

**De :** Thompson, Patsy [<mailto:Patsy.Thompson@cnsccsn.gc.ca>]

**Envoyé :** 30 mai 2014 16:57

**À :** Leblanc, Rita (BAPE)

**Cc :** Loukiantchouc, Elena (BAPE); LeClair, Jean; Ducros, Caroline

**Objet :** RE: QUES7 - filière uranifère

Madame Leblanc

Vous trouverez en pièces jointes les réponses du personnel de la CCSN aux questions 7A et 7B qui nous ont été acheminées par le BAPE le 12 mai, 2014.

Si vous avez besoins de plus amples informations n'hésitez pas à me contacter en incluant en cc Mr Jean Leclair et Mme Caroline Ducros

Patsy Thompson, Ph.D.

Directrice générale

Direction de l'évaluation et de la protection environnementales et radiologiques

Commission canadienne de sûreté nucléaire

## Question du BAPE

### 7. Échelle graphique d'activité massique de substances radioactives

Afin de mettre en perspective et de faciliter la compréhension des informations relatives à la radioactivité de divers matériaux ou substances, la commission transmet à la CCSN la demande suivante:

A- Préparer une échelle graphique illustrant la gamme possible d'activité massique des substances en Bq/g. Cette échelle doit inclure les classes suivantes et en indiquer les limites :

- Très faible activité
- Faible activité
- Moyenne activité
- Haute activité

## Réponse de la CCSN à la question 7 A

### Classification des déchets au Canada

La classification des déchets au Canada est généralement fondée sur le document de la Collection normes de sûreté de l'AIEA n° GSG-1, intitulé *Classification of Radioactive Waste*, qui présente des recommandations et des conseils sur la classification des déchets radioactifs. Ce guide suggère six catégories de déchets radioactifs : les déchets exemptés, les déchets à très courte durée de vie, les déchets de très faible activité, les déchets de faible activité, les déchets de moyenne activité et les déchets de haute activité.

Les résidus des mines d'uranium et de thorium contiennent généralement des teneurs élevées de radionucléides naturels et doivent être gérés comme des déchets radioactifs aux fins de la radioprotection. Le système de classification décrit par le document GSG-1 traite des déchets provenant de l'extraction et du traitement du minerai, mais note qu'il convient d'accorder une attention particulière au volume des résidus et au risque de ceux-ci sur le plan chimique. Du point de vue de la radioprotection, les résidus des mines d'uranium peuvent être considérés comme des déchets de très faible activité ou de faible activité.

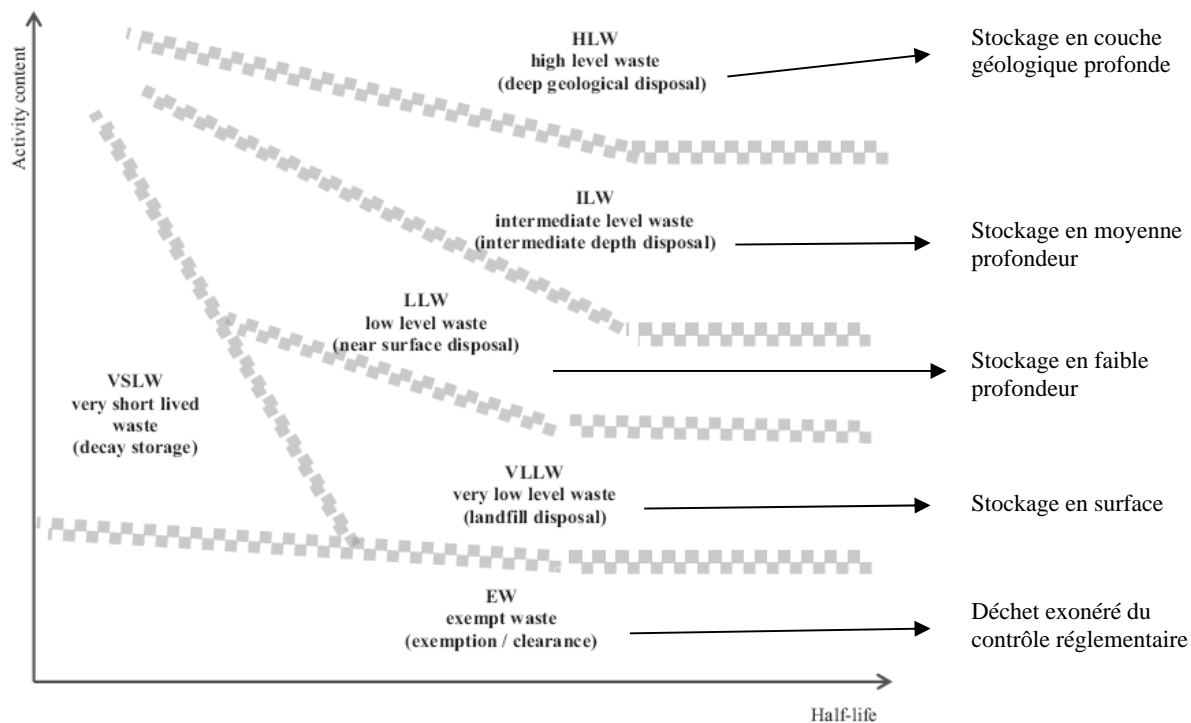


FIG. 1. Conceptual illustration of the waste classification scheme.

Le document GSG-1 note que dans les systèmes de classification précédents, les déchets de faible activité étaient définis comme des déchets radioactifs ne nécessitant pas de blindage en conditions normales de transport et de manutention. Les déchets radioactifs qui nécessitaient un blindage, mais qui exigeaient peu de dispositions, voire aucune, pour la dissipation de chaleur étaient classés comme des déchets de moyenne activité. Un débit de dose au contact de 2 mSv/h était généralement utilisé pour établir la distinction entre les déchets de faible activité et les déchets de moyenne activité.

Les débits de dose au contact ne sont plus utilisés dans le document GSG-1 pour distinguer les différentes catégories de déchets, lesquelles sont maintenant principalement fondées sur des aspects relatifs au confinement. Par conséquent, les déchets à très courte durée de vie désignent des déchets contenant des radionucléides exigeant un stockage à court terme avec des demi-vies inférieures ou égales à une centaine de jours tandis que les déchets de très faible activité sont des déchets pouvant être éliminés dans des installations du type site d'enfouissement artificiel aménagé en surface. Les déchets de faible activité se prêtent au stockage à faible profondeur si les composants radioactifs sont contenus et isolés pendant des

périodes ne dépassant pas quelques centaines d'années, permettant la conception de barrières artificielles plus ou moins complexes et dont la profondeur peut atteindre 30 m.

