

Concentrations d'uranium dans des échantillons de sol prélevés près de l'installation de Toronto de GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc.

Principale conclusion : Les concentrations d'uranium ne présentent aucun risque pour la santé.

Octobre 2013

SOMMAIRE

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de protéger la santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement, et de mettre en œuvre les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc. (GEH-C) est autorisée et réglementée par la CCSN. GEH-C possède et exploite une installation nucléaire située au 1025, avenue Lansdowne, à Toronto, en Ontario, depuis 1955. Cette usine produit des pastilles de dioxyde d'uranium (UO₂) destinées aux centrales nucléaires. En octobre 2012, les résidents vivant à proximité de l'usine ont soulevé des préoccupations quant à la concentration d'uranium dans le sol résultant des émissions atmosphériques de l'installation. GEH-C a fourni au public des rapports d'échantillonnage des sols qui montraient que les niveaux d'uranium sont inférieurs aux recommandations applicables pour la qualité des sols, mais les inquiétudes ont continué à croître. Pour répondre à la préoccupation du public, le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) a entrepris un échantillonnage indépendant des sols dans les lieux publics à proximité de l'usine.

L'échantillonnage du sol par le MEO a coïncidé avec l'échantillonnage annuel régulier de GEH-C et chacun a effectué ses propres collectes d'échantillons de sol en juin 2013. La CCSN était présente et elle a demandé qu'on lui fournisse des fractions d'échantillons des deux campagnes d'échantillonnage afin de procéder à sa propre analyse indépendante pour vérifier les résultats.

La conclusion générale de la CCSN, basée sur les données de surveillance du titulaire de permis et l'analyse des échantillons de sol, est que les concentrations d'uranium dans le sol autour de l'usine GEH-C à de Toronto sont bien en deçà des normes admises en matière de protection de la santé humaine et de l'environnement. Les activités nucléaires de l'installation n'ont aucune incidence sur le public vivant près de l'installation ni sur l'environnement, et ils en sont protégés.

Uranium d'origine naturelle et recommandations pour la qualité des sols

L'uranium est un élément radioactif naturel émetteur de particules alpha qui est présent en faibles concentrations dans divers minerais et roches ainsi que dans le sol, l'eau, l'air, les plantes et les tissus animaux. En Ontario, les concentrations d'uranium naturel dans le sol sont généralement inférieures à 2,5 µg/g (microgrammes par gramme).

Pour préserver la santé humaine et protéger l'environnement, des recommandations pour la qualité des sols ont été établies par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). Ces recommandations établissent les concentrations d'uranium dans le sol en deçà desquelles aucun risque n'est prévu pour la santé humaine. Pour les terrains résidentiels et les parcs, la recommandation est de 23 µg/g; pour les terrains à usage commercial, la recommandation est de 33 µg/g. Des résultats supérieurs à ces valeurs indiqueraient qu'il serait nécessaire de faire de nouvelles études pour déterminer la source de l'uranium dans le sol et les risques potentiels pour la santé propres aux sites.

Échantillons de sol de GEH-C – Périmètre de l'installation

GEH-C a prélevé des échantillons à 49 endroits autour du périmètre de l'installation. La CCSN a demandé huit échantillons fractionnés parmi ceux qui ont été recueillis et elle a réalisé une analyse en laboratoire. Selon les résultats de cette analyse, les concentrations d'uranium à cinq sites

d'échantillonnage étaient inférieures aux concentrations d'uranium naturel de 2,5 µg/g en Ontario. Les concentrations aux trois autres sites d'échantillonnage étaient plus élevées (allant de 4,7 à 21,2 µg/g), mais ces données correspondent aux résultats présentés chaque année à la CCSN dans le rapport annuel de conformité de GEH-C. La concentration la plus élevée a été mesurée près des voies ferrées. Cependant, tous les résultats étaient inférieurs à la recommandation de 33 µg/g formulée par le CCME pour la qualité des sols des secteurs commerciaux.

Échantillons de sol du ministère de l'Environnement de l'Ontario – Zones publiques

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) a prélevé des échantillons à 24 endroits dans les zones publiques autour de l'installation de Toronto. La CCSN a analysé ces échantillons en laboratoire, et les résultats ont montré que les concentrations d'uranium à 22 des 24 sites d'échantillonnage étaient inférieures aux concentrations d'uranium naturel de 2,5 µg/g en Ontario. Aux deux autres sites d'échantillonnage, les concentrations d'uranium étaient légèrement plus élevées, allant de 2,53 à 2,93 µg/g. La concentration d'uranium à tous les sites d'échantillonnage était donc inférieure à la recommandation de 23 µg/g formulée par le CCME pour la qualité des sols des terrains résidentiels.

Ce rapport donne également un aperçu des programmes de surveillance continue à l'installation de GEH-C. Tous les rejets dans l'environnement sont bien en deçà des limites réglementaires.

Table des matières

1. Contexte général.....1

2. Contexte détaillé.....1

2.1 Description de GE Hitachi Nuclear Energy Canada..... 1

2.2 Rejets d'uranium..... 1

2.2.1 Émissions atmosphériques..... 1

2.3 Exposition à l'uranium..... 2

2.4 Recommandations pour la qualité des sols concernant l'uranium 3

3. Programme de surveillance environnementale de GEH-C.....3

3.1 Résultats du programme de surveillance de la qualité de l'air..... 3

3.2 Résultats du programme de surveillance de la qualité des sols 4

4. Analyse des échantillons de sol par la CCSN5

4.1 Plan d'échantillonnage..... 5

4.1.1 GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc. 5

4.1.2 Ministère de l'Environnement de l'Ontario..... 5

4.2 Méthodes de préparation et d'analyse des échantillons 6

4.3 Résultats..... 8

4.3.1 Échantillons recueillis par GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc. 8

4.3.2 Échantillons recueillis par le ministère de l'Environnement de l'Ontario..... 8

4.4 Assurance et contrôle de la qualité 9

5. Interprétation des résultats.....9

5.1 Comparaison avec les concentrations naturelles..... 9

5.2 Comparaison avec les recommandations du CCME pour la qualité des sols 9

6. Conclusion10

Annexe A. Cartes11

Annexe B. Concentrations d'uranium mesurées par le laboratoire du CCSN dans les échantillons de sol obtenus du ministère de l'Environnement de l'Ontario et de GE Hitachi Nuclear Energy Canada13

