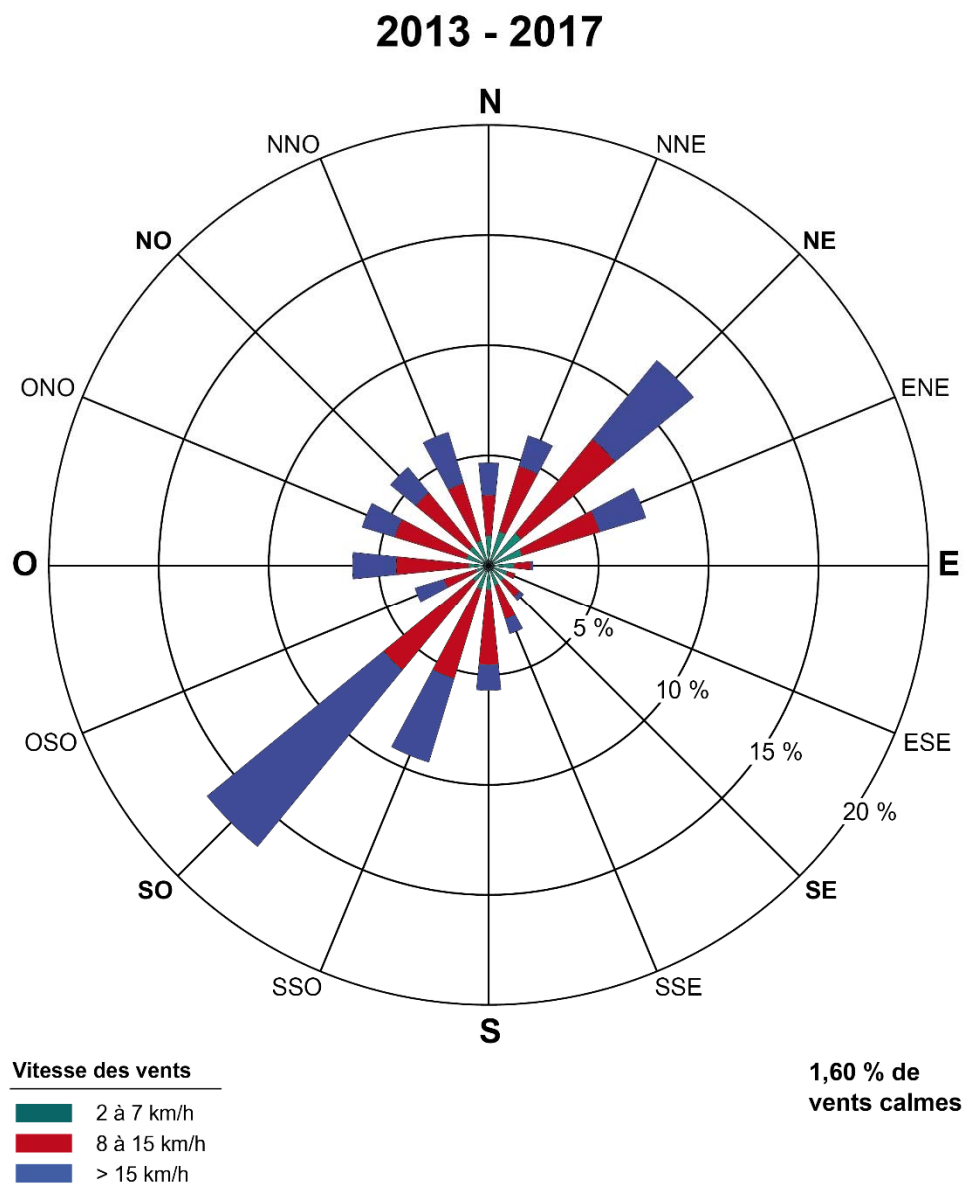


Figure 8-40 : Rose de l'origine des vents au site des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017



## 8.8 Facteurs de dispersion atmosphérique

Dans le but de valider les différents scénarios de dispersion atmosphérique en regard de l'impact que pourraient avoir les rejets radioactifs des installations de Gentilly-2, Hydro-Québec procède à une évaluation annuelle des coefficients réels de dispersion pour un regroupement de SCR situées aux environs du site. La concentration (C) d'un radionucléide ainsi diffusé dans l'air ambiant, à une certaine distance d'un point d'émissions atmosphériques, tel que la cheminée principale, est calculée par une relation sous la forme :

$$C = K_a \cdot Q$$

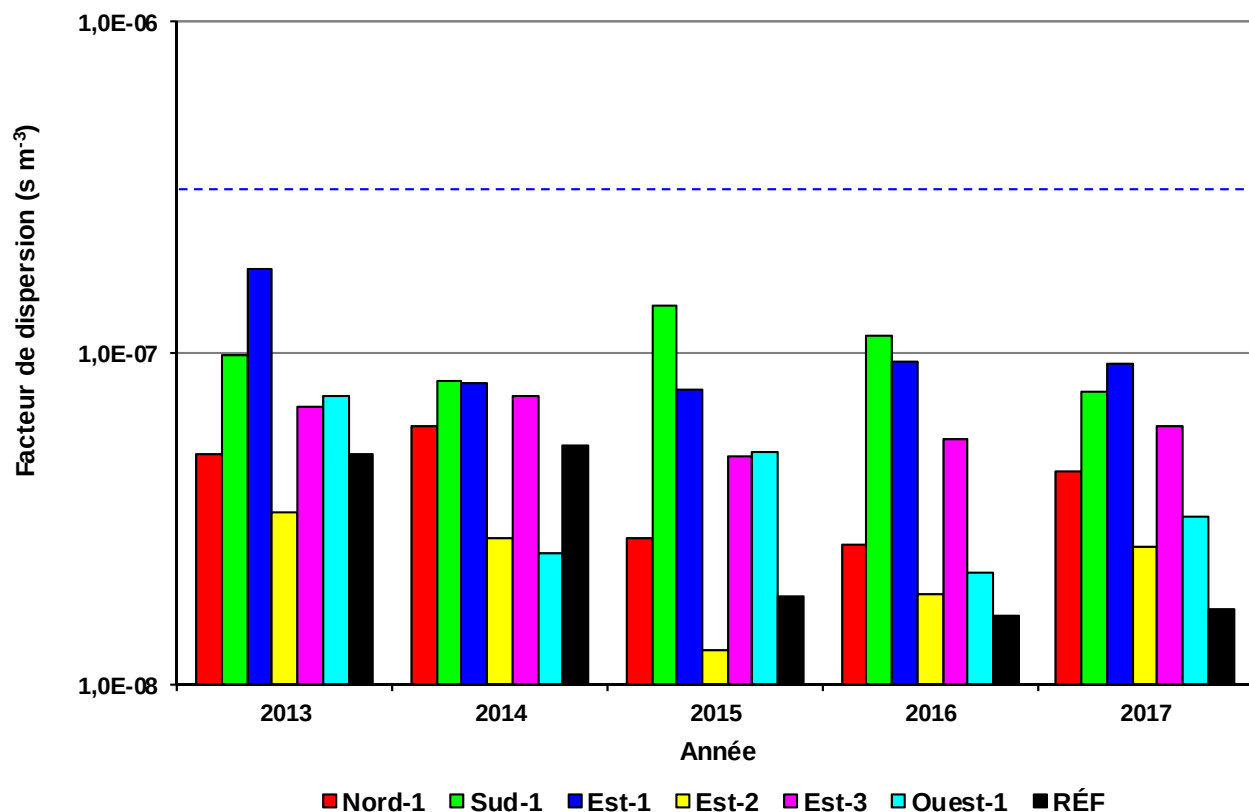
où Q représente le taux de relâche ( $\text{Bq s}^{-1}$ ) et  $K_a$  le coefficient de dispersion ( $\text{s m}^{-3}$ ).

La figure 8-41 présente, pour les années 2013 à 2017, les différents coefficients de dispersion estimés pour chacune des sept SCR situées dans un rayon variant de 2 à 15 km des installations de Gentilly-2, rayon dont le point central est la cheminée principale (carte A-4 de l'annexe A). Les coefficients de dispersion intègrent non seulement le taux de relâche à la cheminée principale, mais également toutes les valeurs de concentration de tritium atmosphérique relevées à chacune des stations.

En 2017, la valeur évaluée du coefficient de dispersion la plus élevée, pour toutes les SCR de ce regroupement, est de  $9,34 \times 10^{-8} \text{ s m}^{-3}$ , associée au point EST-1, suivie de près par celle obtenue au point SUD-1 à  $7,62 \times 10^{-8} \text{ s m}^{-3}$ . Ce dernier point est aussi celui d'où sont prélevés plusieurs échantillons environnementaux dont les valeurs d'analyses sont ensuite intégrées aux différentes voies d'exposition pour l'un des principaux groupes pour lesquels une estimation de dose annuelle de rayonnements, conséquente de l'opération des systèmes de Gentilly-2, est faite par Hydro-Québec. Les individus de ce groupe spécifique résident réellement à la Ferme n° 1, qui se situe au même emplacement que le point SUD-1 (carte A-4 de l'annexe A).

Bien qu'en 2017 le facteur de dispersion du point SUD-1 ait été de  $7,62 \times 10^{-8} \text{ s m}^{-3}$ , c'est plutôt une valeur de  $3,26 \times 10^{-7} \text{ s m}^{-3}$  qui fut intégrée à la plus récente modélisation soutenant les calculs des LOD de Gentilly-2 (Hydro-Québec, 2017c) mises en application en juillet 2017, calculs effectués par l'entremise du progiciel IMPACT. Cette valeur dérivée du calcul de concentrations fait par IMPACT est plus élevée. Elle est également utilisée par conservatisme puisqu'elle n'a pas été réellement mesurée comme en témoigne la figure 8-41. À ce compte, elle implique une dispersion des rejets moindre que celle qui s'avère réellement en un point. Afin de bien distinguer cette valeur, une bande pointillée bleue a été ajoutée à la figure 8-41. Elle indique distinctement le coefficient de dispersion intégré aux calculs des LOD appliquées depuis juillet 2017, en comparaison des facteurs de dispersion historiquement évalués.

Figure 8-41 : Facteurs moyens de dispersion du tritium atmosphérique des relâches des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017





## 9 Estimation de la dose de rayonnements aux membres représentatifs de la population

Comme abordé au chapitre précédent, une dose annuelle de rayonnements est estimée pour les membres des groupes les plus représentatifs de la population aux abords de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Cette dose induite à la population résulte des émissions radioactives issues des activités d'opération de systèmes et de déclassement toujours en cours. En 2017, les doses ont été estimées au moyen de la paramétrisation du modèle mathématique IMPACT 5.5.1 (*Integrated Model for the Probabilistic Assessment of Contaminant Transport*), progiciel permettant notamment l'application des coefficients de conversion de doses stipulés à la plus récente version de la norme N288.1-14 (Groupe CSA, 2014). Cette modélisation considère entre autres la dispersion environnementale de l'ensemble des émissions radioactives mesurées lors de la surveillance des rejets, en y intégrant toutes les voies d'exposition humaine, réelles ou réalistement possibles. Également, de nombreuses valeurs imposées au modèle proviennent directement de l'application des modalités du PSRE et de ses mesures environnementales. Finalement, le modèle incorpore une panoplie d'autres intrants liés aux habitudes de consommation propres à divers groupes de population et aux vecteurs de dispersion environnementale, tels que les données météorologiques réellement mesurées aux installations de Gentilly-2 et les modèles d'écoulement hydraulique à proximité. Cette méthodologie est approuvée par la CCSN et est appliquée par les exploitants des autres centrales nucléaires canadiennes.