Les déchets de moyenne activité sont des déchets contenant des radionucléides à longue durée de vie en quantités qui exigent un degré plus important de confinement et d'isolement par rapport à la biosphère que celui assuré par un stockage près de la surface. Ce type de déchets est censé être stocké dans une installation située à une profondeur comprise entre quelques dizaines et quelques centaines de mètres.

Les déchets à haute activité contiennent des radionucléides à courte et à longue durée de vie en concentrations tellement supérieures à celles des déchets de moyenne activité qu'ils exigent un degré plus important de confinement et d'isolement par rapport à l'environnement pour assurer la sécurité à long terme. Ce degré de confinement et d'isolement est habituellement assuré par un dépôt en formations géologiques profondes, doté de barrières artificielles. Cette forme de déchets produit généralement de grandes quantités de chaleur et peut dégager de la chaleur pendant plusieurs centaines d'années. La dissipation de la chaleur est un facteur important à prendre en compte dans la conception d'installations de stockage en couches géologiques profondes pour ce type de déchets.

#### Le point de vue canadien

Bien que la CCSN n'oblige pas les titulaires de permis à utiliser le système de classification de l'AIEA dans ses règlements, la CCSN s'attend à ce que le cadre de sûreté soit reflété lorsque les titulaires de permis élaborent leurs propres méthodes de gestion des déchets. Cette approche est censée refléter l'importance des catégories de déchets de l'AIEA sur le plan de la sûreté, tout en accordant une certaine latitude permettant aux titulaires de permis de proposer leurs propres solutions particulières à l'égard des types de déchets actuellement gérés.

La norme de l'Association canadienne de normalisation (CSA) N292.3 N292.3-08, *Management of low- and intermediate-level radioactive waste*, décrit la classification des déchets d'un point de vue canadien. Une version révisée de cette norme doit être publiée en juin 2014, ce qui fait passer cette section en tant que norme connexe de la norme N292.0, *General principles for the management of radioactive waste and irradiated fuel*, qui doit également être publiée en juin 2014.

Bien que la classification des déchets figure dans une annexe à caractère informatif et qu'elle constitue donc une orientation et non une exigence lorsqu'elle est citée en référence dans une condition de permis, ce système présente un cadre qui reposait sur les principes énoncés par l'AIEA dans le document GSG-1. En tant que contributeur ayant participé à l'élaboration des normes CSA et à l'utilisation de ces normes dans des conditions de permis ayant force de loi, la

CCSN s'attend à ce que les titulaires de permis reflètent ces concepts lorsqu'ils proposent leurs propres systèmes de classification des déchets.

La norme N292.0 indique que l'élaboration d'un système de classification des déchets radioactifs doit prendre en considération :

- a) des exigences en matière de gestion durant le stockage temporaire (par ex. si un blindage est requis lors de la manipulation ou du stockage);
- b) des exigences en matière de gestion à long terme (par ex. si les radionucléides présents dans les déchets sont à période courte ou longue et le degré de protection et d'isolement requis pour empêcher toute intrusion fortuite à long terme);
- c) d'autres propriétés susceptibles de toucher la gestion sûre des déchets (par ex. si les déchets dégagent des quantités importantes de chaleur susceptibles de toucher la conception ou le fonctionnement de l'installation de gestion des déchets).

Dans la norme N292.0, les déchets radioactifs sont définis par les catégories suivantes : déchets radioactifs de faible activité (comprenant les sous-catégories des déchets faiblement radioactifs à très courte durée de vie et des déchets très faiblement radioactifs), les déchets moyennement radioactifs, les déchets hautement radioactifs et les résidus de mines et d'usines de concentration d'uranium.

D'après le document GSG-1, les déchets sont classés en fonction du degré de confinement et d'isolement requis pour assurer leur sûreté, en tenant compte du risque potentiel des différents types de déchets.

Les déchets faiblement radioactifs à très courte durée de vie sont des déchets pouvant être stockés pendant une période de décroissance ne dépassant pas quelques années (une période de deux ans est habituellement utilisée). Le principal critère est la période radioactive des radionucléides prédominants, qui devraient avoir une période radioactive de 100 jours ou moins.

Les déchets très faiblement radioactifs sont des déchets présentant un risque faible, mais néanmoins supérieur au critère aux fins d'exemption. Les installations de gestion à long terme des déchets ne requièrent pas un confinement ou un isolement poussé. Un dépôt à faible profondeur assorti de contrôles réglementaires restreints est généralement suffisant. Les déchets typiques comprennent des matériaux en vrac tels que des sols et des gravats faiblement radioactifs ainsi que certains déchets d'uranium.

Les déchets faiblement radioactifs sont définis comme des matières renfermant des radionucléides en quantités supérieures aux limites d'évacuation et aux quantités d'exemption établies et caractérisées par une période d'activité de longue durée généralement limitée. À

titre d'indication, une limite de 400 Bq/g en moyenne (et jusqu'à 4 000 Bq/g pour certains colis) pour les radionucléides émetteurs de particules alpha à longue période peut être envisagée pour ce type de déchets. Ces déchets requièrent l'isolement et le confinement pendant des périodes pouvant atteindre quelques centaines d'années et n'exigent généralement pas un blindage important pendant leur manutention et leur stockage provisoire.

Les déchets moyennement radioactifs sont des déchets qui émettent typiquement des rayonnements pénétrants suffisamment intenses pour requérir leur blindage pendant leur manutention et leur stockage provisoire. À titre d'indication, un débit de dose au contact de 2 mSv/h et une puissance thermique inférieure à 2 kW/m<sup>3</sup> peuvent être utilisés dans certains cas pour établir la distinction entre les déchets faiblement radioactifs et les déchets moyennement radioactifs. En raison de leur contenu en radionucléides à longue période, ces déchets exigent généralement un degré de confinement et d'isolement plus important que celui pouvant être assuré par les dépôts à faible profondeur.