Références21

Liste des tableaux

Tableau 1. Émissions atmosphériques d'uranium (2005–2012).....	2
Tableau 2. Résultats de l'échantillonnage de sol de GEH-C (2005–2012)	4
Tableau 3. Recommandations du CCME pour la qualité des sols concernant l'uranium.....	10

Liste des figures

Figure 1. Résultats de qualité de l'air aux limites de la propriété de GEH-C (2005–2012).....	4
Figure 2. Appareil GPS établissant la position du point d'échantillonnage du sol.....	6
Figure 3. Échantillon de sol prélevé par un employé du MEO au moyen d'un carottier	6
Figure 4. Spectromètre de masse à plasma induit.....	7
Figure 5. Spectromètre de fluorescence X.....	8

Annexe A : Liste des cartes

Carte 1. Localisation des sites d'échantillonnage de sol de GEH-C.....	11
Carte 2. Localisation des sites d'échantillonnage de sol du MEO.....	12

Annexe B : Liste des tableaux

Tableau B.1. Résultats de l'analyse par la CCSN des échantillons de sol que GEH-C a recueillis en juin 2013.....	13
Tableau B.2. Résultats de l'analyse par la CCSN des échantillons de sol que le MOE a recueillis en juin 2013.....	13

Concentrations d'uranium dans des échantillons de sols prélevés autour de l'installation de GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc. à Toronto

1. Contexte général

La CCSN autorise et réglemente les activités de GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc. (GEH-C). GEH-C possède et exploite une installation nucléaire située à Toronto, en Ontario, depuis 1955. Cette usine produit des pastilles de dioxyde d'uranium (UO₂) destinées aux centrales nucléaires. En octobre 2012, les résidants vivant à proximité de l'usine ont soulevé des préoccupations quant à la concentration d'uranium dans le sol résultant des émissions atmosphériques de l'installation. GEH-C a fourni au public des rapports d'échantillonnage des sols qui montraient que les niveaux d'uranium sont inférieurs aux recommandations applicables pour la qualité des sols, mais les inquiétudes ont continué à croître. Pour répondre à la préoccupation du public, le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) a entrepris un échantillonnage indépendant des sols dans les lieux publics à proximité de l'usine.

L'échantillonnage du sol par le MEO a coïncidé avec l'échantillonnage annuel régulier de GEH-C et chacun a effectué ses propres collectes d'échantillons de sol en juin 2013. La CCSN était présente et elle a demandé qu'on lui fournisse des fractions d'échantillons des deux campagnes d'échantillonnage afin de procéder à sa propre analyse indépendante pour vérifier les résultats.

Ce rapport présente les données historiques du programme de surveillance environnementale de GEH-C ainsi que les résultats des analyses effectuées par le laboratoire de la CNSC pour doser l'uranium dans les échantillons de sol.

2. Contexte détaillé

2.1 Description de GE Hitachi Nuclear Energy Canada

L'usine de GEH-C, en exploitation depuis 1955, est située au 1025, avenue Lansdowne, à Toronto (Ontario). Elle produit des pastilles de UO₂ à partir de poudre d'UO₂ provenant de l'usine de conversion d'uranium de Cameco à Port Hope. La majeure partie des pastilles produites sont envoyées à l'installation de GEH-C à Peterborough où elles sont assemblées en grappes de combustible nucléaire. De petites quantités de pastilles sont également acheminées à l'usine de combustible nucléaire de GEH-C à Wilmington, en Caroline du Nord.

2.2 Rejets d'uranium

Le permis d'exploitation FFOL-3620.00/2020 délivré par la CCSN à GEH-C prescrit les limites de rejet d'uranium pour l'usine de Toronto. Ces limites sont établies pour assurer la protection de la santé et de la sécurité du public et de l'environnement.

2.2.1 Émissions atmosphériques

GEH-C gère et surveille toutes les émissions atmosphériques de son installation par échantillonnage constant à la cheminée et par surveillance de l'air ambiant au périmètre de sa propriété.

Les gaz d'échappement de l'usine sont filtrés et échantillonnés lorsqu'ils sont émis dans l'atmosphère. L'uranium émis se disperse dans l'air, et de petites quantités d'uranium se déposent au sol. La quantité totale d'uranium rejetée durant une année est exprimée en kilogrammes/an (kg/an) pour être comparée à la limite de rejet réglementaire.

Mesures de précaution supplémentaires, on mesure les concentrations d'uranium dans l'air ambiant (concentrations exprimées en microgrammes par mètre cube [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] afin d'être comparées à la norme de qualité de l'air du MEO; voir la figure 1) et dans le sol (concentrations exprimées en microgrammes par gramme [$\mu\text{g}/\text{g}$] afin d'être comparées à la limite recommandée par le CCME pour l'uranium dans le sol; voir le tableau 2).

Le tableau 1 présente la quantité annuelle d'uranium émise dans l'atmosphère pour les huit dernières années.

Tableau 1. Émissions atmosphériques d'uranium (2005–2012)

Paramètre	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Limite selon le permis
Toronto – quantité totale d'uranium émis dans l'air (kg/an)	0,013	0,013	0,013	0,015	0,013	0,017	0,009	0,013	0,76

2.3 Exposition à l'uranium

Les personnes peuvent être exposées à de l'uranium présent dans l'environnement en inhalant de l'air et de la poussière ou en ingérant de l'eau, du sol ou de la végétation. L'uranium naturel présente très peu de danger radiologique parce qu'il est présent en très petites quantités dans l'environnement. L'uranium n'est pas considéré comme un agent cancérigène pour l'humain, et aucun effet génétique attribuable au rayonnement émis par l'uranium n'a été observé, peu importe le niveau d'exposition.

On considère que la toxicité chimique de l'uranium est plus inquiétante pour la santé et qu'elle est plus susceptible de causer des effets observables que ses propriétés radioactives. Sa toxicité dépend de la voie d'exposition (inhalation ou ingestion) et de la solubilité de ses formes chimiques (composés). Les composés d'uranium les plus solubles, et donc les plus rapidement absorbés, sont toxiques pour les reins lorsqu'ils sont ingérés ou inhalés en quantités suffisamment grandes. Ainsi, l'effet principal sur la santé de l'exposition à de fortes concentrations d'uranium est la maladie rénale.