### 9.1 Groupes récepteurs

Tout comme la méthode d'estimation de dose préconisée par Hydro-Québec jusqu'en 2011, méthode dite « rétrospective », la méthode basée sur l'utilisation du modèle IMPACT 5.5.1 détermine la dose de rayonnements d'un groupe d'individus récepteurs servant de référence et jugé représentatif de la fraction de la population la plus exposée aux émissions radioactives de l'installation nucléaire de Gentilly-2. Pour ce faire, plusieurs groupes récepteurs ont été retenus pour la modélisation, dont les habitants d'une ferme, comme celles situées à proximité de Gentilly-2 (point SUD-1) ou sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent (point NORD-1), ou encore à l'est des installations (point EST-2). D'autres groupes représentent des travailleurs, à l'exemple de ceux du parc industriel et portuaire de Bécancour (point SCR-4), de la centrale de Bécancour (carte -7) ou du site de Laprade, à proximité du secteur Gentilly. Des groupes sont aussi constitués de résidents des localités avoisinantes. Finalement, un dernier groupe est nommé chasseurs-pêcheurs, présumés résidents du secteur Bécancour. Ce groupe consomme notamment une plus grande quantité de viandes sauvages et de poissons récoltés à proximité des installations de Gentilly-2.

## 9.2 Doses par voies d'exposition

Comparées à d'autres méthodes possibles d'estimation de dose de rayonnements à la population, celle impliquant la modélisation par le progiciel IMPACT 5.5.1 a pour avantage d'intégrer toutes les fractions de dose, mêmes minimales, liées à l'exposition à l'ensemble des radionucléides susceptibles d'être émis dans l'environnement, et mesurés, aux installations de Gentilly-2.

Par les années passées, la paramétrisation de l'outil de modélisation considérait les rejets de radionucléides et leurs mesures environnementales dans l'air, l'eau, les sols de même que dans certains produits de consommation humaine. La plus récente mise à jour du progiciel, rendue disponible en janvier 2017, permet dorénavant de considérer aussi les mesures réelles de radioactivité de la faune aquatique. Cette amélioration au modèle a fait en sorte qu'un changement du groupe récepteur le plus exposé soit survenu pour les paramètres propres aux installations de Gentilly-2.

En effet, la valeur maximale de la dose annuelle associée aux membres représentatifs de la population, découlant des activités qui se sont déroulées aux installations de Gentilly-2 au cours de l'année 2017, est estimée à 7  $\mu\text{Sv}$  (Hydro-Québec, 2018). Elle représente moins d'un pour cent de la limite de dose efficace légale au Canada. Hydro-Québec confirme qu'elle a été rendue par une paramétrisation du modèle IMPACT 5.5.1, et ce, pour une personne adulte, du groupe récepteur composé des chasseurs-pêcheurs, fréquentant les sites accessibles autour des installations de Gentilly-2. Le tableau 9-1 présente toutes les fractions de dose liées aux voies d'exposition de ce groupe. Cette situation est par ailleurs conséquente de l'évolution constatée aux rejets liés à la réalisation de certaines étapes importantes de la préparation à la période de dormance de même qu'au récent abandon de la production laitière des activités agricoles menées à la Ferme n° 1.

À l'analyse des données de l'année 2016, Hydro-Québec s'était par ailleurs engagée à réévaluer une position prise en regard des concentrations de radioactivité constatées dans la chair des poissons. À ce moment, le seul site de prélèvement des poissons que prévoyait le PSRE aurait possiblement pu biaiser les résultats obtenus puisqu'il ne reflétait pas les réelles habitudes de pêche sportive ou commerciale de la population.

En 2017, l'adaptation du PSRE proposait donc la récolte de poissons à l'anse à Lemarier, site pleinement accessible à la population. Ce sont majoritairement les mesures de concentrations de radioactivité tirées de la chair des poissons de ce nouveau site de récolte qui amène l'identification d'un autre groupe récepteur le plus exposé en 2017. Outre les données de chair du poisson, la qualité de l'eau et des sédiments ont également fait l'objet d'échantillonnages supplémentaires pour mieux cerner les variations de carbone-14.

Pour tous les autres groupes récepteurs pour lesquels une estimation de dose annuelle de rayonnements a été réalisée pour l'année 2017, en fonction de vecteurs spécifiques d'exposition aux abords des installations de Gentilly-2, les valeurs estimées de dose annuelle étaient toutes de l'ordre de 1  $\mu\text{Sv}$ .

**Tableau 9-1 : Dose annuelle de rayonnements aux membres du groupe le plus représentatif de la population en 2017 (modèle IMPACT 5.5.1)**

| Individu                                                                                                                                                                                                                                                                  | Voie d'exposition              | Dose modélisée (Sv a <sup>-1</sup> ) |                 |             | Dose totale <sup>a</sup> (μSv a <sup>-1</sup> ) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                | HTO                                  | <sup>14</sup> C | Bêta totale |                                                 |
| Adulte                                                                                                                                                                                                                                                                    | Immersion – air                | 0,0E+00                              | 1,2E-13         | 4,2E-15     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Inhalation                     | 5,8E-08                              | 1,4E-10         | 1,8E-13     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dépôt – sol                    | 0,0E+00                              | 0,0E+00         | 3,4E-10     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux terrestres | 5,1E-09                              | 1,8E-08         | 2,9E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - plantes terrestres | 9,0E-09                              | 4,8E-09         | 8,0E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux aquatiques | 3,3E-08                              | 6,3E-06         | 1,8E-07     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total</b>                   | 1,1E-07                              | 6,3E-06         | 1,8E-07     | 6,6                                             |
| Enfant 10 ans                                                                                                                                                                                                                                                             | Immersion – air                | 0,0E+00                              | 1,2E-13         | 4,2E-15     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Inhalation                     | 6,8E-08                              | 2,0E-10         | 2,5E-13     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dépôt – sol                    | 0,0E+00                              | 0,0E+00         | 3,4E-10     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux terrestres | 3,1E-09                              | 1,1E-08         | 4,3E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - plantes terrestres | 6,7E-09                              | 3,9E-09         | 9,9E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux aquatiques | 2,8E-08                              | 5,7E-06         | 9,1E-08     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total</b>                   | 1,1E-07                              | 5,8E-06         | 9,2E-08     | 6,0                                             |
| Enfant 1 an                                                                                                                                                                                                                                                               | Immersion – air                | 0,0E+00                              | 1,2E-13         | 5,4E-15     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Inhalation                     | 5,0E-08                              | 1,5E-10         | 2,0E-13     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dépôt – sol                    | 0,0E+00                              | 0,0E+00         | 4,5E-10     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux terrestres | 4,9E-09                              | 1,7E-08         | 7,9E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - plantes terrestres | 5,7E-09                              | 2,9E-09         | 9,1E-14     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ingestion - animaux aquatiques | 2,1E-08                              | 3,98E-06        | 3,8E-08     |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Total</b>                   | 8,1E-08                              | 4,00E-06        | 3,8E-08     | 4,1                                             |
| a : En raison du niveau de précision associé à l'estimation de la dose, la valeur publiée aux autres sections du présent document a été arrondie à l'entier supérieur. Seules les valeurs de cette colonne montrent le degré de précision rendu aux calculs IMPACT 5.5.1. |                                |                                      |                 |             |                                                 |

D'autre part, afin de compléter adéquatement le processus de validation de l'impact que pourrait avoir une substitution complète des données météorologiques du site de Gentilly-2 (Hydro-Québec) au processus d'estimation de la dose de rayonnements de la population, Hydro-Québec a également procédé à une modélisation parallèle de l'estimation de dose de rayonnements de l'année 2017, en utilisant cette fois les données provenant seulement de la tour météorologique du MDDELCC, à Bécancour.

Pour ce faire, Hydro-Québec a reproduit tout le processus d'estimation de dose, en figeant toute donnée de paramétrisation, incluant les valeurs imposées au modèle qui

sont tirées des analyses de matrices environnementales prévues au PSRE. Seules les données météorologiques ont été remplacées par celles du MDDELCC. À ce titre, Hydro-Québec confirme que toutes les données brutes, nécessaires à cet exercice d'estimation de dose considéré comme produit dérivé, ont été gracieusement rendues disponibles par le Réseau météorologique coopératif du Québec (RMCQ). Ce réseau regroupe l'ensemble des gestionnaires de réseaux météorologiques québécois et permet l'échange, entre ses membres, des données météorologiques ainsi que la coordination et la coopération en ce qui a trait aux normes d'exploitation des réseaux.

Le tableau 9-2 montre, pour plusieurs groupes récepteurs évalués au processus d'estimation de dose de rayonnements à la population aux abords des installations de Gentilly-2, les valeurs intégrant chacune les deux jeux de données météorologiques disponibles au site de Gentilly-2 (Hydro-Québec) et de Bécancour (MDDELCC). Ces fractions de dose portent spécifiquement sur la dispersion d'effluents atmosphériques.

D'une part, tous les groupes composés des résidents des municipalités de Batiscan, de Trois-Rivières (secteur Sainte-Marthe-du-Cap), de Saint-Pierre-les-Becquets et de Bécancour (secteurs de Gentilly et de Sainte-Ange) n'impliquent aucune variation des fractions de dose, peu importe les données météorologiques utilisées. Il en est de même pour les résidents exploitant une activité agricole à quatre fermes identifiées Nord, Sud, Sud-Est-1 et Sud-Est-2, toutes situées entre 2 et 8 km de Gentilly-2.

D'autre part, les travailleurs, tous d'âge adulte, des secteurs ouest et sud-ouest du parc industriel et portuaire de Bécancour de même que ceux de la centrale de Bécancour montrent des fractions de dose faibles. La variation la plus élevée pour ces travailleurs, conséquence de la substitution des données météorologiques, est de 33 %.

Considérant plus spécifiquement trois derniers groupes où les mêmes variations sont plus importantes, soit les résidents de la municipalité de Champlain, ceux d'une ferme identifiée Est et un groupe de chasseurs-pêcheurs domiciliés à Bécancour, la variation maximale est de 63 %. Elle est associée à un enfant d'un an, domicilié à Champlain. Malgré cette variation, d'une fraction de dose par ailleurs très faible, soit en deçà d'un millième de la limite de dose efficace légale imposée par la CCSN, la valeur demeure toujours d'un même ordre de grandeur. Finalement, la fraction de dose maximale de ce processus de substitution a été établie à 0,39  $\mu\text{Sv}$ , quant à elle associée à un enfant de 10 ans, résident de la ferme Est, située à 6 km de Gentilly-2.

Cette démonstration de substitution de données météorologiques, auparavant mesurées par Hydro-Québec directement sur le site de Gentilly-2, était la dernière étape prévue d'un processus de validation des impacts sur une estimation de dose de rayonnements à la population. Hydro-Québec confirme que, dorénavant, elle intégrera les données de la tour météorologique du MDDELCC située à Bécancour pour une telle estimation.