Les déchets hautement radioactifs sont le combustible nucléaire usé (c.-à-d. irradié) qui a été déclaré déchet radioactif ou comme déchet produisant beaucoup de chaleur (typiquement plus que 2 kW/m<sup>3</sup>) par désintégration radioactive. Ils présentent habituellement des niveaux d'activité volumique de l'ordre de 10<sup>4</sup> à 10<sup>6</sup> TBq/m<sup>3</sup>. Le combustible nucléaire usé s'accompagne de rayonnements pénétrants, ce qui requiert un blindage. D'autre part, le combustible usé contient d'importantes quantités de radionucléides à longue durée de vie, d'où la nécessité d'un isolement à long terme. D'autres formes de déchets issus de combustible usé (p. ex. les déchets issus du retraitement du combustible nucléaire) peuvent présenter des caractéristiques semblables et devraient donc être considérées dans cette catégorie. Le placement en formations géologiques profondes et stables est recommandé pour la gestion à long terme.

Les résidus des mines d'uranium désignent un type particulier de déchets radioactifs générés par l'extraction et le traitement du minerai d'uranium et la production de concentré d'uranium. Les déchets contiennent des éléments radioactifs à longue durée de vie dont l'activité ne diminue pas considérablement sur de longues périodes. En général, étant donné les grandes quantités de déchets générées, la seule solution pratique de gestion à long terme est leur stockage à faible profondeur dans des installations situées à proximité des mines et usines de concentration d'uranium. Bien qu'ils soient exclus du champ d'application de la norme N292.0, leurs risques radiologiques les placeraient dans la catégorie des déchets très faiblement radioactifs ou dans celle des déchets faiblement radioactifs.

Le document d'application de la réglementation RD/GD-370, *Gestion des stériles des mines d'uranium et des résidus des usines de concentration d'uranium* précise les exigences de la

CCSN relativement à la gestion des stériles des mines d'uranium et des résidus des usines de concentration d'uranium. Le document est disponible sur notre site web.

## Question du BAPE

7 B- Placer, parallèlement à cette échelle, des repères montrant les valeurs ou les fourchettes de valeurs caractéristiques des substances suivantes:

- 1- Eaux de surface
- 2- Substrat rocheux typique du bouclier canadien
- 3- Sols typiques des régions non uranifères du Québec et du Canada
- 4- Sols rencontrés sur les sites uranifères du Canada
- 5- Minerais extraits des principales mines d'uranium canadiennes de l'Ontario et de la Saskatchewan
- 6- Minerais des principaux gisements d'uranium découverts au Québec
- 7- Résidus de concentration de l'uranium provenant des principales mines de l'Ontario et de la Saskatchewan
- 8- Concentré d'uranium (U308) expédié aux usines de raffinage
- 9- Uranium exporté sous forme de UF6
- 10- Uranium sous forme de UO2 produit par l'usine de conversion de Port Hope
- 11- Combustible non irradié préparé pour les réacteurs CANDU
- 12- Combustible usé à la sortie d'un réacteur CANDU
- 13- Combustible non irradié préparé pour les réacteurs fonctionnant à l'uranium enrichi
- 14- Combustible usé à la sortie d'un réacteur fonctionnant à l'uranium enrichi
- 15- Résidus de mines canadiennes non uranifères
- 16- Scories de ferroniobium des mines Niobec à Saint-Honoré et SLC à Oka
- 17- Boues rouge de Rio Tinto ALCAN à Jonquière

## Réponse de la CCSN à la question 7B

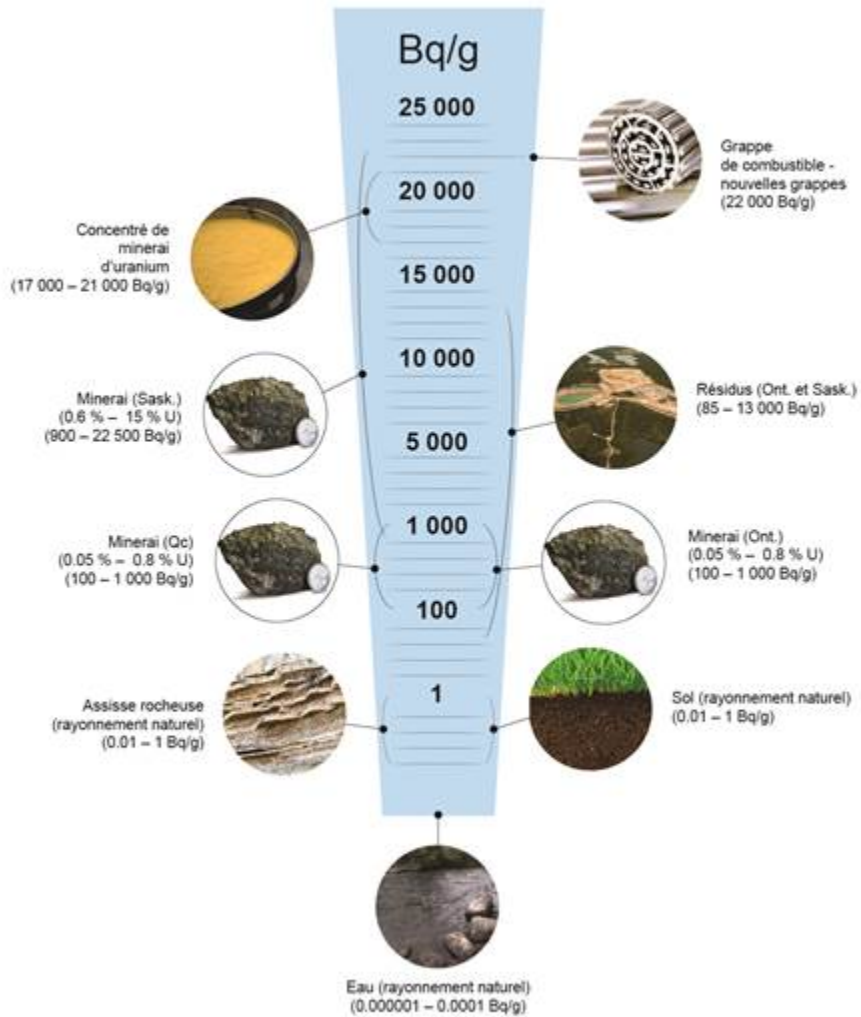
Dans notre réponse à la question 7 A, nous avons expliqué le système de classification des déchets radioactifs. Ce système de classification utilise les catégories que vous avez identifié (ex. très faible activité, faible activité, moyenne activité, et haute activité); hors il n'est pas possible de faire une adéquation entre l'activité massique d'un matériaux et une catégorie du système de classification.

Nous avons toutefois représenté l'activité relative de l'uranium dans les substances 1 à 11 ci-dessus dans le graphique qui suit. Les données que ont servi à construire ce graphique sont présenté dans des tableaux en annexe. L'activité du combustible CANDU à la sortie du réacteur (no 12 ci-dessus) n'est pas présentée dans le graphique mais est disponible dans le tableau. Nous n'avons pas fourni d'information sur le combustible à l'uranium enrichi (elements 13 et 14 ci-dessus) puisque que ces combustibles ne sont pas utilisé dans les réacteurs CANDU.