Les normes et limites d'exposition à l'uranium établies par divers organismes gouvernementaux pour protéger la santé humaine sont fondées sur la toxicité chimique de l'uranium plutôt que sur ses propriétés radiologiques, car les concentrations d'uranium qui présentent un risque chimique sont plus faibles que celles qui présentent un risque radiologique. L'exposition à des concentrations d'uranium égales ou inférieures aux limites recommandées correspond à une dose

de radiation inférieure à la dose limite de la CCSN fixée dans le *Règlement sur la radioprotection* (1 mSv par an pour les membres du public).

2.4 Recommandations pour la qualité des sols concernant l'uranium

En 2007, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a publié des recommandations pour la qualité des sols concernant l'uranium après un examen exhaustif de ses propriétés physiques et chimiques, de ses sources et concentrations dans l'environnement, de son comportement et de ses effets chez les organismes vivants, notamment les humains, et de son comportement dans l'environnement.

Selon le protocole du CCME, des recommandations pour la qualité des sols ont été élaborées en vue de protéger l'environnement et la santé humaine pour quatre types d'utilisations des terrains (agricoles, résidentielle/parc, commerciales et industrielles). La plus faible concentration d'uranium obtenue par les deux approches (environnement et santé humaine) pour chacun des quatre types d'utilisations des terrains constitue la limite recommandée par le CCME pour la qualité des sols.

Les concentrations limites recommandées par le CCME sont de 23 µg/g pour une utilisation agricole ou résidentielle/parc, 33 µg/g pour une utilisation commerciale et 300 µg/g pour une utilisation industrielle. La concentration limite la plus faible (c.-à-d. celle pour une utilisation résidentielle/parc) est fondée sur l'évaluation du risque non cancérigène pour les récepteurs critiques (jeunes enfants) que présente l'exposition à l'uranium dans le sol par contact direct, y compris l'ingestion et le contact cutané.

En 2011, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a publié les normes relatives aux sols, aux eaux souterraines et aux sédiments à utiliser en vertu de la partie XV.1 de la *Loi sur la protection de l'environnement*. Ces normes comprennent celles pour l'uranium dans le sol qui sont directement tirées des recommandations du CCME.

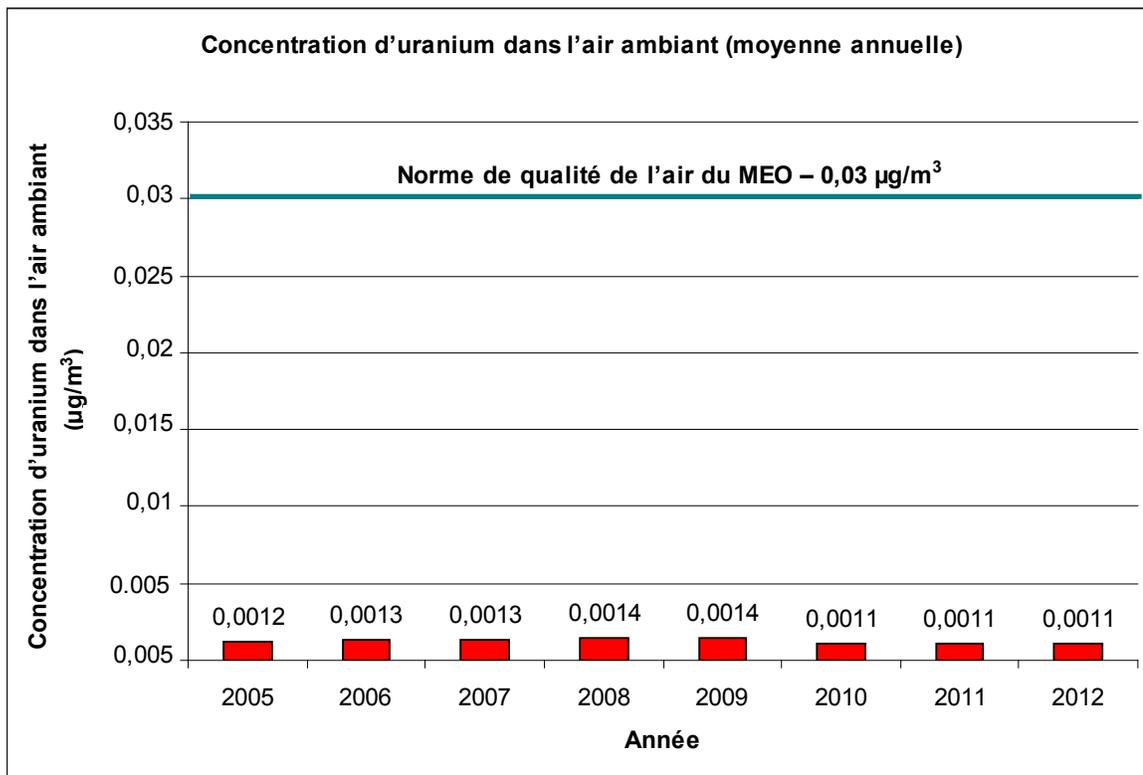
3. Programme de surveillance environnementale de GEH-C

GEH-C mène un programme de surveillance environnementale à son installation de Toronto, lequel consiste en la mesure de la qualité de l'air aux limites de la propriété et en un programme complet de surveillance des sols.

3.1 Résultats du programme de surveillance de la qualité de l'air

Cinq échantillonneurs d'air installés aux limites du terrain de l'installation de GEH-C à Toronto fonctionnent en continu, 24 heures par jour et 365 jours par année. Les échantillons consistent en des papiers-filtres qui sont recueillis quotidiennement et analysés par une tierce partie qualifiée. Les résultats de ces analyses pour les huit dernières années sont comparés à la norme de qualité de l'air du MEO à la figure 1 : les émissions atmosphériques de GEH-C sont plus de 10 fois inférieures à la norme du MEO.