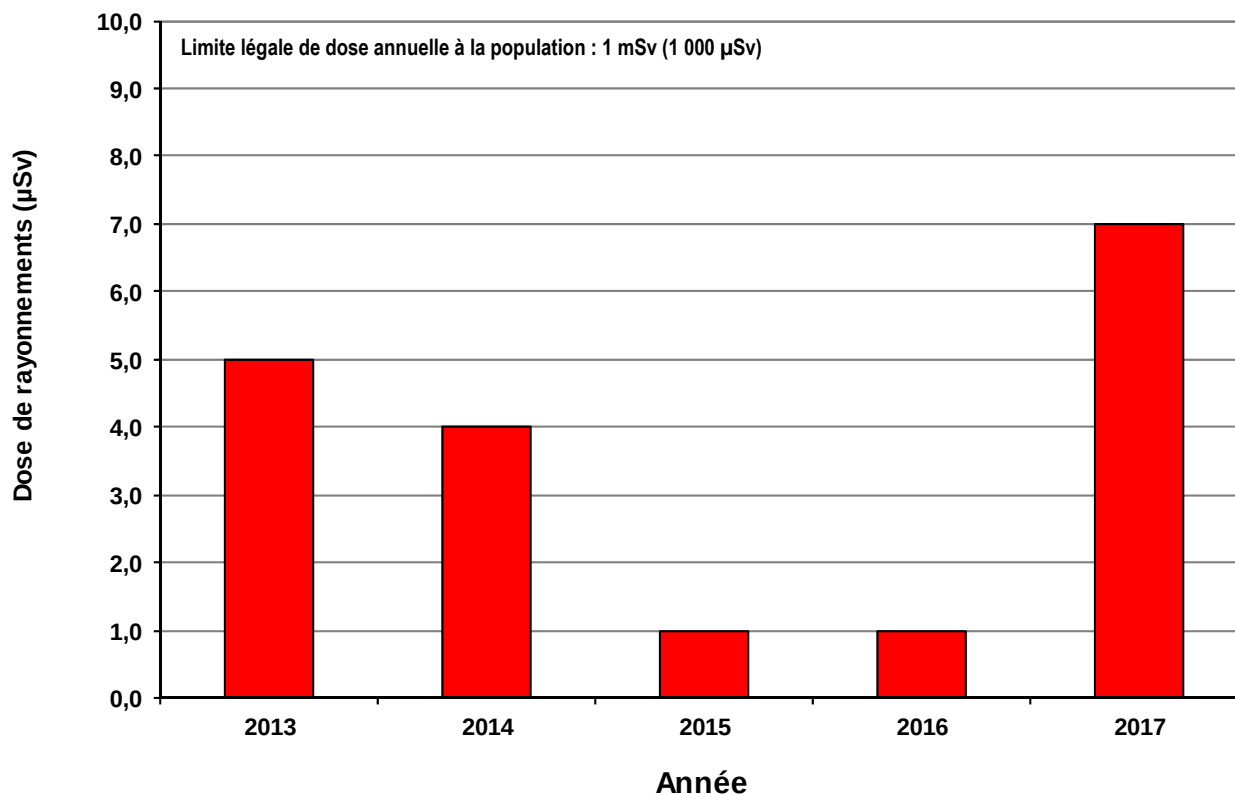
**Tableau 9-2 : Comparaison des doses annuelles de rayonnements de l'année 2017 selon la provenance des données météorologiques**

| Groupes                                     | Individus     | Dose modélisée (µSv a-1) |         | Variation (%) |
|---------------------------------------------|---------------|--------------------------|---------|---------------|
|                                             |               | Hydro-Québec             | MDDELCC |               |
| Résident Ferme Sud                          | Adulte        | 0,19                     | 0,19    | 0             |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,15                     | 0,15    | 0             |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,12                     | 0,12    | 0             |
| Résident Ferme Est                          | Adulte        | 0,24                     | 0,32    | 33            |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,29                     | 0,39    | 35            |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,14                     | 0,19    | 38            |
| Résident Champlain                          | Adulte        | 0,10                     | 0,15    | 50            |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,11                     | 0,17    | 55            |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,08                     | 0,13    | 63            |
| Résident Bécancour<br>Secteur Sainte-Angèle | Adulte        | 0,03                     | 0,03    | 0             |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,03                     | 0,03    | 0             |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,02                     | 0,02    | 0             |
| Résident Bécancour<br>Secteur Gentilly      | Adulte        | 0,03                     | 0,03    | 0             |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,03                     | 0,03    | 0             |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,02                     | 0,02    | 0             |
| Chasseurs-Pêcheurs                          | Adulte        | 0,07                     | 0,10    | 43            |
|                                             | Enfant 10 ans | 0,07                     | 0,09    | 29            |
|                                             | Enfant 1 an   | 0,06                     | 0,08    | 33            |
| Travailleurs<br>Parc industriel - Ouest     | Adulte        | 0,11                     | 0,12    | 9             |
| Travailleurs<br>Parc industriel – Sud-Ouest | Adulte        | 0,06                     | 0,07    | 17            |
| Travailleurs<br>Centrale Bécancour          | Adulte        | 0,21                     | 0,28    | 33            |
| Travailleurs Site Laprade                   | Adulte        | 0,03                     | 0,03    | 0             |

### 9.3 Historique de dose

La figure 9-1 présente l'historique des doses annuelles de rayonnements induites à la population, estimées pour la période postfermeture des années 2013 à 2017.

Figure 9-1 : Dose annuelle de rayonnements estimée pour un membre représentatif de la population liée à l'exploitation des installations de Gentilly-2 pour la période 2013-2017

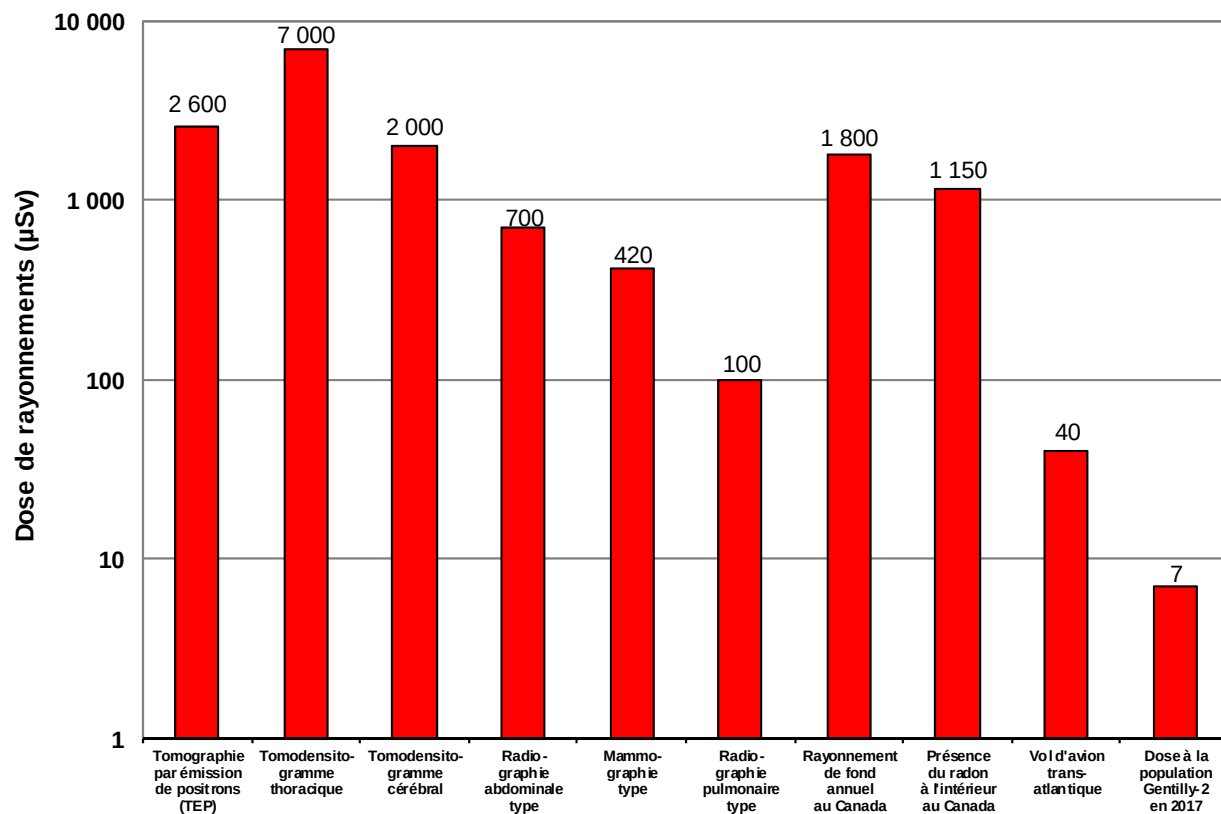


La dose annuelle de rayonnements induite à la population, estimée pour l'année 2017, correspond à moins d'un pour cent de la limite de dose efficace pour le public établie par la CCSN à 1 mSv (1 000 µSv). Cette dose correspond à une fraction, plus faible encore, de la dose annuelle moyenne reçue par un individu de la population canadienne résultant cette fois d'expositions à des sources naturelles, soit environ 1 800 µSv (CCSN, 2015b).

Rappelons que cette hausse de la valeur estimée de dose annuelle de rayonnements induite à la population, pour l'année 2017, est principalement causée par les variations constatées aux rejets radiologiques récents, et à leur dispersion dans l'environnement. Ces variations de concentration de radioactivité étaient elles-mêmes liées à la réalisation d'étapes importantes de la préparation à la période de dormance des installations de Gentilly-2.

La figure 9-2 met en perspective la dose annuelle liée aux activités en cours aux installations de Gentilly-2 en 2017 par rapport à d'autres doses typiquement reçues lors d'examen ou de traitements médicaux, ou encore aux doses découlant d'une exposition à la radioactivité naturellement présente (CCSN, 2016).

Figure 9-2 : Comparaison de doses de rayonnements typiques pouvant affecter la population canadienne





## 10 Programme d'intercomparaison du laboratoire et omissions aux plans

### 10.1 Intercomparaison du laboratoire

Un exercice d'intercomparaison comprenant diverses matrices environnementales a de nouveau été complété par le laboratoire de radioécologie d'Hydro-Québec, au cours de l'année 2017.

Les principes qui ont servi à rationaliser et uniformiser le traitement et l'expression des résultats de toutes les mesures radiologiques qui sont générés aux laboratoires de radioprotection et de radioécologie sont décrits dans la norme ACNOR N288.4-10 (ACNOR, 2010). Les conventions appliquées sont résumées à l'annexe C.

Cet exercice 2017 a été coordonné par le groupe *Environmental Resource Associates* (ERA) et est identifié MRAD-27 (ERA, 2017). Cette intercomparaison portait spécifiquement sur des filtres d'air et des échantillons de sol, de végétaux et aqueux.

Les tableaux D-1A à D-1D de l'annexe D présentent les résultats de cette intercomparaison. Lors de cet exercice, un seul des 40 résultats soumis à l'ERA par le laboratoire n'était pas compris dans l'intervalle attendu, soit celui du zinc-65 mesuré dans un filtre d'air. Pour ce résultat, la valeur soumise et les limites acceptables étaient :  $173 \text{ pCi filtre}^{-1}$  ( $88,1 - 170 \text{ pCi filtre}^{-1}$ ).

### 10.2 Omissions aux plans de surveillance environnementale

Au cours d'une année complète de réalisation, il arrive que certains des échantillons prévus aux plans de surveillance de l'environnement n'aient pu être prélevés, ou que des analyses n'aient pu être complétées, et ce, pour diverses raisons. Hydro-Québec collige ces omissions dans un système d'information interne. Les points qui suivent font une revue des omissions de l'année 2017.

En raison d'un problème technique au laboratoire externe procédant aux analyses prévues au PSE, l'analyse du carbone inorganique total du prélèvement mensuel (mars) à l'échantillonneur automatique de l'IGDRS n'a pu être réalisée dans les délais prescrits.