Vous noterez aussi que nous n'avons pas d'information pour les éléments 14 à 17 ci-dessus puisque ce ne sont pas des activités règlementées par la CCSN.



# Radioactivité de l'uranium (Bq/g)



Source : Commission canadienne de sûreté nucléaire

## Radioactivity in Uranium (Bq/g)

<b>Natural Background Levels</b>	<b>Bq/g</b>
Water	0.000001-0.0001
Soil	0.01-1
Bedrock	0.01-1
<b>Uranium Mining related</b>	
Soil 1.13 ppm (Rabbit Lake)	0,2
Ore - SK	900-15000
Ore - QC	100-1000
Tailings	700-6500
Yellowcake	17000-21000
Decommissioned Mines - ON	100-1000
Fuel Processing	22000
Fuel Bundles - New	
Fuel Bundles - Spent	

### Note

For radionuclides where data was available: Sheppard et al. (2011). NWMO TR-2011-17 May: Review of Environmental Radioactivity in Canada

For radionuclides where data was available: Sheppard et al. (2011). NWMO TR-2011-17 May: Review of Environmental Radioactivity in Canada

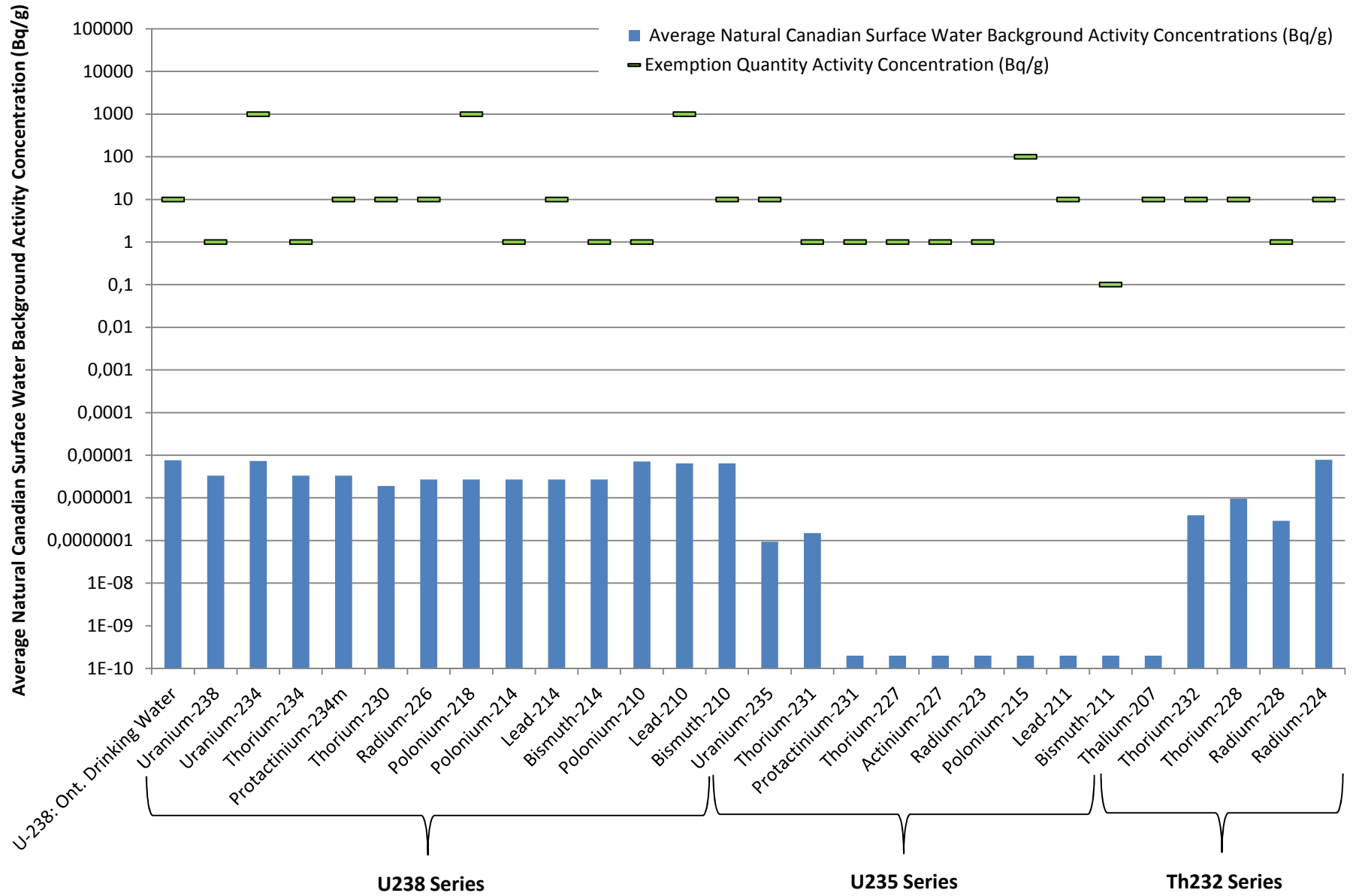
Based on Canadian Average of 3 ppm (mg/kg) U in Bedrock and assuming secular equilibrium