Figure 1. Résultats de qualité de l'air aux limites de la propriété de GEH-C (2005–2012)



3.2 Résultats du programme de surveillance de la qualité des sols

GEH-C échantillonne des sols à son installation de Toronto dans le cadre de son programme de surveillance environnementale. Chaque année, on prélève des échantillons de sol à 49 endroits autour de l'installation et on les analyse pour déterminer la concentration d'uranium. En 2012, la concentration d'uranium moyenne s'est chiffrée à 1,9 µg/g, et la concentration maximale à 10,8 µg/g. Le tableau 2 résume les concentrations d'uranium dans le sol de 2005 à 2012.

Tableau 2. Résultats de l'échantillonnage de sol de GEH-C (2005–2012)

Paramètre	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Concentration d'uranium moyenne (µg/g)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,2	2,2	2,3	1,9
Concentration d'uranium maximale (µg/g)	4,31	3,71	5,22	19,7 ¹	30,9 ³	13,7 ³	14,8 ³	10,8 ³

n.d. – non disponible

1 – Site d'échantillonnage n° 16 entre la limite de la propriété de GEH-C et les voies ferrées (utilisation commerciale du terrain).

- 2 – Site d'échantillonnage n° 5 entre la limite de la propriété de GEH-C et les voies ferrées (utilisation commerciale du terrain).
- 3 – Site d'échantillonnage n° 17 entre la limite de la propriété de GEH-C et les voies ferrées (utilisation commerciale du terrain).

4. Analyse des échantillons de sol par la CCSN

4.1 Plan d'échantillonnage

GEH-C et le MEO ont effectué deux collectes distinctes d'échantillons de sol en juin 2013. Les cartes A1 et A2 (voir l'annexe 1A) montrent les sites d'échantillonnage. Des échantillons des deux séries ont été fractionnés et un sous-échantillon de chacun a été envoyé au laboratoire de la CCSN pour analyse indépendante : les résultats sont présentés plus bas.

4.1.1 GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc.

Le 5 juin 2013, des employés de GEH-C, accompagnés de représentants de la CCSN, ont prélevé 49 échantillons de sol de surface (d'au moins 25 grammes) aux endroits prévus dans le programme de surveillance environnementale de GE. Les employés de la CCSN ont choisi huit échantillons qu'ils ont fractionnés au moment de leur collecte. Le laboratoire de la CCSN a reçu ces huit sous-échantillons le 7 juin 2013.

4.1.2 Ministère de l'Environnement de l'Ontario

Le MEO a établi un plan d'échantillonnage et a mené une campagne d'échantillonnage en juin 2013. L'échantillonnage a été effectué le 12 juin 2013 au moyen d'un appareil de géolocalisation (GPS) pour établir la position des sites d'échantillonnage (voir la figure 2) et d'un carottier de sol (voir la figure 3). Un employé de la CCSN était présent durant l'échantillonnage. Les employés du MEO ont recueilli des échantillons à 24 endroits. Les échantillons ont été traités au laboratoire du MEO, puis fractionnés, et 164 échantillons ont été envoyés au laboratoire de la CCSN le 3 juillet 2013.

Figure 2. Appareil GPS établissant la position du point d'échantillonnage du sol**Figure 3. Échantillon de sol prélevé par un employé du MEO au moyen d'un carottier**

4.2 Méthodes de préparation et d'analyse des échantillons

Les huit échantillons prélevés par des employés de GEH-C ont été fractionnés au moment de leur collecte, puis séchés à 80 °C durant 48 heures au laboratoire de la CCSN. Les échantillons séchés ont ensuite été passés dans un tamis à mailles de 2 mm (millimètres). La fraction fine du sol ainsi obtenue a été moulue dans un moulin vibreur Retsch tournant à 1000 tours par minute durant deux minutes. L'échantillon est ainsi homogénéisé et pulvérisé en particules de moins d'environ 40 µm (micromètres), ce qui facilite sa digestion acide pour l'analyse d'uranium.

Comme les échantillons reçus du MEO avaient déjà été préparés au laboratoire du MEO, aucune autre préparation n'était nécessaire.

Une fois pulvérisés, les échantillons recueillis par GEH-C et le MOE ont subi une digestion par micro-ondes selon une méthode du laboratoire de la CCSN fondée sur la méthode 3052 de la Environmental Protection Agency des États-Unis. En bref, 0,1 g (gramme) de chaque échantillon a subi une digestion en deux étapes : d'abord avec un mélange d'acides nitrique, hydrochlorique et hydrofluorique, puis avec une solution de 5 % d'acide borique. Une aliquote de 5 mL (millilitre) du produit de digestion a ensuite été diluée à un volume de 100 mL avec une solution de 2 % d'acide nitrique, puis on l'a analysée dans un spectromètre de masse à plasma induit (ICP-MS; voir la figure 4). Chaque série d'analyse comprenait huit échantillons de sol digérés, un blanc de digestion et un échantillon de contrôle de la qualité (étalon obtenu du NIST : sol très contaminé du Montana, 2710a).

La plupart des échantillons de sol obtenus du MEO ont été analysés dans un spectromètre de fluorescence X à dispersion d'énergie (voir la figure 5), car cette méthode est plus rapide et donne des résultats comparables à ceux obtenus par digestion et ICP-MS. Une aliquote de 5 mL de l'échantillon a été mélangée avec 1 g de Licowax (liant organique) et pressée en une pastille de 32 mm à l'aide d'une presse hydraulique. Les échantillons ont ensuite été analysés dans un spectromètre de fluorescence X Epsilon 5 selon la méthode validée pour des concentrations uranium de 0 à 70 000 $\mu\text{g/g}$.