En raison du dysfonctionnement du système d'échantillonnage du tritium et du carbone-14 à la cheminée principale, l'activité radiologique des rejets atmosphériques n'a pas été comptabilisée pour une période d'environ 12 heures les 6 et 7 avril 2018. Comme l'indisponibilité est survenue durant la nuit, il n'y avait pas d'activité à risque radiologique en cours au site de Gentilly-2.



## 11 Conclusion

Le rapport annuel *Résultats de la surveillance de l'environnement des installations de Gentilly-2* (G2-RT-2018-00518-002) présente l'ensemble des données issues des deux plans de surveillance environnementale appliqués au cours de l'année 2017 au site des installations de Gentilly-2. Ces résultats regroupent à la fois les valeurs d'analyses radiologiques et physicochimiques liées aux rejets des installations, puis à leur dispersion dans l'environnement. Le rapport présente aussi des constats relatifs aux autres engagements réglementaires applicables aux installations de Gentilly-2.

Tout au cours de l'année 2017, aucune limite opérationnelle dérivée ni aucun seuil d'intervention figurant au *Manuel de conditions de permis* de la CCSN n'a été atteint. Ces limites et seuils ont trait à la radioactivité présente aux effluents et obligent tout détenteur de permis de la CCSN à des notifications et actions immédiates à la suite de l'atteinte de valeurs prédéterminées. Quant aux résultats de la surveillance environnementale propre à la dispersion dans les milieux récepteurs, les causes des dépassements de normes, critères ou cibles ont pu être expliquées, et les tendances les plus préoccupantes ont pu être analysées et comprises. Par ailleurs, une surveillance environnementale rigoureuse de toutes les installations de Gentilly-2 sera maintenue, conformément aux attentes des principaux organismes de réglementation. Les deux plans qui l'encadrent sont adaptés périodiquement afin de mieux refléter les conditions qu'impliquent plusieurs activités de déclassement, en période de préparation à la dormance. Pour Hydro-Québec, c'est un gage permettant d'assurer la protection de la population et de l'environnement.

Pour l'ensemble des paramètres physicochimiques détaillés au PSE en vigueur en 2017, seules deux séries de résultats d'analyses ont dépassé un critère ou une cible. D'abord, pour celle liée aux prélèvements d'eaux souterraines au site des installations de Gentilly-2, des concentrations de cuivre et de chlorures ont été quantifiées à des valeurs supérieures aux critères stipulés à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Cette situation est récurrente et a aussi fait l'objet de discussions au cours des années antérieures. La nature spécifique du socle rocheux en présence amène une eau souterraine profonde riche en minéraux. Aussi, deux dépassements d'une cible établie au PSE, cette fois relative à une concentration minimale en oxygène dissous, ont été constatés à l'effluent final de l'installation de traitement des eaux usées sanitaires à Gentilly-2. À chaque occasion, le redémarrage d'un aérateur supplémentaire a permis un rapide retour à la conformité.

Au cours de l'année 2017, des pourparlers entre le MDDELCC et Hydro-Québec ont permis de convenir d'une nouvelle adaptation du PSE. Cette nouvelle version du plan et des cédules et paramètres qu'il encadre n'a été déployée qu'en début d'année 2018.

En ce qui a trait à la surveillance des effluents radioactifs de l'installation nucléaire, la présence accrue de carbone-14, à la fois aux effluents atmosphériques et liquides, a ponctué les principales variations des données colligées en 2017. À cet égard, le complément des travaux de récupération et de transfert des résines usées échangeuses d'ions des systèmes nucléaires représentait une étape importante de la préparation à la dormance des installations de Gentilly-2. Bien avant le début de la réalisation de ces travaux, Hydro-Québec connaissait déjà la charge de carbone-14 contenue dans ces résines usées et avait prévu une surveillance spécifique en lien avec ces effluents.

Dès le début des manœuvres de récupération par pompage des résines usées, en juin 2017, l'activité de carbone-14 aux effluents atmosphériques a été mesurée à la hausse, et ce, jusqu'en novembre de la même année. Au cours de cette période, la valeur hebdomadaire maximale d'activité de carbone-14 fut équivalente à 0,20 % LOD. Ces mêmes manœuvres ont eu un effet similaire en ce qui a trait à la présence de carbone-14 aux effluents liquides, pour la même période. Dans ce cas précis, la valeur mensuelle maximale d'activité de carbone-14 aux effluents liquides fut quant à elle équivalente à 0,32 % LOD. Dans un cas comme dans l'autre, l'activité de carbone-14 a chuté de façon significative dès le mois de décembre, soit le premier mois entier où les travaux avaient été complétés. Aussi, la reprise des travaux de décontamination de matériel absorbant, généré durant les années d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, a amené une hausse des concentrations de tritium à l'automne 2017. La valeur mensuelle maximale d'activité de tritium aux effluents liquides fut, en novembre, de moins d'un centième de pour cent de la LOD.

En 2017, toutes les valeurs de rejets radioactifs gazeux et liquides ont été en deçà d'une limite équivalente à 1 % des LOD respectives, hebdomadaires ou mensuelles.

Ces hausses anticipées d'activité radiologique aux effluents de l'installation nucléaire ont eu des répercussions au niveau des concentrations mesurées dans différentes matrices environnementales échantillonnées au PSRE. C'est notamment le cas du carbone-14 aux échantillons de type aquatique. Considérant la littérature scientifique portant sur les modèles radioécologiques dynamiques et les périodes de demi-vies biologiques du carbone-14 dans les fractions aquatiques animales et végétales, il est envisagé que la surveillance environnementale des prochaines années puisse prouver concrètement un retour des valeurs se rapprochant des concentrations équivalentes au bruit de fond, telles que mesurées avant 2014.

Une estimation de la dose annuelle de rayonnements à la population, induite par les activités toujours en cours aux installations de Gentilly-2, a de nouveau été réalisée par la modulation des paramètres d'entrée du progiciel IMPACT 5.5.1 (janvier 2017). En 2017, la dose annuelle de rayonnements reçue par les membres représentatifs de la population, aux abords du site de Gentilly-2, a été estimée à 7  $\mu$ Sv. Des validations supplémentaires et une adaptation du PSRE, liées à la dispersion environnementale du carbone-14, ont notamment mené à un changement du groupe de population le plus exposé aux effluents radiologiques de l'installation nucléaire en 2017.

Cette dose estimée correspond toujours à moins d'un pour cent de la dose maximale admissible pour un membre de la population, fixée par la CCSN à 1 mSv (1 000 µSv). Elle est négligeable comparativement à la dose moyenne provenant d'expositions à des sources naturelles au Canada, évaluée à 1 800 µSv (CCSN, 2015b) ou à d'autres sources d'expositions, notamment celles liées aux examens ou traitements médicaux.

En 2017, l'analyse globale des quelques centaines de valeurs issues des prélèvements stipulés aux modalités des deux plans de surveillance de l'environnement aux installations de Gentilly-2 révèle que l'impact des activités d'opération de systèmes et de préparation à la dormance sur l'environnement et sur la population avoisinante est négligeable, voire imperceptible, hors de la zone d'exclusion d'un kilomètre de rayon.

Les conclusions auxquelles en vient Hydro-Québec avaient déjà été corroborées dans un passé récent, et de façon indépendante par la CCSN qui, par l'entremise de son *Programme indépendant de surveillance environnementale* (PISE), avait procédé à l'analyse d'une multitude d'échantillons de matrices environnementales au pourtour du site des installations de Gentilly-2, en 2015 et 2016. À chacune de ces occasions, les conclusions de cet organisme réglementaire étaient que : « ...le public et l'environnement à proximité de Bécancour et de l'installation de Gentilly-2 sont protégés et qu'il n'y a pas d'incidence probable sur la santé. Ces résultats sont compatibles avec les résultats présentés par Hydro-Québec confirmant que le programme de protection de l'environnement du titulaire de permis préserve la santé des personnes et protège l'environnement ». La CCSN avait finalement documenté que la radioactivité mesurée était inférieure à leurs niveaux de référence, et ce, tout en ayant intégré des hypothèses prudentes à la détermination de ces niveaux.



## 12 Références

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (ACNOR). 2010. *Environmental Monitoring Programs at Class Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills*. N288.4-10. 132 p.

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (ACNOR). 2008. *Guidelines for Calculating Derived Release Limits for Radioactive Material in Airborne and Liquid Effluents for Normal Operation of Nuclear Facilities*. N288.1-08. 318 p.

BARBEAU, C. 2009. *Impact des activités de Gentilly-2 sur l'environnement*. Volume 1. Rapport présenté à Hydro-Québec. 112 p.

BEAULIEU, M. 2016. *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. ISBN 978-2-5550-76171-6. 210 p.

BÉLAND, F. 1995. *Iode-131 dans le fleuve St-Laurent : variations spatio-temporelles et contributions des centrales nucléaires*. Thèse de maîtrise. Université Laval, Département de chimie. 90 p.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN). 2016. *Imagerie médicale et radiothérapie*. En ligne : <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/infographics/mir/index.cfm>. Consulté le 22 mars 2017.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN). 2015a. *Catégories et sources de rayonnement*. En ligne : <http://www.cnsccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm>. Consulté en mars 2017.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (CCSN). 2015b. *Doses de rayonnement*. En ligne : <http://www.cnsccsn.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm>. Consulté en mars 2017.

EISENBUD, M. et T. GESELL. 1997. *Environmental Radioactivity from Natural, Industrial, and Military Sources* (4<sup>e</sup> éd). Academic Press. 656 p.

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA). 2017. *MRAD-27 - Final Report. MraD<sup>TM</sup> Proficiency Testing*. Rapport émis le 2017-11-20. 12 p.

GROUPE CSA. 2014. *Guide de calcul des limites opérationnelles dérivées de matières radioactives dans les effluents gazeux et liquides durant l'exploitation normale des installations nucléaires*. N288.1-14. 376 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2018. *G2-RT-2018-16000-003 – Révision 0 - Calcul de la dose de rayonnements au membre représentatif de la population, année 2017*. 69 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2017a. *Plan de surveillance radiologique de l'environnement - Installations de Gentilly-2 en état de stockage sûr – Révision 1*. 23 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2017b. *Plan de surveillance de l'environnement de Gentilly-2 – État de stockage sûr (en piscine) – Révision 3*. 49 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2017c. G2-RT-2015-16000-011 – Révision 3 - Limites opérationnelles dévirées conformes à la norme ACNOR N288.1-14. 84 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2016. Programme de surveillance de l'environnement de Gentilly-2 – État de stockage sûr (en piscine) – Révision 2. 44 p.

HYDRO-QUÉBEC. 2015. Plan de surveillance radiologique de l'environnement – Centrale nucléaire de Gentilly-2 en état de stockage sûr – Révision 0. 26 p.

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

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (IRSN). 2018. Fiches radionucléides. En ligne : [http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/fiches-radionucleides/environnement/Documents/VF-Carbone%20C14%20-v2010\\_final.pdf](http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/fiches-radionucleides/environnement/Documents/VF-Carbone%20C14%20-v2010_final.pdf). Consulté le 14 mars 2018.

INTERNATIONAL SAFETY RESEARCH (ISR). 2018. Évaluation de la qualité et de l'intégration des données météorologiques de Bécancour sur l'estimation de doses à la population autour des installations nucléaires de Gentilly. Rapport ISR 8035-01 - Révision 3.0. 51 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2011. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : cahier 3 – Échantillonnage des eaux souterraines. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 60 p.