Decay Series	Rad Short Name	Naturally Occurring Radionuclide	Average Natural Canadian Surface Water Background Activity Concentrations (Bq/g)	Average Natural Canadian Soil Background Activity Concentrations (Bq/g)	Average Canadian Shield Bedrock Activity Concentrations (Bq/g)	Soil Around Uranium Mines (Bq/g)	Ore-QC (Bq/g)	Ore-SK (Bq/g)	Tailings - SK (Bq/g)	Yellowcake (Bq/g)	Decommissioned Mine Tailings - ON (Bq/g)	Fuel Processing - Fresh Fuel Bundles (Bq/g)	Exemption Quantity Activity Concentration (Bq/g)
Uranium 238 Series	238U	U-238: Ont. Drinking Water	0,0000076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Uranium 238 Series	238U	Uranium-238	0,0000033	0,023	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	n.d.	21000	n.d.	22000	1
Uranium 238 Series	234U	Uranium-234	0,0000073	0,021	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	n.d.		n.d.		1000
Uranium 238 Series	234Th	Thorium-234	0,0000033	0,023	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1
Uranium 238 Series	234mPa	Protactinium-234m	0,0000033	0,023	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		10
Uranium 238 Series	230Th	Thorium-230	0,0000019	0,019	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		10
Uranium 238 Series	226Ra	Radium-226	0,0000027	0,029	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		10
Uranium 238 Series	218Po	Polonium-218	0,0000027	0,029	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1000
Uranium 238 Series	214Po	Polonium-214	0,0000027	0,029	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1
Uranium 238 Series	214Pb	Lead-214	0,0000027	0,029	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		10
Uranium 238 Series	214Bi	Bismuth-214	0,0000027	0,029	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1
Uranium 238 Series	210Po	Polonium-210	0,0000071	0,04	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1
Uranium 238 Series	210Pb	Lead-210	0,0000064	0,049	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		1000
Uranium 238 Series	210Bi	Bismuth-210	0,0000064	0,049	0,0369	0,014808037	74,04018636	1110,602795	568,7632498		74,04018636		10
Uranium 235 Series	235U	Uranium-235	0,00000093	0,0008	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		10
Uranium 235 Series	231Th	Thorium-231	0,00000015	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		1
Uranium 235 Series	231Pa	Protactinium-231	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		1
Uranium 235 Series	227Th	Thorium-227	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		1
Uranium 235 Series	227Ac	Actinium-227	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		1
Uranium 235 Series	223Ra	Radium-223	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		1
Uranium 235 Series	215Po	Polonium-215	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		100
Uranium 235 Series	211Pb	Lead-211	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		10
Uranium 235 Series	211Bi	Bismuth-211	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		0,1
Uranium 235 Series	207Tl	Thallium-207	0,000000002	0,001	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		10
Thorium 232 Series	232Th	Thorium-232	0,00000039	0,022	0,001698	0,00068141	3,407052478	51,10578717	22,14584111		3,407052478		10
Thorium 232 Series	228Th	Thorium-228	0,00000096	0,022	n.d.								10
Thorium 232 Series	228Ra	Radium-228	0,00000029	0,022	n.d.								1
Thorium 232 Series	224Ra	Radium-224	0,0000078	0,022	n.d.								10
Total Activity			0,0000622	0,4898	0,498378	0,2	1000	15000	6500	21000	1000	22000	

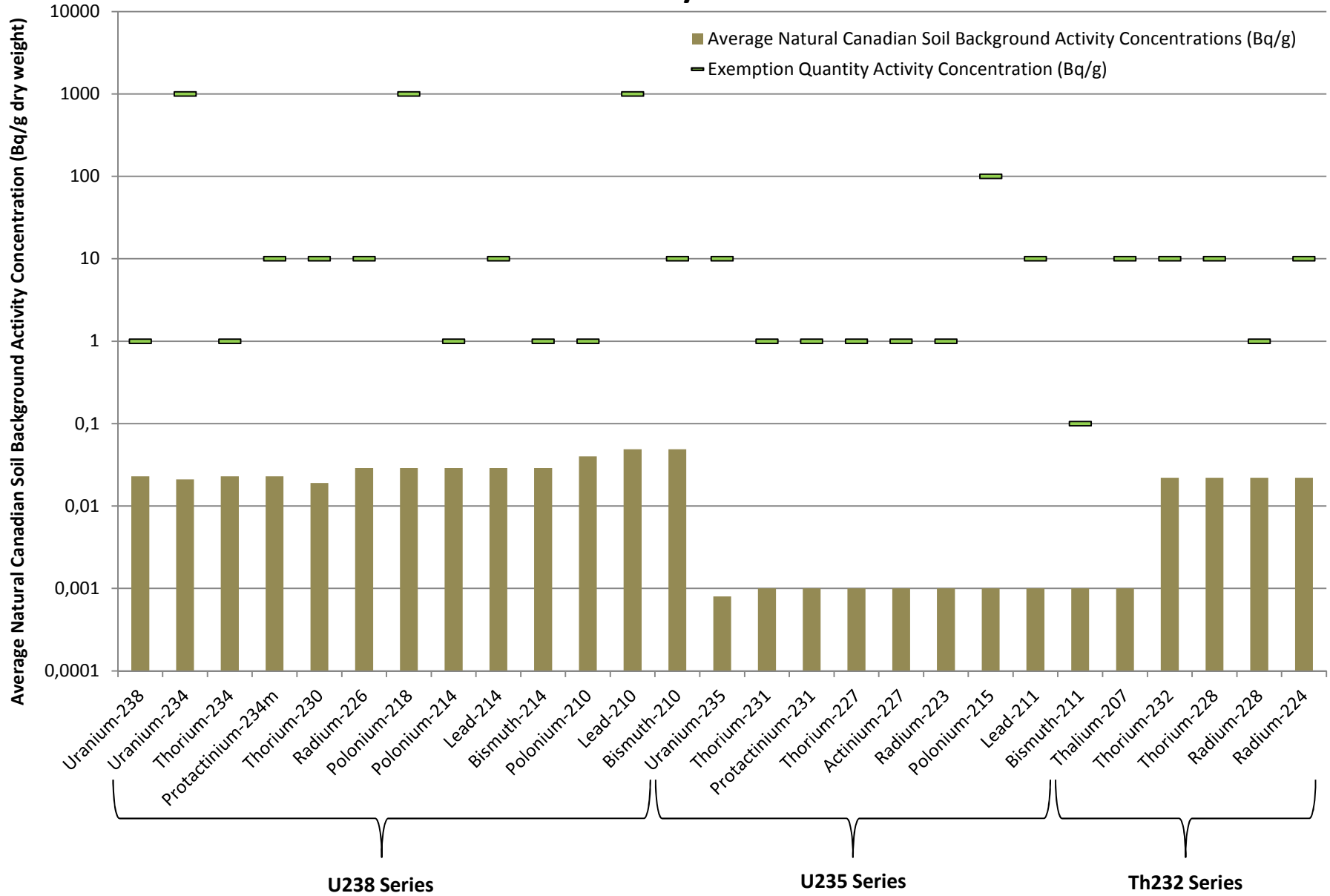
0.000001 - 0.0001      0.01-1      0,4898      0.01-1

Where no other data available assumed Secular Equilibrium with Parent Radionuclide