Figure 4. Spectromètre de masse à plasma induit

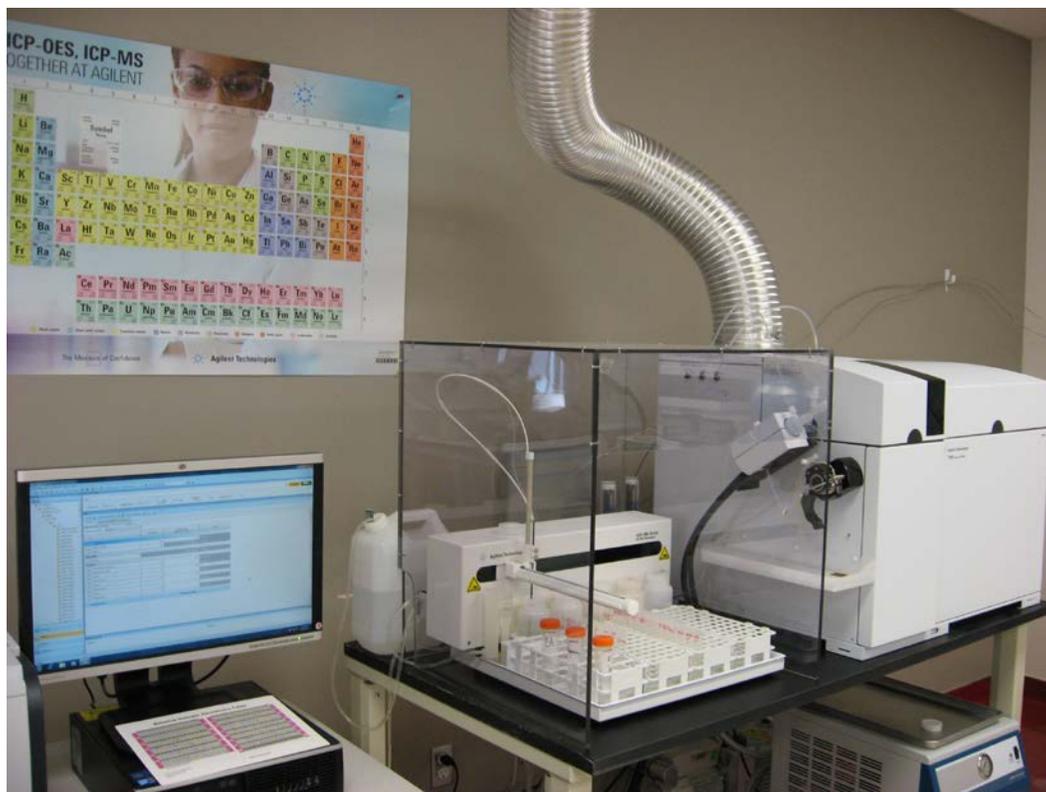


Figure 5. Spectromètre de fluorescence X

4.3 Résultats

Les résultats des analyses effectuées au laboratoire de la CCSN sur les échantillons de GEH-C et du MEO sont décrits dans les sous-sections suivantes et présentés aux tableaux B1 et B2 (annexe B), respectivement.

4.3.1 Échantillons recueillis par GE Hitachi Nuclear Energy Canada Inc.

Les résultats pour les échantillons de GEH-C sont présentés dans le rapport d'analyse du laboratoire de la CCSN au tableau B1. Les valeurs indiquées sont la moyenne de deux mesures indépendantes. On doit noter que le fractionnement des échantillons pourrait avoir donné des sous-échantillons non homogènes, car les échantillons de sol ont habituellement différentes couches qui sont difficiles à homogénéiser convenablement au point de collecte. Ainsi, les résultats pour certains échantillons pourraient être différents de ceux obtenus par GEH-C.

La concentration d'uranium dans les échantillons a varié de 0,7 à 21,2 $\mu\text{g/g}$. La concentration la plus élevée, soit de 21,2 $\mu\text{g/g}$, a été trouvée au site d'échantillonnage n° 17 qui est situé à la limite de la propriété, près des voies ferrées.

4.3.2 Échantillons recueillis par le ministère de l'Environnement de l'Ontario

Le tableau B2 présente les résultats d'analyse des échantillons recueillis par des employés du MEO et préparés au laboratoire du MEO. Les données représentent la moyenne d'au moins deux mesures indépendantes. Selon les statistiques descriptives des données (Excel), les 164 valeurs varient de 0,3 à 2,9 $\mu\text{g/g}$ et ont une moyenne de 1,4 $\mu\text{g/g}$.

Les plus fortes concentrations d'uranium ont été trouvées dans des échantillons recueillis le long de l'emprise municipale à côté d'un trottoir de l'avenue St. Clarens (site d'échantillonnage n° 19).

On doit noter que seul le site d'échantillonnage n° 23 a présenté un fort gradient de concentrations d'uranium qui diminuent en profondeur.

4.4 Assurance et contrôle de la qualité

Le principal objectif de l'analyse est la production de données de haute qualité, ce qui est réalisé par des mesures exactes et fiables. Des étalons d'uranium certifiés et des blancs d'instrument pour la performance de l'instrument et des blancs de méthode pour la performance de la méthode sont utilisés afin d'atteindre cet objectif.

Le blanc de digestion contenait moins de 0,0001 µg/g d'uranium, et le rendement d'uranium dans l'étalon NIST 2710a différait de moins de 20 % de la valeur certifiée.

La limite de détection de la méthode de dosage de l'uranium par ICP-MS dans les échantillons de sol est de 0,4 µg/g. On a obtenu cette valeur en multipliant la concentration moyenne d'uranium dans les blancs de digestion (16 valeurs) par trois et en corrigeant pour la dilution.

L'incertitude de la méthode ICP-MS et de la méthode de spectrométrie de fluorescence X a été estimée à $\pm 0,4$ µg/g d'après les erreurs dans la courbe d'étalonnage.

5. Interprétation des résultats

5.1 Comparaison avec les concentrations naturelles

L'uranium est un élément radioactif d'origine naturelle émetteur de particules alpha qui est présent en faibles concentrations dans divers minerais et roches ainsi que dans le sol, l'eau, l'air, les plantes et les tissus animaux.

Les concentrations naturelles établies par le MEO pour les sols de l'Ontario non contaminés par une source ponctuelle d'uranium sont de 1,9 µg/g pour une utilisation agricole et de 2,5 µg/g pour les utilisations résidentielle/parc et commerciale ou industrielle.

Les concentrations d'uranium dans tous les échantillons recueillis par le MEO sont inférieures aux concentrations naturelles en Ontario, sauf pour les échantillons recueillis au site n° 23 (jusqu'à 2,56 µg/g dans la couche de surface du sol : 0-5 cm) et au site n° 19 (jusqu'à 2,93 µg/g dans les couches de sol plus profondes). Ces deux sites d'échantillonnage se trouvent tout près de l'installation, à une distance de 70 m dans le cas du site n° 19 et de 110 m le cas du site n° 23.