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRP). 1985. Carbon-14 in the Environment. NCRP Report N° 81.

SHEPPARD, S.C., M.I. SHEPPARD et B. SANIPELLI. 2011. Review of Environmental Radioactivity in Canada. NWMO TR-2011. ECOMatters Inc. 105 p.

# A Cartes et schéma

- Carte A-1 : Zone d'exclusion – Points de mesures et d'échantillonnage dans un rayon de 1 km
- Carte A-2 : Schéma du drainage pluvial et de surface au site des installations de Gentilly-2
- Carte A-3 : Points d'échantillonnage du suivi des eaux souterraines, de l'IGDRS et de l'ASDR
- Carte A-4 : Stations d'échantillonnage régionales et station de référence
- Carte A-5 : Points de mesure et d'échantillonnage autour de l'ASDR
- Carte A-6 : Points de mesure et d'échantillonnage à l'IGDRS et à l'ASSCI
- Carte A-7 : Points d'échantillonnage aquatique
- Figure A-1 : Schéma type d'un aménagement piézométrique





--- Zone d'exclusion (1 km)

**Points de mesures et d'échantillonnage**

- Piézomètre des eaux souterraines
- Piézomètre dédié aux eaux d'infiltration
- Point de collecte des eaux de surface
- Station de contrôle radiologique (précipitations)
- Station de contrôle radiologique (tamis, aérosols, DTL)
- Station de contrôle radiologique antérieure (tamis, aérosols, DTL)
- ⊕ Tour météo Gentilly

**Infrastructures**

- +— Voie ferrée
- x— Clôture

Résultats de la surveillance de  
l'environnement des installations de Gentilly 2  
Rapport annuel 2017

**Zone d'exclusion –  
Points de mesures et d'échantillonnage  
dans un rayon de 1 km**

Sources :  
Orthophoto, résolution 20 cm, © Agence de géomatique du Centre-du-Québec, 2015  
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007  
Points et stations : Environnement, Production Gentilly-2, 2016

Cartographie : WSP  
Fichier : 6198\_suca\_1\_get\_161\_180419.mxd

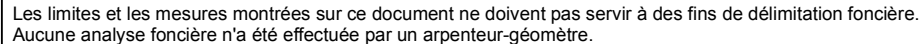
0 60 120 m  
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Avril 2018

Carte A-1



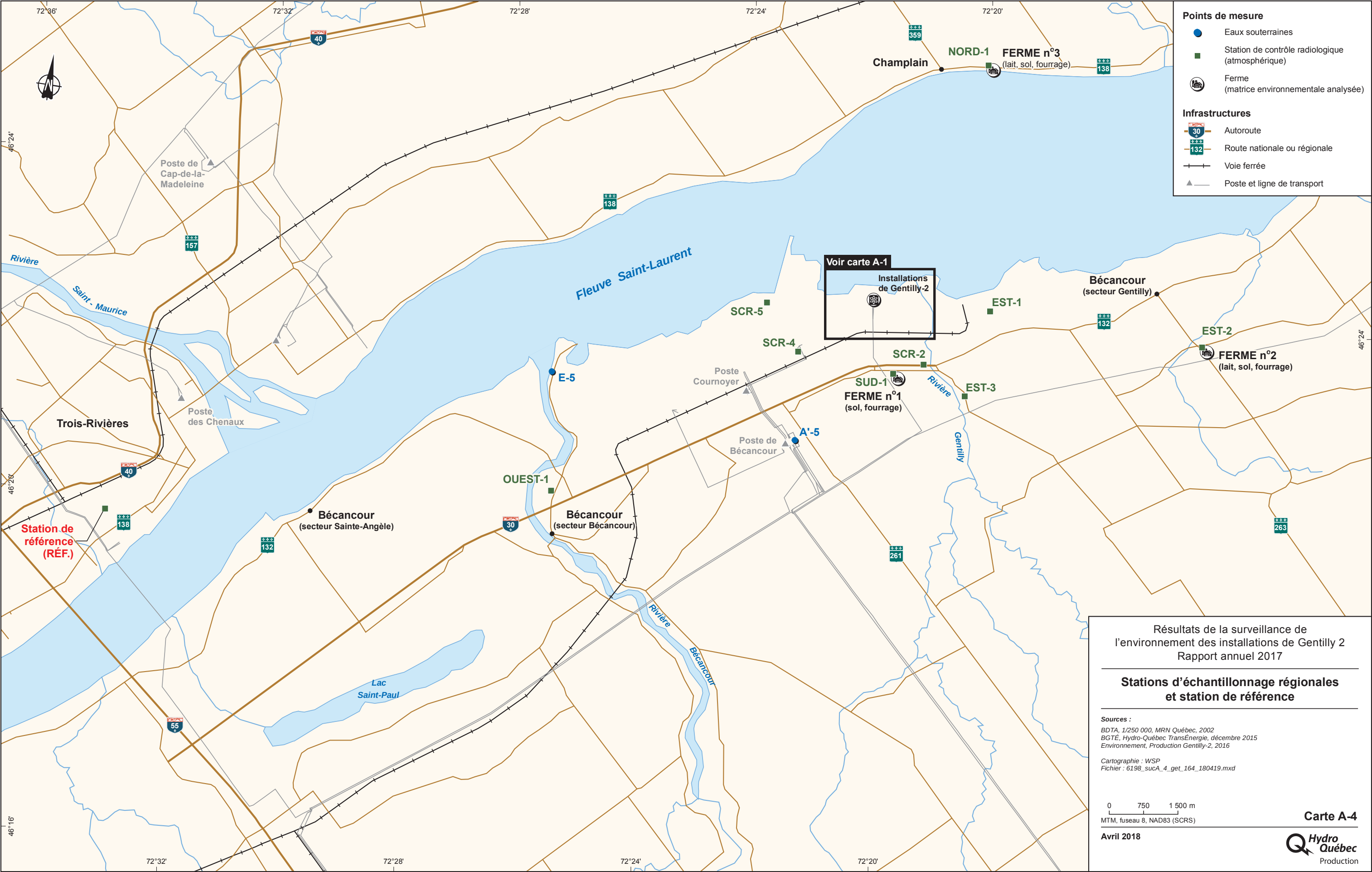




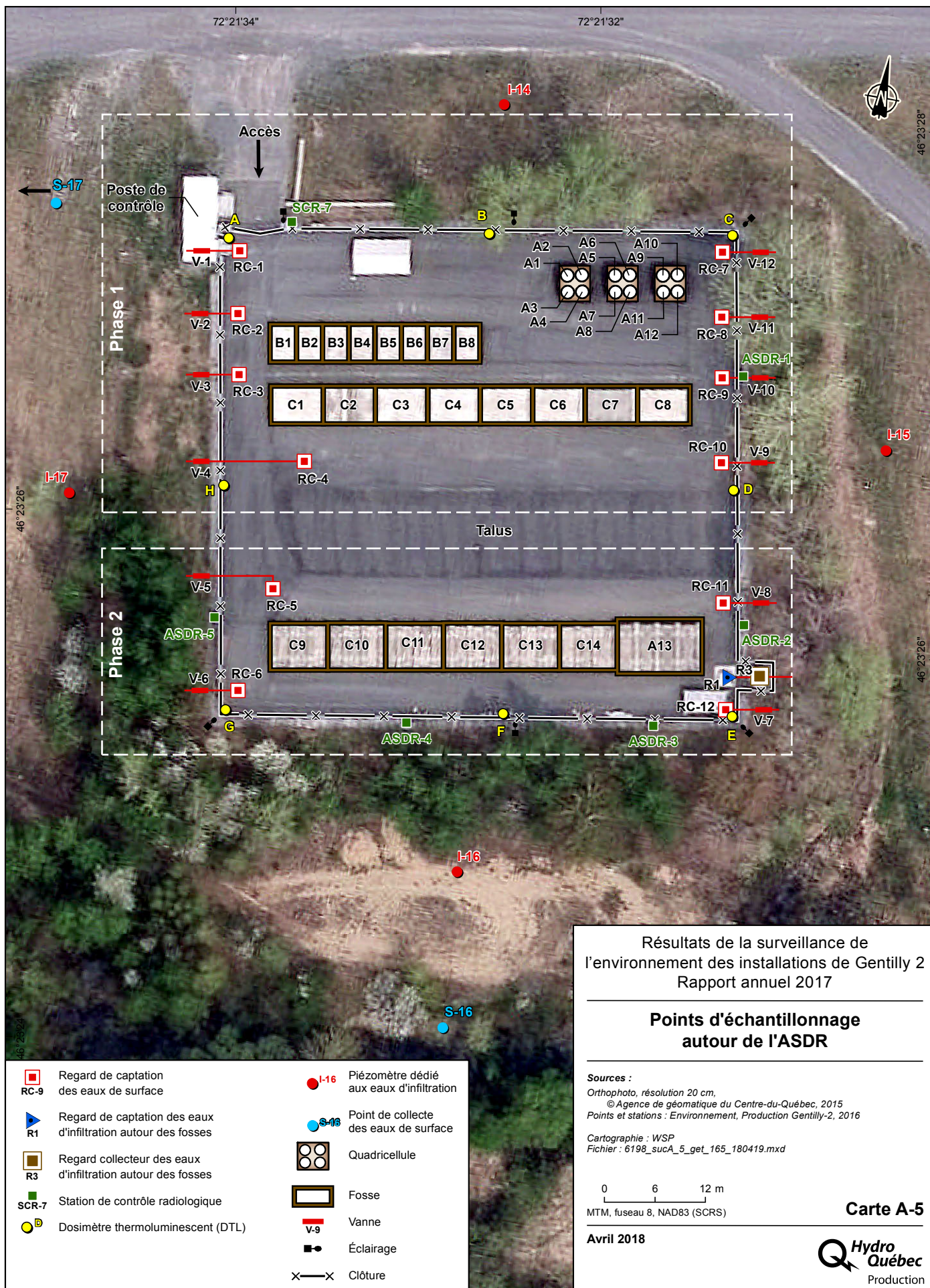
















Enceintes de déchets de faible et de moyenne activités (EDFMA)

Silos à déchets de rebutage

Enceintes de stockage des résines usées (ESRU)

Enceintes de stockage des filtres usagés (ESFU)

Modules CANSTOR

Points de mesure

Piézomètre des eaux souterraines

Piézomètre dédié aux eaux d'infiltration

Point de collecte des eaux de surface

Station de contrôle radiologique (précipitations)

Station de contrôle radiologique (tamis, <sup>3</sup>H, aérosols, <sup>14</sup>C)

Station de contrôle radiologique antérieure (tamis, <sup>3</sup>H, aérosols, <sup>14</sup>C)

Dosimètre thermoluminescent

DTL ASSCI

DTL IGDRS

DTL PÉR

Infrastructure

Clôture

Résultats de la surveillance de  
l'environnement des installations de Gentilly 2  
Rapport annuel 2017

Points de mesure et d'échantillonnage  
à l'IGDRS et à l'ASSCI

Sources :  
Orthophoto, résolution 20 cm, © Agence de géomatique du Centre-du-Québec, 2015  
Points et stations : Environnement, Production Gentilly-2, 2017  
Plan des installations : 6198\_C08-ULTIME-2008\_transfert.dwg,  
Environnement, Production Gentilly-2, 2014