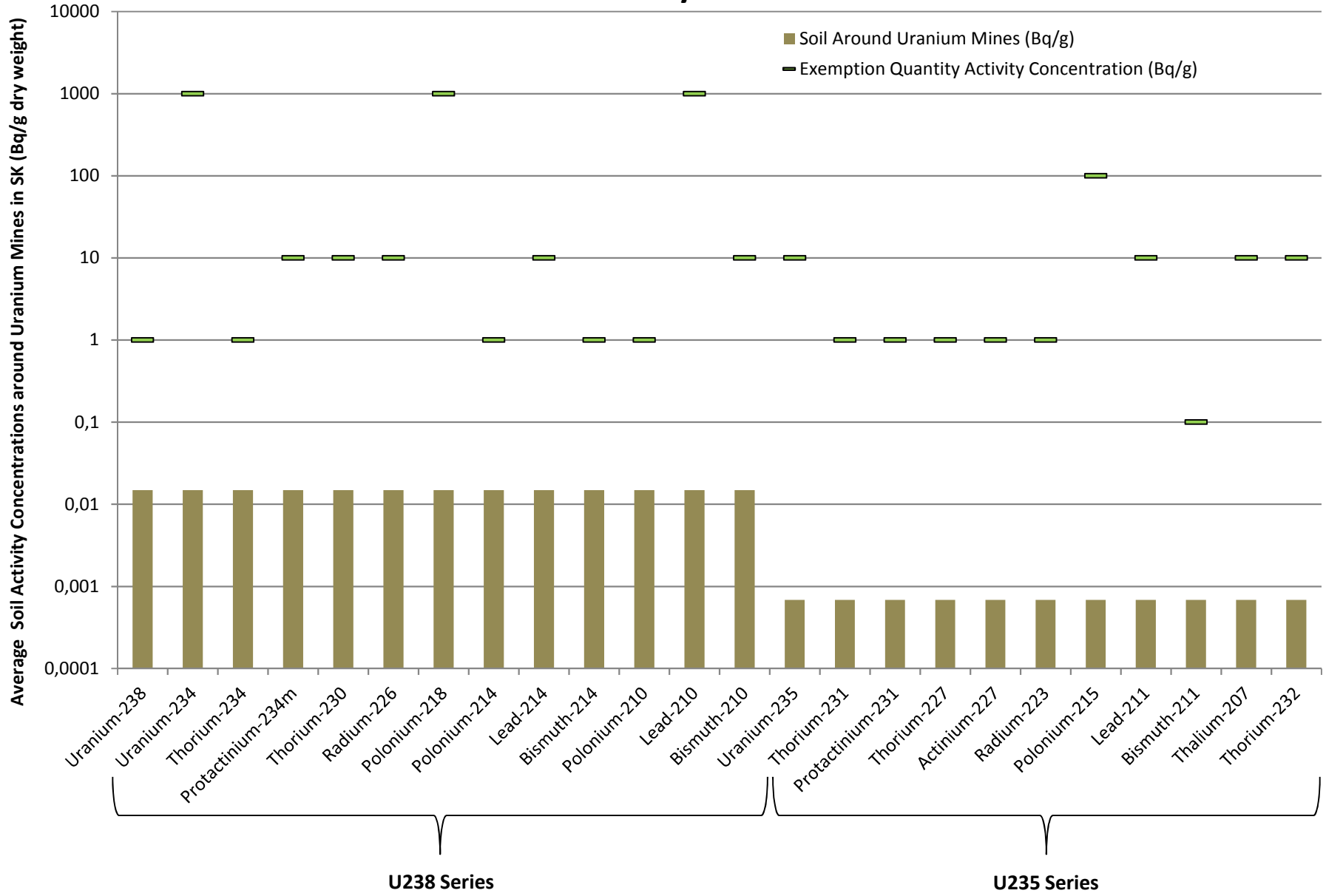
# Natural Radioactivity in Canadian Surface Water



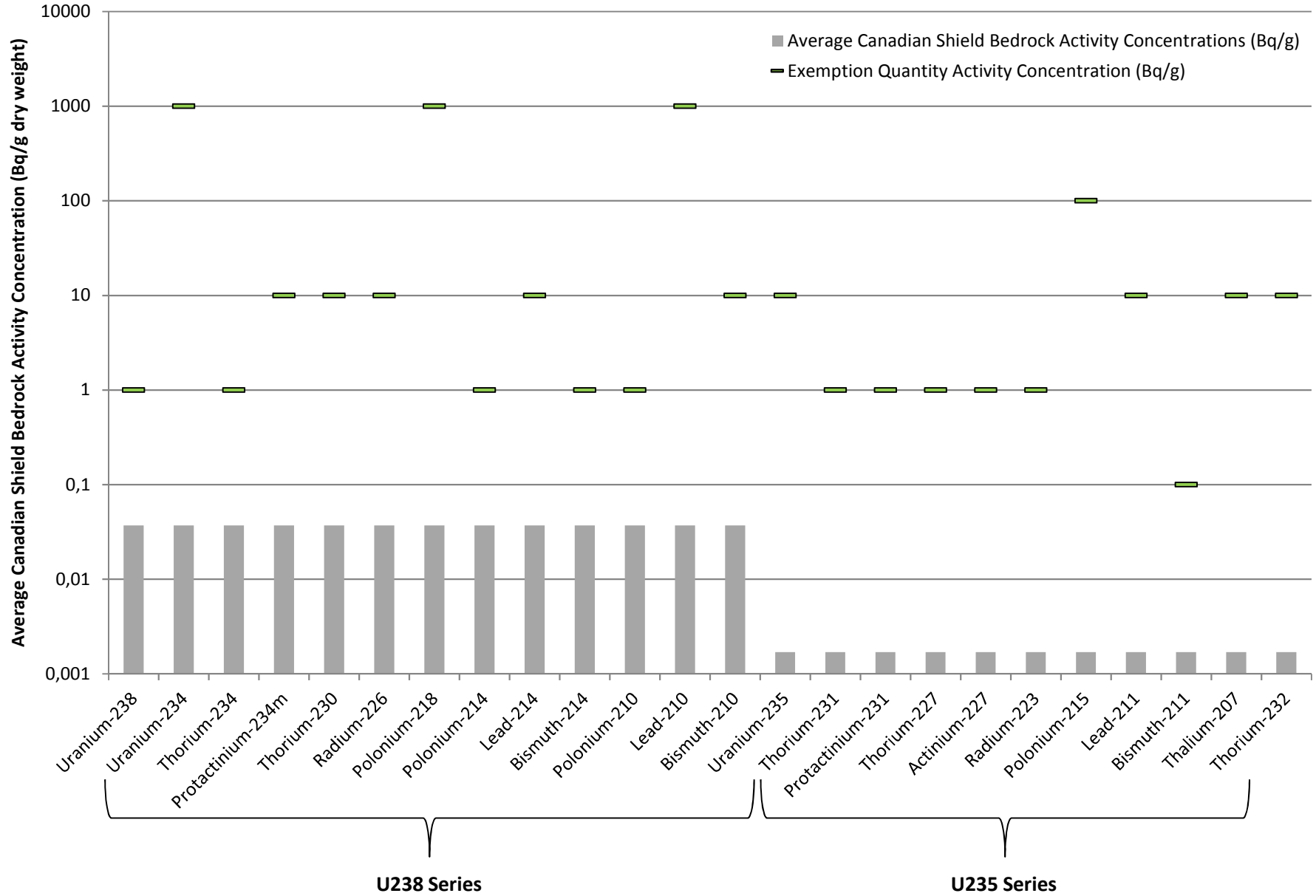
# Natural Radioactivity in Canadian Soil