5.2 Comparaison avec les recommandations du CCME pour la qualité des sols

Les critères du CCME pour l'uranium dans le sol dépendent de l'utilisation du terrain, comme le montre le tableau 3. Le critère le plus restrictif est de 23 µg/g pour les utilisations résidentielle/parc et agricole. Les concentrations d'uranium mesurées dans le sol à tous les sites d'échantillonnage du MEO varient de 0,27 à 2,93 µg/g et sont donc bien inférieures à la limite recommandée la plus faible pour l'uranium dans le sol.

Tableau 3. Recommandations du CCME pour la qualité des sols concernant l'uranium

Recommandation du CCME pour la qualité des sols	Résidentiel (µg/g)	Commercial (µg/g)	Industriel (µg/g)
Uranium	23	33	300

Les concentrations d'uranium mesurées dans les échantillons de GEH-C sont également inférieures à la concentration limite la plus faible recommandée par le CCME, soit celle pour l'utilisation résidentielle/parc. On doit toutefois noter que GEH-C a utilisé une méthode non standard pour prélever les échantillons de sol et qu'il est donc très difficile de comparer les résultats de GEH-C à ceux du MEO et à aux recommandations du CCME, qui sont fondés sur une méthode d'échantillonnage normalisée.

6. Conclusion

Le laboratoire de la CCSN a dosé l'uranium dans des échantillons de sol autour de l'usine de GEH-C de Toronto à l'aide de deux techniques, l'ICP-MS et la spectrométrie de fluorescence X. Voici les résultats en résumé :

- Les concentrations d'uranium dans les échantillons de GEH-C ont varié de 0,7 à 21,2 µg/g et étaient inférieures à la concentration naturelle en Ontario dans cinq des huit sites d'échantillonnage.
- Les concentrations d'uranium dans les échantillons du MEO ont varié de 0,3 à 2,9 µg/g et étaient inférieures à la concentration naturelle en Ontario (2,5 µg/g) dans tous les sites d'échantillonnage sauf deux, où elles étaient légèrement supérieures à la concentration naturelle.
- Tous les résultats obtenus pour les échantillons de GEH-C et du MEO sont inférieurs à la concentration limite la plus faible recommandée par le CCME, soit 23 µg/g pour l'utilisation résidentielle/parc, et donc aussi à la limite pour l'utilisation commerciale de 33 µg/g.

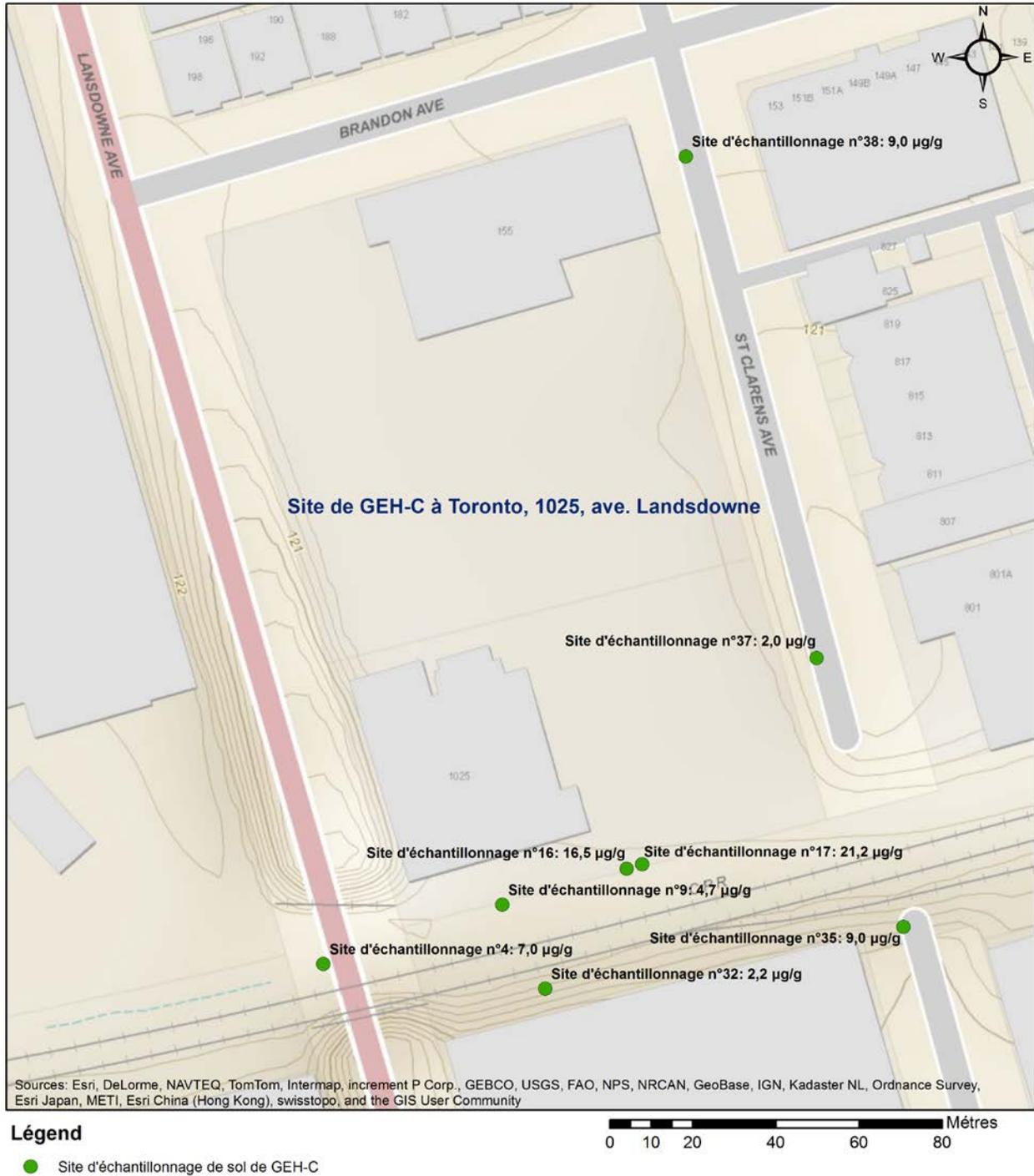
Par ailleurs, selon le programme de surveillance du sol prescrit par le permis d'exploitation de GE-Hitachi, les concentrations moyenne et maximale étaient respectivement de 1,9 et de 10 µg/g en 2012.