Cartographie : WSP  
Fichier : 6198\_suca\_6\_get\_166\_180419.mxd

0 17,5 35 m

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Avril 2018

Carte A-6

Hydro Québec

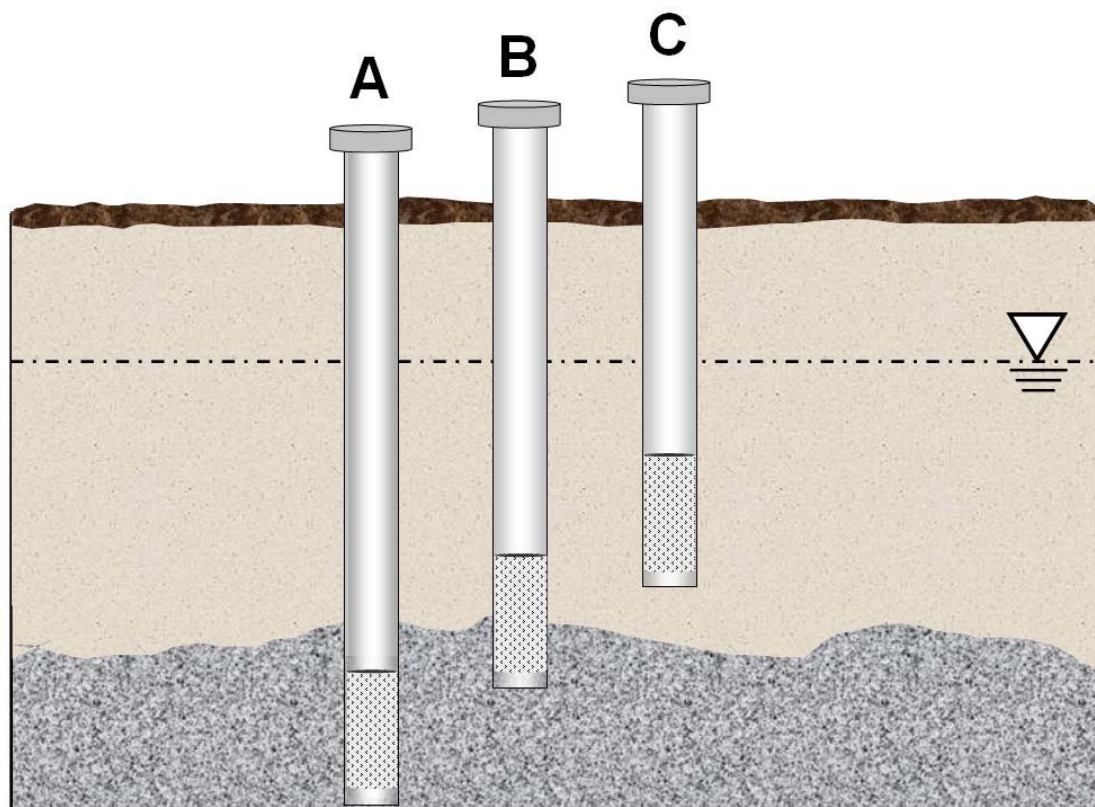
Production







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





## B PSE, PSRE et modalités d'échantillonnage et d'analyses

- B-1 Plan de surveillance de l'environnement (PSE) de Gentilly-2
- B-2 Plan de surveillance radiologique de l'environnement (PSRE) de Gentilly-2
- B-3 Modalités d'échantillonnage et d'analyses



**Tableau B-1A : Plan de surveillance de l'environnement de l'année 2017 - Points de rejet**

| Point de rejet                                                                                          | Source                                                                                                                                                                           | Paramètre                                       | Mesure/Fréquence                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EFFLUENT FINAL</b><br>Rejet continu en bordure du fleuve Saint-Laurent via un canal de rejet         | <b>Lieu de prélèvement :</b><br>Effluent EBR                                                                                                                                     | Débit (Q) <sup>1</sup>                          | Estimée                                                                                           |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | pH                                              | 1 jour/trimestre (jusqu'à l'atteinte de l'ÉSS)                                                    |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | MES                                             | Composée sur 24 h (fréquence 10 min)<br>(1/3 mois)                                                |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Métaux extractibles totaux (Al, Cr, Cu, Pb, Zn) |                                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Toxicité aigüe <sup>2</sup>                     | Instantanée (1/année)                                                                             |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Toxicité chronique <sup>2</sup>                 |                                                                                                   |
| <b>EFFLUENT PROCÉDÉ</b><br>Rejet intermittent dans l'effluent EBR via un canal de rejet                 | <b>Rejet des effluents de récupération des eaux radioactives (79210) incluant le CRMC (78181)</b><br><b>Lieu de prélèvement :</b><br>Contenu d'un réservoir 7921 après agitation | C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>                | Instantanée après agitation (1/mois)                                                              |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Métaux extractibles totaux (Al, Cr, Cu, Pb, Zn) | Instantanée (1/mois)                                                                              |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | pH                                              | Instantanée 1 fois dans le réservoir (7921)                                                       |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Toxicité aigüe                                  | Instantanée (1/année)                                                                             |
| <b>AFFLUENT FINAL</b><br><b>TRAITEMENT DES EAUX SANITAIRES</b><br>Étang aéré (71730)                    | <b>Eaux domestiques</b><br><b>Lieu de prélèvement :</b><br>Étang aéré                                                                                                            | Débit (Q) <sup>1</sup>                          | Journalière                                                                                       |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Coliformes fécaux                               | Six (6) échantillons par année<br>3 jours consécutifs<br>en janvier ou février et juillet ou août |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | DBO <sub>5</sub>                                |                                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | DCO                                             |                                                                                                   |
| <b>EFFLUENT FINAL</b><br><b>TRAITEMENT DES EAUX SANITAIRES</b><br>Rejet au fleuve Saint-Laurent (71730) | <b>Eaux domestiques</b><br><b>Lieu de prélèvement :</b><br>Étang aéré                                                                                                            | DBO <sub>5</sub>                                | Composé sur 24 h<br>(fréquence 10 minutes)<br>(1/mois)                                            |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Phosphore total <sup>3</sup>                    |                                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Coliformes fécaux <sup>4</sup>                  |                                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | H & G totales                                   |                                                                                                   |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Oxygène dissous (O <sub>2</sub> ) <sup>5</sup>  | Instantanée (1/mois)                                                                              |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Lentilles                                       | Annuelle (automne)                                                                                |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | Boue                                            |                                                                                                   |

<sup>1</sup> Le débit peut être rapporté en utilisant un débitmètre ou estimé à partir de la quantité d'eau pompée de laquelle est soustraite l'eau retournée en aval sans traitement.

<sup>2</sup> La présence, à l'effluent final, de toxicité aigüe (> 1 UTa) et/ou de toxicité chronique (>1 UTc) requiert une augmentation de la fréquence de suivi afin de confirmer le dépassement. Le dépassement doit conduire à une procédure de recherche des sources de toxicité à l'intérieur de l'usine.

<sup>3</sup> Les analyses seront effectuées pour les mois de mai à octobre inclusivement.

<sup>4</sup> Pour la valorisation agricole, les critères de référence et les normes réglementaires sont énoncés dans le guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes.

<sup>5</sup> Le suivi de l'oxygène dissous est réalisé à tous les mois en période estivale lorsque deux (2) aérateurs au lieu de quatre (4) sont en fonction. Si le niveau d'oxygène dissous devenait inférieur à 2 ppm, les aérateurs devront être remis en fonction.

Tableau B-1A : Plan de surveillance de l'environnement de l'année 2017 – Points de rejet (suite)

| Point de rejet                                                                                         | Source                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Paramètre                                                                                              | Mesure/Fréquence                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>SÉPARATEUR EAU-HUILE</b><br>Sous-station électrique (MCH-1)                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>Transformateur principal</li><li>Transformateurs auxiliaires</li></ul> La responsabilité du suivi et de l'entretien du séparateur eau-huile est partagée avec une autre division d'Hydro-Québec (TransÉnergie).                                                                                     | Hydrocarbures                                                                                          | Annuelle (épaisseur d'huile)                             |
| <b>EFFLUENT FINAL PLUVIAL</b><br><b>MCH-1</b><br>(15200)<br>Canal de rejet<br>(débit moyen : 74 m³/j)  | <ul style="list-style-type: none"><li>Séparateur eau-huile</li><li>Drainage souterrain – Bâtiments ESR et RUC</li><li>Drainage de toit - Bâtiment turbine (sauf partie nord-ouest)</li><li>Drainage extérieur sud-ouest</li><li>Puisard Bâtiment SF6</li><li>Puisard Bâtiment RUC</li></ul> <b>Lieu de prélèvement :</b><br>Puisard MCH-1 | C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>                                                                       | Instantanée<br>(2/année)<br>Fonte de la neige et automne |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | MES                                                                                                    |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Cr                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pb                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fe                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Chlorures                                                                                              |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>EFFLUENT FINAL PLUVIAL</b><br><b>MCH-2</b><br>(15200)<br>Canal d'aménée<br>(débit moyen : 644 m³/j) |                                                          |
| MES                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                          |
| Cr                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                          |
| Pb                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                          |
| Fe                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                          |
| Chlorures                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                          |
| <b>EFFLUENT FINAL PLUVIAL</b><br><b>MCH-3</b><br>(15200)<br>Canal de rejet<br>(débit moyen : 349 m³/j) | <ul style="list-style-type: none"><li>Drainage extérieur zone sud</li><li>Drainage non radioactif</li></ul> <b>Lieu de prélèvement :</b><br>Puisard MCH-3                                                                                                                                                                                 | C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>                                                                       |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | MES                                                                                                    |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Cr                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pb                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fe                                                                                                     |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Chlorures                                                                                              |                                                          |
| <b>EFFLUENT FINAL PLUVIAL</b><br><b>(IGDRS)</b>                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>Échantillonnage automatisé</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                | pH                                                                                                     | Mensuel                                                  |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Conductivité                                                                                           |                                                          |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | COT-CIT                                                                                                |                                                          |
| <b>VANNE DE RÉGULATION</b><br>1520-V1                                                                  | Si la vanne est utilisée, un échantillonnage pour mesurer la conductivité sera réalisé et un registre sera tenu.                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                        |                                                          |

**Tableau B-1B : Plan de surveillance de l'environnement de l'année 2017 – Eaux usées et eau potable**

| Rejet                                         | Description de l'équipement de mesure                                            | Vérification                                                                                                    |                               |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                               |                                                                                  | Type                                                                                                            | Fréquence                     |
| Effluent final EBR                            | Mesure du débit                                                                  | Le débit est estimé à partir du nombre de pompes en service. Un relevé est effectué quotidiennement.            | 1/jour                        |
| Affluent final traitement des eaux sanitaires | Mesure du débit<br>Enregistreur d'événements                                     | Le débit est estimé à partir du débit des pompes qui est fixe, d'un enregistreur d'événements et d'un logiciel. | 1/jour                        |
| Effluent final traitement des eaux sanitaires | Équipement installé par une firme externe lors de la campagne de caractérisation | n/a                                                                                                             | n/a                           |
| Distribution eau potable – Ville de Bécancour | Compteur d'eau<br>Diamètre de la tuyauterie : 8 po                               | Le compteur d'eau appartient à la municipalité de Bécancour.                                                    | 4/année (lecture du compteur) |

**Tableau B-1C : Plan de surveillance de l'environnement de l'année 2017 – Eaux souterraines**

| Lieu de prélèvement | Description                                              | Paramètre <sup>1</sup>                                                                                                                                               | Fréquence                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| P5                  | Piézomètres au nord de l'IGDRS près du fleuve            | Conductivité <sup>2</sup><br>C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub><br>Métaux : Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Fe<br>Anions : chlorure, sulfate<br>pH<br>Niveau d'eau (piézométrique) | 2/année (instantanée) (printemps et automne) |
| P7                  | Piézomètres situés à proximité du fossé ouest de l'IGDRS |                                                                                                                                                                      |                                              |
| P22                 | Piézomètres au sud de l'ASDR                             |                                                                                                                                                                      |                                              |
| P31                 | Piézomètres à l'ouest de l'ASDR                          |                                                                                                                                                                      |                                              |
| P36                 | Piézomètres au nord de l'ASDR                            |                                                                                                                                                                      |                                              |
| PX<br>PY            | Piézomètres en périphérie de l'IGDRS                     |                                                                                                                                                                      |                                              |

<sup>1</sup> Le niveau piézométrique, la conductivité et le pH sont mesurés sur place (Voir : Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 – Échantillonnage des eaux souterraines).