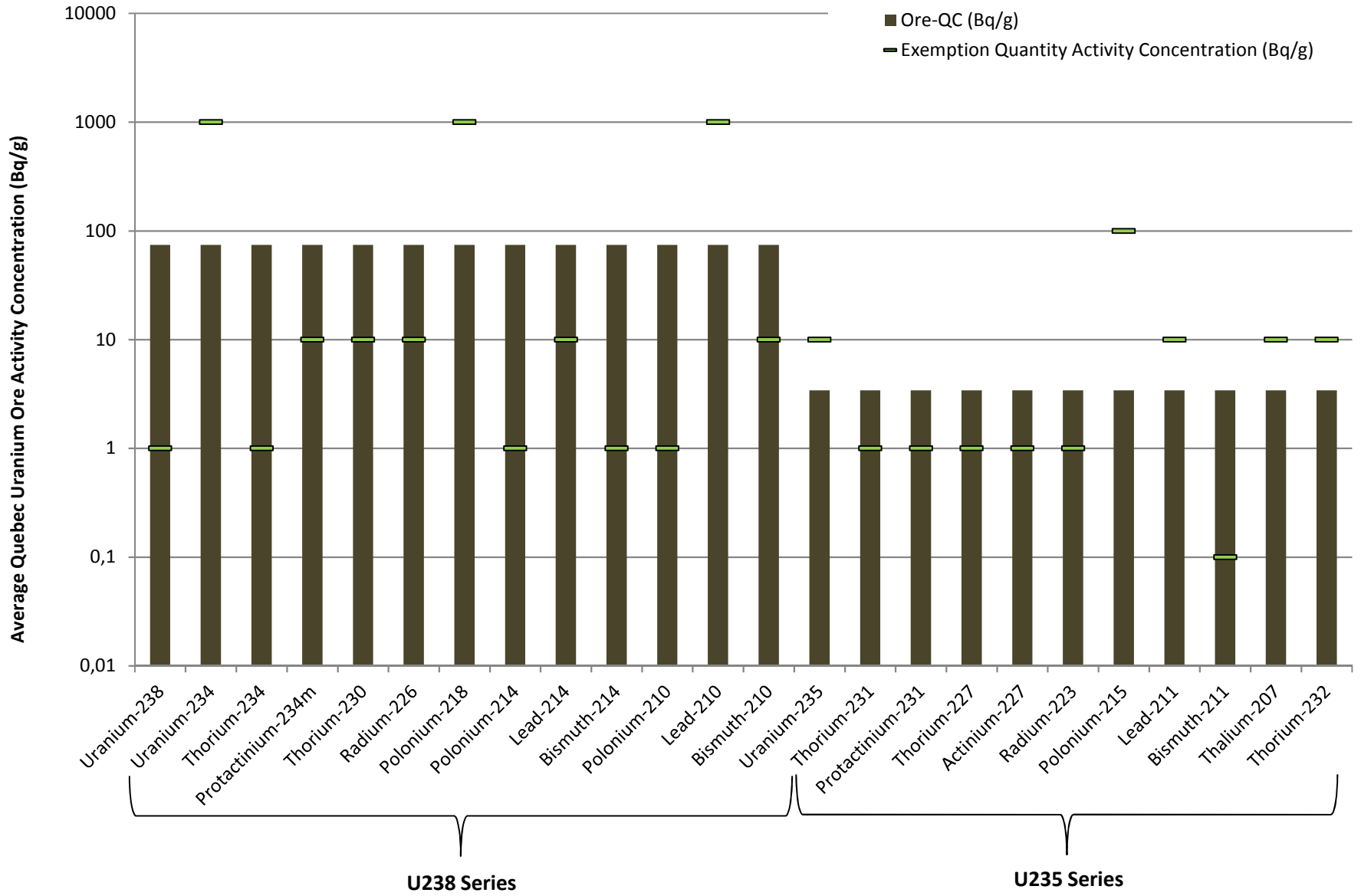
# Natural Radioactivity in Canadian Soil