Ces résultats montrent que les concentrations d'uranium autour de l'usine de GE-Hitachi Nuclear Energy Canada à Toronto sont bien en deçà des normes admises pour la protection de la santé humaine, y compris celle des enfants.

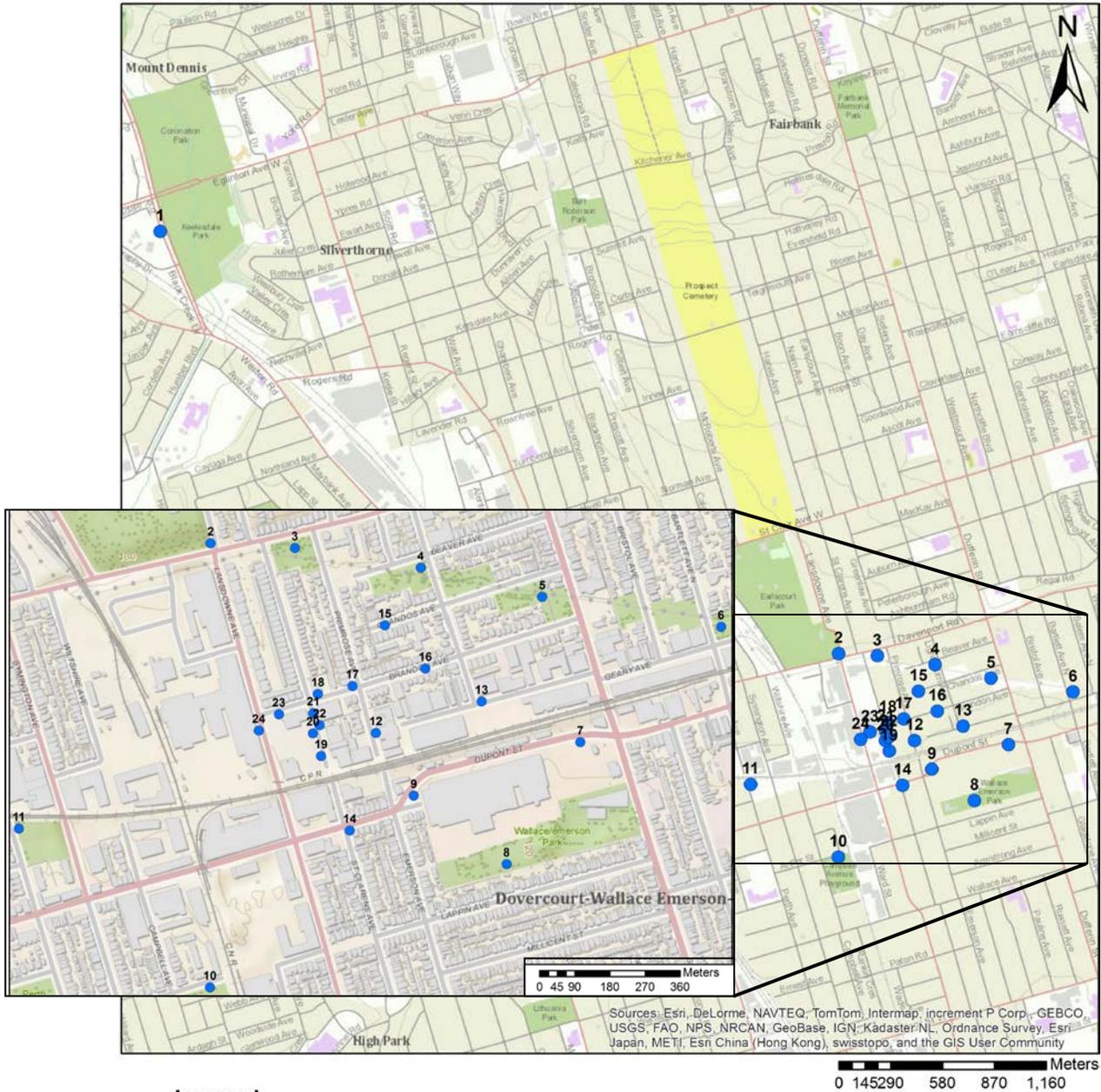
En conclusion, les rejets d'uranium de l'installation de GEH-C n'ont aucun effet néfaste sur la santé humaine ou l'environnement.

Annexe A. Cartes

Carte 1. Localisation des sites d'échantillonnage de sol de GEH-C



Carte 2. Localisation des sites d'échantillonnage de sol du MEO



Annexe B. Concentrations d'uranium mesurées par le laboratoire du CCSN dans les échantillons de sol obtenus du ministère de l'Environnement de l'Ontario et de GE Hitachi Nuclear Energy Canada

Tableau B.1. Résultats de l'analyse par la CCSN des échantillons de sol que GEH-C a recueillis en juin 2013

N° du site d'échantillonnage de GEH-C	Concentration d'uranium (µg/g)*
4	0,7
9	4,7
16	16,5
17	21,2
32	2,2
35	0,9
37	2,0
38	0,9

*L'incertitude (confiance à 95 %) est de ±0,1 µg/g

Tableau B.2. Résultats de l'analyse par la CCSN des échantillons de sol que le MOE a recueillis en juin 2013

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
1	0-5	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,52
1	0-5	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,78
1	5-10	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,00
1	5-10	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,81
1	10-15	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,84
1	10-15	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,51

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
1	15-20	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,07
1	15-20	3600 NO	17	622301	4838238	2,9	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,65
2	0-5	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,76
2	0-5	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	0,56
2	5-10	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	2,04
2	5-10	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,67
2	10-15	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,69
2	10-15	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,99
2	15-20	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,49
2	15-20	440 NNO	17	625082	4836579	3,7	Parc	1,57
3	0-5	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,25
3	0-5	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,94
3	5-10	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,16
3	5-10	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,57
3	10-15	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,15
3	10-15	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,10
3	15-20	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,37
3	15-20	400 N	17	625239	4836573	4	Parc	1,63
4	0-5	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	0,94
4	0-5	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	1,36
4	5-10	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	0,97
4	5-10	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	0,84
4	10-15	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	0,80
4	10-15	440 NNE	17	625474	4836541	2,9	Parc	0,57
5	0-5	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	1,46
5	0-5	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	0,88
5	5-10	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	1,59
5	5-10	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	1,95