<sup>2</sup> Sur une augmentation soudaine de la conductivité, une analyse approfondie des métaux (majeurs) et des anions sera réalisée. Les paramètres seront alors déterminés avec les représentants du MDDELCC.

**Tableau B-2 : Plan de surveillance radiologique de l'environnement de l'année 2017**

| Item | Volet                                                                 | Total | Matrice              | Fréquence        | Paramètre mesuré et nombre total d'échantillons prévus pour l'année |     |      |         |           |         |
|------|-----------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|-----------|---------|
|      |                                                                       |       |                      |                  | DTL                                                                 | H-3 | C-14 | β total | Spectro γ | α total |
| 1    | Limites administratives : zone d'exclusion                            | 112   | Précipitations       | Mensuelle        | -                                                                   | -   | -    | 36      | -         | 36      |
|      |                                                                       |       | Ambiance gamma       | Trimestrielle    | 40                                                                  | -   | -    | -       | -         | -       |
| 2    | Ambiance gamma : zone éloignée, zone d'exclusion, ASDR, IGDRS, ASSCI  | 224   | Ambiance gamma       | Trimestrielle    | 188                                                                 | -   | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                       |       |                      | Semestrielle     | 36                                                                  | -   | -    | -       | -         | -       |
| 3    | Atmosphérique : zone éloignée, zone d'exclusion, ASDR, IGDRS          | 624   | Tamis moléculaires   | Mensuelle        | -                                                                   | 288 | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                       |       | Solution KOH         | Mensuelle        | -                                                                   | -   | 168  | -       | -         | -       |
|      |                                                                       |       | Filtres d'aérosols   | Mensuelle        | -                                                                   | -   | -    | 168     | -         | -       |
| 4    | Biotique et édaphique : fleuve Saint-Laurent, anse à Lemarier, fermes | 59    | Poissons             | Mensuelle        | -                                                                   | 6   | 6    | -       | 6         | -       |
|      |                                                                       |       | Plantes aquatiques   | Annuelle         | -                                                                   | -   | 1    | -       | 1         | -       |
|      |                                                                       |       | Plantes fourragères  | Annuelle         | -                                                                   | 3   | 3    | -       | 3         | -       |
|      |                                                                       |       | Sédiments dynamiques | Quadrimestrielle | -                                                                   | -   | 6    | -       | 6         | -       |
|      |                                                                       |       | Mollusques           | Annuelle         | -                                                                   | -   | 2    | -       | 2         | -       |
|      |                                                                       |       | Sols arables         | Annuelle         | -                                                                   | -   | -    | -       | 3         | -       |
|      |                                                                       |       | Sols/dépôts          | Annuelle         | -                                                                   | -   | -    | -       | 2         | -       |
| 5    | Produit de consommation : municipalité, fermes, producteurs locaux    | 66    | Eau potable          | Trimestrielle    | -                                                                   | 16  | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                       |       | Lait frais           | Mensuelle        | -                                                                   | 24  | -    | -       | 12        | -       |
|      |                                                                       |       | Eau d'érable         | Annuelle         | -                                                                   | 1   | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                       |       | Sirop d'érable       | Annuelle         | -                                                                   | -   | -    | -       | 1         | -       |
|      |                                                                       |       | Fruits et légumes    | Annuelle         | -                                                                   | 4   | 4    | -       | 4         | -       |

**Tableau B-2 : Plan de surveillance radiologique de l'environnement de l'année 2017 (suite)**

| Item | Volet                                                                              | Total | Matrice                              | Fréquence                   | Paramètre mesuré et nombre total d'échantillons prévus pour l'année |     |      |         |           |         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|-----------|---------|
|      |                                                                                    |       |                                      |                             | DTL                                                                 | H-3 | C-14 | β total | Spectro γ | α total |
| 6    | Eaux souterraines : zone éloignée, ASDR, IGDRS, ASSCI                              | 324   | Horizon A                            | Semestrielle                | -                                                                   | 36  | -    | 8       | a         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon B                            | Trimestrielle               | -                                                                   | 44  | -    | 8       | a         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon C                            | Mensuelle                   | -                                                                   | 192 | -    | 36      | a         | -       |
| 7    | Eau de surface : ASDR, IGDRS, ASSCI                                                | 120   | Eau surface                          | Mensuelle                   | -                                                                   | 60  | -    | 60      | a         | -       |
| 8    | Autres eaux : zone d'exclusion, fleuve Saint-Laurent, drainage pluvial, étang aéré | 54    | Fleuve Saint-Laurent (points B et C) | Quadrimestrielle            | -                                                                   | 6   | 6    | -       | 6         | -       |
|      |                                                                                    |       | Drainage pluvial (MCH-1 à 3)         | Quadrimestrielle            | -                                                                   | 9   | 9    | -       | 9         | -       |
|      |                                                                                    |       | Étang aéré                           | Quadrimestrielle            | -                                                                   | 3   | 3    | -       | 3         | -       |
| 9    | Nappe captive : ASDR 4 piézomètres                                                 | 24    | Horizon A                            | Semestrielle à tous les ans | -                                                                   | 8   | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon B                            | Semestrielle à tous les ans | -                                                                   | 8   | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon C                            | Semestrielle à tous les ans | -                                                                   | 8   | -    | -       | -         | -       |
|      | Nappe captive : ASDR 10 piézomètres                                                | 60    | Horizon A                            | Semestrielle aux trois ans  | -                                                                   | 20  | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon B                            | Semestrielle aux trois ans  | -                                                                   | 20  | -    | -       | -         | -       |
|      |                                                                                    |       | Horizon C                            | Semestrielle aux trois ans  | -                                                                   | 20  | -    | -       | -         | -       |

**Tableau B-2 : Plan de surveillance radiologique de l'environnement de l'année 2017 (suite)**

| Item                                                                                                              | Volet                                                   | Total | Matrice                | Fréquence     | Paramètre mesuré et nombre total d'échantillons prévus pour l'année |     |      |         |              |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|--------------|---------|
|                                                                                                                   |                                                         |       |                        |               | DTL                                                                 | H-3 | C-14 | β total | Spectro γ    | α total |
| 10                                                                                                                | Précipitations : zone d'exclusion, zone éloignée, IGDRS | 264   | Précipitations         | Mensuelle     | -                                                                   | 132 | -    | 132     | <sup>a</sup> | -       |
| 11                                                                                                                | Suivis internes : zone d'exclusion, zone éloignée, ASDR | 132   | Eau souterraine ASDR   | Semestrielle  | -                                                                   | 12  | -    |         | -            | -       |
|                                                                                                                   |                                                         |       | Eau souterraine zone 2 | Trimestrielle | -                                                                   | 24  | -    | 24      | <sup>a</sup> | -       |
|                                                                                                                   |                                                         |       | Regards ASDR           | Mensuelle     | -                                                                   | 24  | -    | -       | -            | -       |
|                                                                                                                   |                                                         |       | Précipitations : dose  | Mensuelle     | -                                                                   | 24  | -    | 24      | <sup>a</sup> | -       |
| 12                                                                                                                | Seuil d'intervention : ASDR                             | 8     | Eau souterraine ASDR   | Semestrielle  | -                                                                   | 8   | -    | -       | -            | -       |
| a Au besoin sur déclencheur. Le déclencheur réfère à une valeur de β total spécifique à chaque matrice d'analyse. |                                                         |       |                        |               |                                                                     |     |      |         |              |         |

**Tableau B-3A : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : surveillance atmosphérique**

| Caractéristiques de la méthode                                                       | Échantillonnage et analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Ambiance gamma</i>                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dosimètres thermoluminescents (DTL)                                                  | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Débitmètre d'ambiance gamma                                                          | Appareil servant à mesurer un débit de rayonnement en un point donné. Résultat immédiat obtenu par une lecture directe de l'appareil.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Tritium atmosphérique</i>                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tamis moléculaire                                                                    | L'air est aspiré à l'aide d'une pompe dans une cellule contenant du tamis moléculaire. Le débit est contrôlé et modifié selon les saisons pour tenir compte de la variation d'humidité de l'air. Lors de l'échantillonnage, l'humidité de l'air est adsorbée sur le tamis moléculaire. Un intégrateur de volume permet de connaître le volume total d'air aspiré qui est utilisé pour les calculs d'activité volumique. L'échantillonnage est réalisé en continu sur une période d'un mois. La cellule est chauffée en laboratoire pour récupérer l'eau. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide. |
| <i>Carbone-14 atmosphérique</i>                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Méthode passive                                                                      | Un bac de polyéthylène contenant de l'hydroxyde de potassium en solution est placé dans une station de contrôle. La solution basique permet de capter le CO <sub>2</sub> atmosphérique. Le bac est changé après un mois. 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. L'échantillon est analysé par scintillation liquide.                                                                                                                                                   |
| <i>Aérosols</i>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| L'analyse gamma est effectuée si l'activité $\beta$ totale dépasse un certain seuil. | Les aérosols sont aspirés à l'aide d'une pompe et recueillis sur un filtre en fibre de verre. L'échantillonnage est fait en continu pendant un mois. Le débit d'échantillonnage est contrôlé. Le filtre est analysé à l'aide d'un compteur alpha bêta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Tableau B-3B : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : surveillance de la qualité de l'eau**

| Caractéristiques de la méthode                                                                                                                               | Échantillonnage et analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Précipitations</i>                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Trois paramètres sont analysés dans les précipitations : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritium</li> <li>• Bêta totale</li> <li>• Gamma</li> </ul> | Les précipitations sont recueillies à l'aide d'un montage d'une surface de 0,15 m <sup>2</sup> . L'eau ou la neige recueillie est analysée par scintillation liquide. Toute l'eau (ou la neige) recueillie est évaporée sur une planchette pour être comptée à l'aide d'un compteur alpha bêta. La planchette est ensuite comptée par spectrométrie gamma sur GeHP (station de référence seulement).                                                                                                                                                                                             |
| <i>Eau potable</i>                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tritium                                                                                                                                                      | L'eau potable est prélevée directement des robinets des résidences privées. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Eau de surface, d'infiltration et de la nappe phréatique</i>                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Trois paramètres sont analysés dans les précipitations : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritium</li> <li>• Bêta totale</li> <li>• Gamma</li> </ul> | 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. De l'eau de surface est également prélevée à d'autres points de récolte, notamment dans le fleuve Saint-Laurent. L'eau recueillie est analysée par scintillation liquide. Un échantillon composite est évaporé sur une planchette et est analysé à l'aide d'un compteur alpha-bêta. La planchette est analysée par spectrométrie gamma sur GeHP si l'activité bêta totale dépasse un certain seuil. |