# Natural Radioactivity in Canadian Shield Bedrock

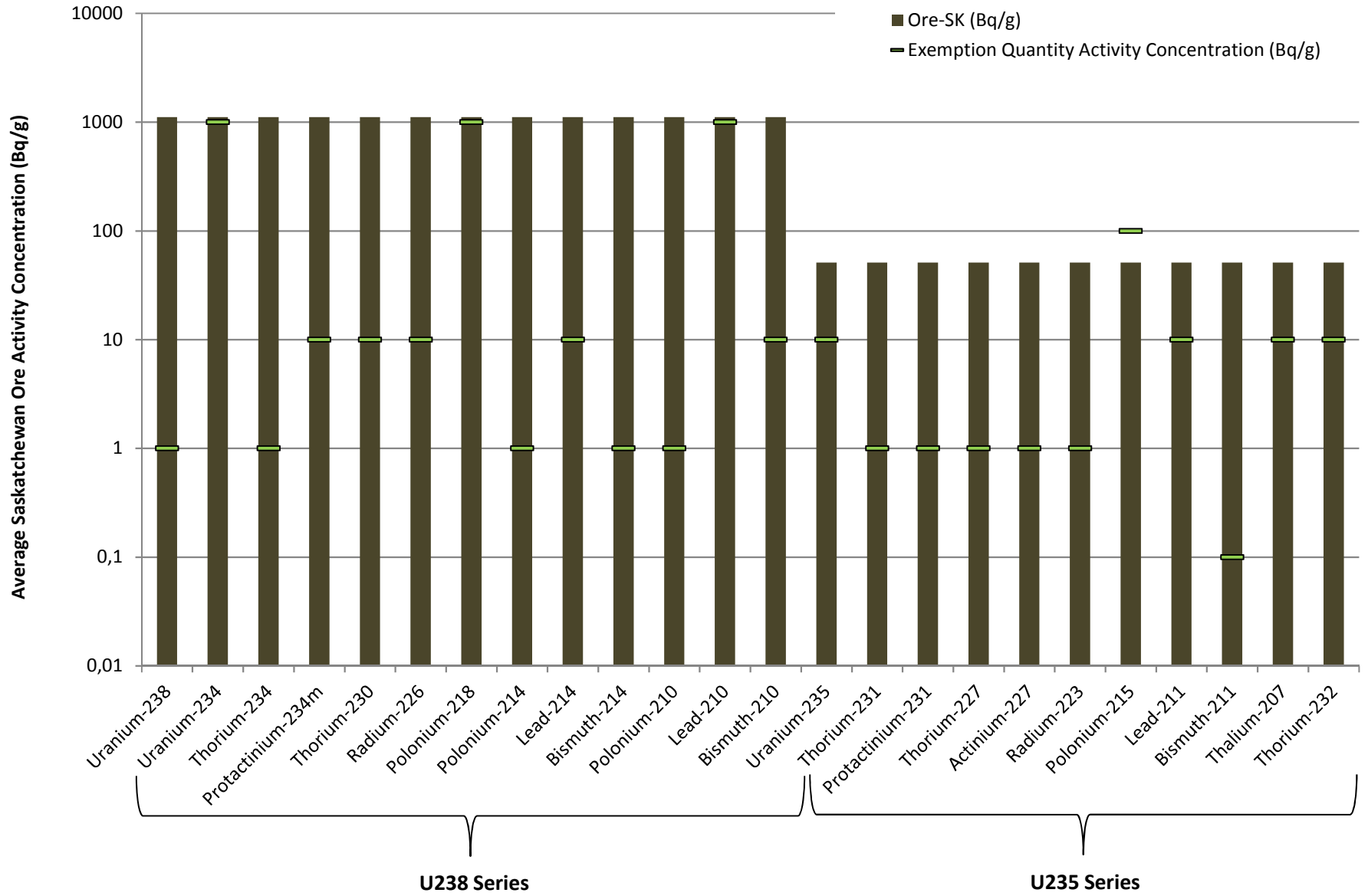


# Natural Radioactivity in Quebec Ore

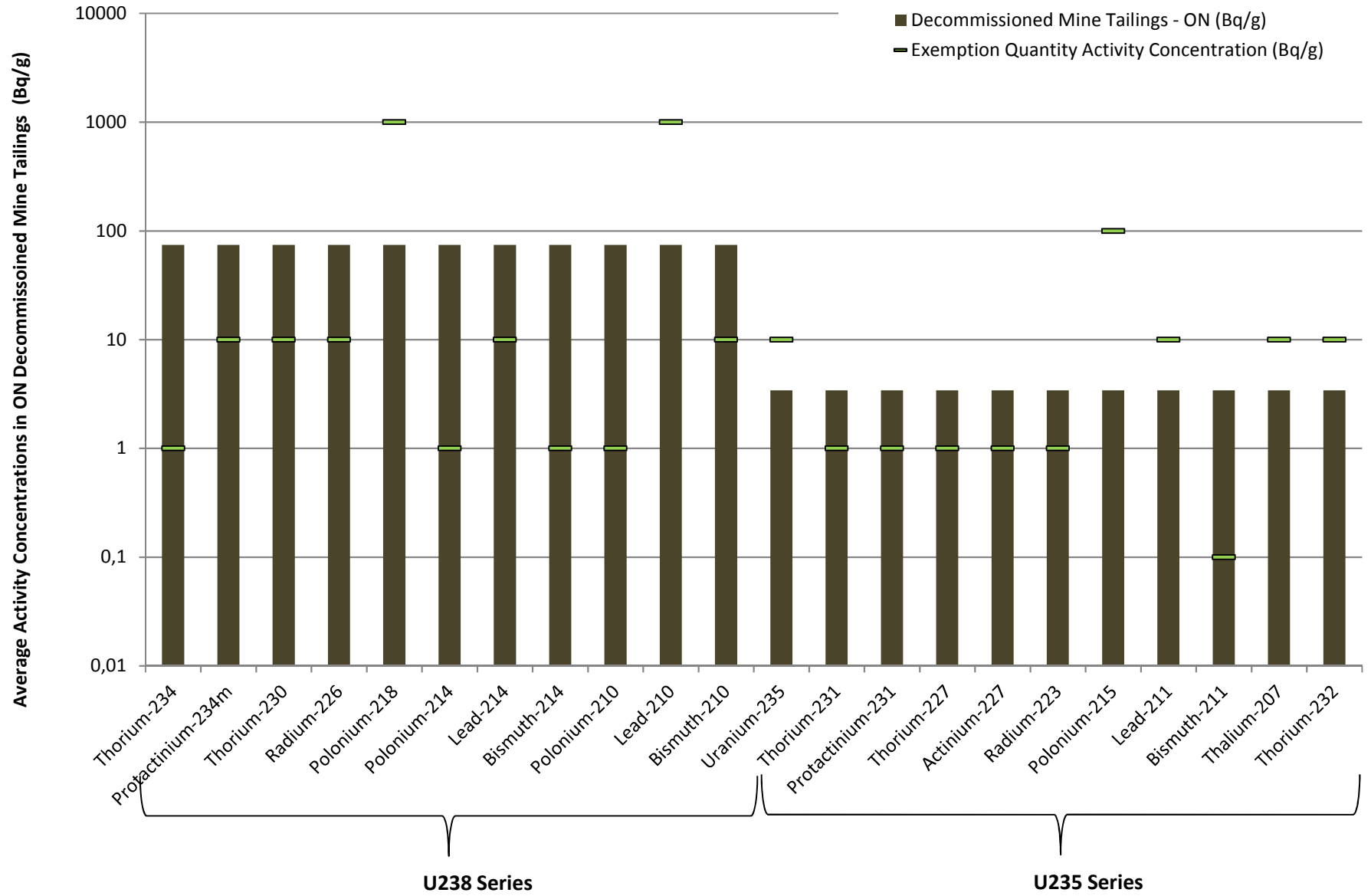




# Natural Radioactivity in Saskatchewan Ore



# Natural Radioactivity in Ontario Decommissioned Mine Tailings



# Natural Radioactivity in Ontario Decommissioned Mine Tailings