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
5	10-15	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	0,65
5	10-15	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	0,77
5	15-20	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	1,03
5	15-20	570 NE	17	625701	4836491	2,2	Parc	0,63
6	0-5	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	1,64
6	0-5	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	0,89
6	5-10	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	1,90
6	5-10	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	1,72
6	10-15	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	1,84
6	10-15	850 E	17	626035	4836442	1,3	Parc	1,27
7	0-5	540 E	17	625777	4836223	4	Boulevard	0,29
7	0-5	540 E	17	625777	4836223	4	Boulevard	0,32
8	0-5	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,31
8	0-5	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,75
8	5-10	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	2,29
8	5-10	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	2,64
8	10-15	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,60
8	10-15	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,77
8	15-20	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,78
8	15-20	440 SE	17	625644	4835994	2,5	Parc	1,24
9	0-5	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,25
9	0-5	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,30
9	5-10	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,49
9	5-10	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	0,51
9	10-15	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,23
9	10-15	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	0,35
9	15-20	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,13
9	15-20	100 SE	17	625469	4836118	3	Boulevard	1,24
12	0-5	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,97
12	0-5	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,16
12	5-10	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,75
12	5-10	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,82
12	10-15	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un	0,79

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
							trottoir	
12	10-15	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,70
12	15-20	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,76
12	15-20	180 ENE	17	625396	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,64
13	0-5	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,93
13	0-5	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,18
13	5-10	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,62
13	5-10	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,19
13	10-15	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,15
13	10-15	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,85
13	15-20	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,27
13	15-20	385 ENE	17	625592	4836295	3,3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,18
10	0-5	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,51
10	0-5	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,27
10	5-10	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,54
10	5-10	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,50

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
10	10-15	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	1,47
10	10-15	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	1,59
10	15-20	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,47
10	15-20	200 SSO	17	625096	4835755	2,2	Parc	0,64
11	0-5	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,61
11	0-5	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,74
11	5-10	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,66
11	5-10	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,71
11	10-15	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,57
11	10-15	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,46
11	15-20	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,13
11	15-20	500 O	17	624735	4836043	2,9	Parc	1,07
14	0-5	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,83
14	0-5	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,51
14	5-10	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,66
14	5-10	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,79
14	10-15	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,80
14	10-15	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,80
14	15-20	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,24
14	15-20	160 SO	17	625351	4836051	3,2	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,44
15	0-5	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	2,03
15	0-5	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,86
15	5-10	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,64
15	5-10	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,79

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
15	10-15	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,82
15	10-15	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,18
15	15-20	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,74
15	15-20	310 NE	17	625409	4836433	3,2	Boulevard	1,09
16	0-5	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	0,82
16	0-5	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	2,53
16	5-10	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	2,53
16	5-10	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	2,40
16	10-15	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	1,46
16	10-15	320 ENE	17	625486	4836354	3,7	Boulevard	2,34
17	0-5	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	1,32
17	0-5	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	1,71
17	5-10	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	1,27
17	5-10	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	2,33
17	10-15	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	2,86
17	10-15	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	1,03
17	15-20	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	1,27
17	15-20	200 NE	17	625351	4836319	3,2	Boulevard	2,13
18	0-5	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	1,64
18	0-5	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	0,86
18	5-10	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	1,62
18	5-10	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	0,92
18	10-15	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	1,91
18	10-15	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	1,82
18	15-20	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	1,66
18	15-20	150 NNE	17	625287	4836303	3,1	Boulevard	0,31
19	0-5	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,07
19	0-5	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,96
19	5-10	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,60
19	5-10	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale	2,73

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
							à côté d'un trottoir	
19	10-15	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,93
19	10-15	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,55
19	15-20	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,62
19	15-20	70 E	17	625295	4836188	2,7	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,02
20	0-5	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,85
20	0-5	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,66
20	5-10	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,45
20	5-10	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,81
20	10-15	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	2,21
20	10-15	80 NE	17	625279	4836230	3,1	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,47
21	0-5	110 NNE	17	625279	4836267	3,5	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,45
21	0-5	110 NNE	17	625279	4836267	3,5	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,78

N° du site d'échantillonnage du MEO	Profondeur (cm)	Distance de la source (m)	Zone UTM	Coordon. Est	Coordon. Nord	Exactitude (±)	Description	[U] (µg/g)*
22	0-5	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,93
22	0-5	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,63
22	5-10	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,13
22	5-10	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,16
22	10-15	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,03
22	10-15	100 NE	17	625291	4836245	2,4	Boulevard	1,63
23	0-5	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	2,53
23	0-5	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	2,56
23	5-10	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	2,37
23	5-10	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	1,65
23	10-15	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	2,69
23	10-15	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	1,30
23	15-20	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	1,86
23	15-20	110 N	17	625215	4836264	2,9	Boulevard	1,00
24	0-5	90 NNE	17	625178	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	1,22
24	0-5	90 NNE	17	625178	4836233	3	Emprise municipale à côté d'un trottoir	0,83

Références

1. ATSDR, 2013. *Toxicological profile for uranium*. U.S. Department of Health and Human Services.
URL : <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp150.pdf>
2. MOEE, 1993. *Ontario typical range of chemical parameters in soil, vegetation, moss bags and snow*.
Ontario standards development branch, Ministry of the Environment and Energy.
3. CCME, 2007. *Canadian Soil Quality Guidelines for Uranium: Environmental and Human Health*.
Scientific supporting Document. Canadian Council of Ministers of the Environment.
4. MOE, 2011. *Soil, Ground Water and Sediment Standards for Use under Part XV.1 of the*
Environmental Protection Act. Ministry of the Environment. April 15, 2011.
http://www.ene.gov.on.ca/environment/en/resources/STDPROD_086517.html