**Tableau B-3C : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : surveillance de la qualité des sols et des sédiments**

| Caractéristiques de la méthode                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Échantillonnage et analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sol arable</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Deux fois par année (généralement au printemps et à l'automne), des échantillons de sols sont prélevés dans les fermes qui font la culture de plantes fourragères. Deux paramètres sont analysés : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritium non lié (<sup>3</sup>H dans l'humidité du sol)</li> <li>• Gamma</li> </ul> | Pour chaque séance d'échantillonnage, une dizaine de prélèvements de surface sont effectués. Ces prélèvements sont espacés de 4 à 5 m et la surface totale échantillonnée est d'environ 100 m <sup>2</sup> . L'échantillon doit avoir un poids total d'environ 2 kg. Une extraction d'eau par lyophilisation est réalisée sur une fraction du sol frais. L'eau ainsi recueillie est analysée par scintillation liquide. Une fraction de l'échantillon de sol est séchée, puis placée dans un marinelli et analysée par spectrométrie gamma sur GeHP. |
| <i>Sédiments dynamiques</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Les sédiments dynamiques sont les particules en suspension présentes dans l'eau du fleuve.                                                                                                                                                                                                                                     | Les particules en suspension dans l'eau sont recueillies dans des bacs à sédimentation de 0,2 m <sup>2</sup> spécialement conçus à cet effet. Les sédiments sont accumulés pendant 4 à 6 semaines, trois fois par année. Les sédiments sont séchés et broyés. L'échantillon est mis dans un marinelli et analysé par spectrométrie gamma sur GeHP.                                                                                                                                                                                                   |

**Tableau B-3D : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : surveillance de la faune et de la flore**

| Caractéristiques de la méthode                                                                                                                                                                                                                                    | Échantillonnage et analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Poissons et mollusques</i>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Les poissons et les mollusques sont pêchés à l'anse à Lemarier à environ 2 km en aval de l'installation nucléaire de Gentilly-2. 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. Une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée. 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.</p> |
| <i>Plantes fourragères</i>                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Les fermes échantillonnées sont celles qui participent au PSRE. 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. Une fraction de l'échantillon frais est utilisée pour faire une extraction d'eau par lyophilisation. L'eau est ensuite analysée par scintillation liquide. Une fraction de l'échantillon est séchée et broyée, puis placée dans un marinelli. Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP.</p>                                                                                                                                        |
| <i>Plantes aquatiques</i>                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Les plantes aquatiques sont prélevées à l'anse à Lemarier en aval de l'installation nucléaire de Gentilly-2. 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. Une spectrométrie gamma est réalisée sur GeHP. 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.</p>                                                                                                                                      |

**Tableau B-3E : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : surveillance de la chaîne alimentaire**

| Caractéristiques de la méthode                                                                                                                                                                      | Échantillonnage et analyse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Légumes</i>                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Trois paramètres sont analysés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritium non lié (<sup>3</sup>H dans l'eau des légumes)</li> <li>• Gamma</li> <li>• Carbone-14 organique</li> </ul> | <p>Les légumes ont été achetés chez des producteurs locaux. L'eau des légumes est extraite par lyophilisation, puis analysée par scintillation liquide. Les légumes sont séchés et broyés, puis une spectrométrie gamma sur GeHP est réalisée. Une combustion de l'échantillon préalablement séché est réalisée dans une bombe à oxygène. Le CO<sub>2</sub> formé lors de cette combustion est recueilli dans un cocktail scintillant. L'échantillon est ensuite analysé par scintillation liquide.</p> |
| <i>Produits de l'érable</i>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Les produits sont achetés à un producteur local.</p>                                                                                                                                             | <p>Une spectrométrie gamma sur GeHP et une analyse par scintillation liquide sont réalisées.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Lait</i>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Deux paramètres sont analysés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tritium</li> <li>• Gamma</li> </ul>                                                                                 | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Tableau B-3F : Modalités d'échantillonnage et d'analyses : limites de détection des méthodes d'analyse**

| Méthode d'échantillonnage et d'analyse                                          | Limite de détection (LD)                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Tritium</i>                                                                  |                                                   |
| Tamis moléculaire – scintillation liquide                                       | 0,100 Bq m <sup>-3</sup>                          |
| Scintillation liquide                                                           | 6 Bq L <sup>-1</sup>                              |
| <i>Carbone-14</i>                                                               |                                                   |
| Échantillonnage passif – scintillation liquide                                  | < 0,9 Bq g-C <sup>-1</sup>                        |
| Bombe à oxygène – scintillation liquide                                         | < 0,9 Bq g-C <sup>-1</sup>                        |
| <i>Bêta totale</i>                                                              |                                                   |
| 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>                           |
| <i>Gamma</i> <sup>1</sup>                                                       |                                                   |
| Cartouches de charbon activé                                                    | 2,4 x 10 <sup>-2</sup> Bq cartouche <sup>-1</sup> |
| 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>                           |
| 1 Valeurs moyennes pour le Cs-137 (sauf pour les cartouches de charbon activé). |                                                   |

## C Aspect statistique des résultats

- Limite de détection



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

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

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

où BF est la valeur du bruit de fond

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

$$X = N \pm kSn$$

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

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

$$X < N$$

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



# D Programme d'intercomparaison

- Résultats du programme d'assurance qualité pour 2017  
(filtres d'air, échantillons de sol, de végétaux et aqueux)



**Tableau D-1A : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2017 : intercomparaison ERA, filtres d'air (MRAD-27)**

| Analyses                                                                  | Activité par filtre (pCi filtre <sup>-1</sup> ) |        |                   |         |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-------------------|---------|
|                                                                           | G-2                                             | ERA    | Limites acceptées | G-2/ERA |
| $\alpha$ total                                                            | 45                                              | 50,1   | 16,8 – 77,8       | 0,90    |
| $\beta$ total                                                             | 71                                              | 61,8   | 39,1 – 90,1       | 1,15    |
| <sup>241</sup> Am                                                         | 18                                              | 14,9   | 9,18 – 20,2       | 1,21    |
| <sup>134</sup> Cs                                                         | 1 157                                           | 1 440  | 916 – 1 790       | 0,80    |
| <sup>137</sup> Cs                                                         | 1 076                                           | 954    | 717 – 1 250       | 1,13    |
| <sup>60</sup> Co                                                          | 311                                             | 271    | 210 – 339         | 1,15    |
| <sup>54</sup> Mn                                                          | < 4,30                                          | < 50,0 | 0,00 – 50,0       | s. o.   |
| <sup>238</sup> U                                                          | 43                                              | 41,2   | 26,6 – 57,0       | 1,04    |
| <sup>65</sup> Zn                                                          | <b>173</b>                                      | 123    | 88,1 – 170        | 1,41    |
| s. o. : Sans objet.                                                       |                                                 |        |                   |         |
| <b>En gras :</b> Valeur non comprise à l'intérieur des limites acceptées. |                                                 |        |                   |         |

**Tableau D-1B : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2017 : intercomparaison ERA, échantillons de sol (MRAD-27)**

| Analyses            | Activité (pCi kg <sup>-1</sup> ) |         |                   |         |
|---------------------|----------------------------------|---------|-------------------|---------|
|                     | G-2                              | ERA     | Limites acceptées | G-2/ERA |
| <sup>228</sup> Ac   | 1 281                            | 1 240   | 795 – 1 720       | 1,03    |
| <sup>241</sup> Am   | 1 159                            | 1 140   | 667 – 1 480       | 1,02    |
| <sup>212</sup> Bi   | 1 557                            | 1 240   | 330 – 1 820       | 1,26    |
| <sup>214</sup> Bi   | 1 549                            | 1 890   | 1 140 – 2 720     | 0,82    |
| <sup>134</sup> Cs   | 6 081                            | 6 320   | 4 130 – 7 590     | 0,96    |
| <sup>137</sup> Cs   | 4 541                            | 3 830   | 2 930 – 4 930     | 1,19    |
| <sup>60</sup> Co    | 4 919                            | 4 130   | 2 790 – 5 690     | 1,19    |
| <sup>212</sup> Pb   | 1 362                            | 1 240   | 812 – 1 730       | 1,10    |
| <sup>214</sup> Pb   | 1 586                            | 1 980   | 1 160 – 2 950     | 0,80    |
| <sup>54</sup> Mn    | < 29                             | < 1 000 | 0,00 – 1 000      | s. o.   |
| <sup>40</sup> K     | 12 378                           | 10 600  | 7 740 – 14 200    | 1,17    |
| <sup>238</sup> U    | 3 703                            | 3 690   | 2 280 – 4 680     | 1,00    |
| <sup>65</sup> Zn    | 8 784                            | 6 660   | 5 300 – 8 850     | 1,32    |
| s. o. : Sans objet. |                                  |         |                   |         |

**Tableau D-1C : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2017 : intercomparaison ERA, échantillons de végétaux (MRAD-27)**

| Analyses            | Activité (pCi kg <sup>-1</sup> ) |        |                   |         |
|---------------------|----------------------------------|--------|-------------------|---------|
|                     | G-2                              | ERA    | Limites acceptées | G-2/ERA |
| <sup>241</sup> Am   | 765                              | 670    | 410 – 891         | 1,14    |
| <sup>134</sup> Cs   | 1 649                            | 1 670  | 1 070 – 2 170     | 0,99    |
| <sup>137</sup> Cs   | 2 032                            | 1 840  | 1 330 – 2 560     | 1,10    |
| <sup>60</sup> Co    | 2 395                            | 2 180  | 1 500 – 3 050     | 1,10    |
| <sup>54</sup> Mn    | < 70                             | < 300  | 0,00 - 300        | s. o.   |
| <sup>40</sup> K     | 35 135                           | 30 900 | 22 300 – 43 400   | 1,14    |
| <sup>238</sup> U    | 678                              | 987    | 659 – 1 250       | 0,69    |
| <sup>65</sup> Zn    | 1 454                            | 1 400  | 1 010 – 1 970     | 1,04    |
| s. o. : Sans objet. |                                  |        |                   |         |

**Tableau D-1D : Résultats du programme d'assurance qualité pour 2017 : intercomparaison ERA, échantillons aqueux (MRAD-27)**

| Analyses            | Activité (pCi L <sup>-1</sup> ) |        |                   |         |
|---------------------|---------------------------------|--------|-------------------|---------|
|                     | G-2                             | ERA    | Limites acceptées | G-2/ERA |
| α total             | 64                              | 113    | 40,1 – 175        | 0,57    |
| β total             | 100                             | 130    | 74,4 – 193        | 0,77    |
| <sup>241</sup> Am   | 162                             | 158    | 106 – 212         | 1,03    |
| <sup>134</sup> Cs   | 1 303                           | 1 400  | 1 030 – 1 610     | 0,93    |
| <sup>137</sup> Cs   | 392                             | 378    | 321 – 453         | 1,04    |
| <sup>60</sup> Co    | 1 932                           | 1 830  | 1 590 – 2 140     | 1,06    |
| <sup>54</sup> Mn    | < 14                            | < 100  | 0,00 - 100        | s. o.   |
| <sup>238</sup> U    | 128                             | 158    | 120 – 194         | 0,81    |
| <sup>65</sup> Zn    | 2 046                           | 1 750  | 1 460 – 2 210     | 1,17    |
| <sup>3</sup> H      | 21 805                          | 22 500 | 15 100 – 32 100   | 0,97    |
| s. o. : Sans objet. |                                 |        |                   |         |