

OCTOBRE, 2017

CIMETIÈRES : DISTANCES DE REcul POUR PRÉVENIR LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE

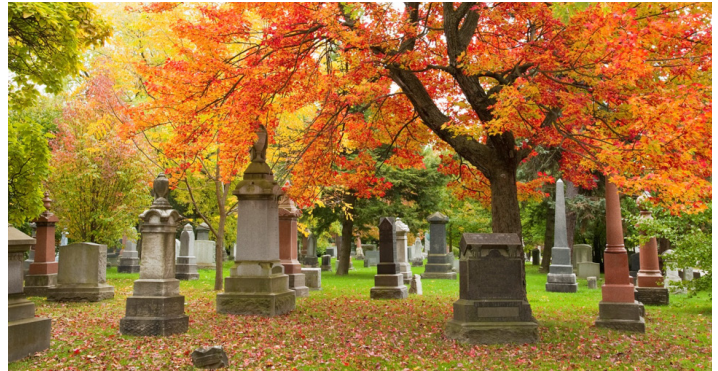
Cimetières : distances de recul pour prévenir la contamination des eaux de surface

Questions centrales : Au Canada, comme dans de nombreux pays, les cimetières doivent être établis à une certaine distance des plans d'eau de façon à protéger les sources d'eau potable de toute contamination émanant des dépouilles en décomposition. Quelle est la distance de recul sécuritaire recommandée? Sur quels principes les distances recommandées au Canada s'appuient-elles?

Avertissement : L'information présentée ici vise à répondre à des questions précises et n'a pas fait l'objet d'une revue externe. Elle ne remplace pas les directives et les règlements fédéraux, provinciaux et locaux. Seules les publications des 10 dernières années ont été retenues.

Contexte

Lorsqu'une personne décède, sa dépouille est généralement incinérée ou inhumée (enterrée), le plus souvent dans un cimetière. La décomposition des corps produit du lixiviat, un liquide contenant habituellement de l'eau, des protéines, des matières grasses, des sels minéraux et des glucides, et parfois des microorganismes pathogènes (bactéries, virus)¹ ou des produits chimiques comme des métaux lourds (p. ex. mercure provenant d'amalgames dentaires)². Le lixiviat peut également contenir du liquide d'embaumement ou des substances provenant du cercueil ou des vêtements du défunt, ou encore d'articles enterrés avec la dépouille². Au fil du temps, il s'infiltré dans le sol et peut contaminer les eaux souterraines ou de surface^{3,4}. Le volume de lixiviat qui se retrouve dans le sol et les eaux souterraines dépend directement de la taille du cimetière et du nombre de dépouilles enterrées, du nombre de cercueils utilisés^{3,5}, du type de sol⁶, du relief du site⁷ et de la proximité d'eaux souterraines ou de surface qui pourraient transporter le lixiviat loin du site.



Crédit photo: DebraLee Wiseberg Getty Images

Afin d'éviter que les sources d'eau environnantes soient contaminées par le lixiviat, les autorités fixent généralement une distance de recul pour les cimetières (règlements précisant la distance minimale par rapport aux sources d'eau, aux drains et aux fossés). Le Canada est un pays très vaste dont les caractéristiques physiques varient beaucoup : par exemple, le fond rocheux très peu profond et la présence de pergélisol peuvent rendre l'inhumation impossible la majeure partie de l'année dans certaines communautés éloignées du Nord. Ces communautés ont parfois recours à des sépultures hors terre où les dépouilles sont recouvertes de monticules rocheux. Dans bien des cas, leur eau potable provient des eaux de surface; la population est donc particulièrement vulnérable au lixiviat contenant des microorganismes pathogènes.

Nous avons adopté une approche en trois volets afin de recueillir de l'information qui pourrait orienter la révision ou la création de règlements sur les distances de recul des cimetières :

1. Consultation de personnes détenant une expertise en matière de réglementation des cimetières
2. Recherche rapide dans la littérature scientifique
3. Recherche en ligne de documents de santé publique portant sur la distance de recul des cimetières

Préparé par :

Aroha Miller (Centre de collaboration nationale en santé environnementale),
Michele Wiens (Centre de collaboration nationale en santé environnementale)



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

Consultation

Nous avons communiqué avec le ministère de la Santé de la Colombie-Britannique pour demander des conseils ou des recommandations de documents concernant les distances de recul et la justification de ces distances. Le règlement no 216/2011 pris en application de la Loi sur la santé publique, qui porte sur les dangers pour la santé, précise que les puits doivent se trouver à 120 m de toute source de contamination possible, y compris un cimetière. Cette disposition, qui remonte à 1917, repose toutefois vraisemblablement sur une approche empirique et non sur des bases scientifiques.

Le directeur d'un cimetière situé dans un grand centre urbain nous a expliqué qu'en climat chaud, les tombes peu profondes favorisent la décomposition, et qu'elles sont donc avantageuses, la décomposition rapide constituant un « résultat crucial pour les cimetières modernes » (*communication personnelle*). Les bases de béton (ou d'autres matériaux appropriés) sous les tombes peuvent améliorer le drainage du lixiviat, mais en général, il faudrait que les sources d'eau (direction, débit, relief) aient été prises en compte dans le choix du site. Nous n'avons trouvé aucun autre renseignement sur la distance de recul.

Vu les conditions semblables que connaissent les communautés rurales du Nord canadien et celles de l'Alaska, nous avons communiqué avec un spécialiste alaskain de l'enfouissement en milieu rural. Il nous a dit qu'il ne croyait pas qu'il y ait de règles ou de règlements sur la distance de recul à l'échelle de l'État (*communication personnelle*).

Recherche rapide dans la littérature scientifique

Seules les publications des 10 dernières années ont été retenues. La recherche a été menée dans Medline, CINAHL, Biomedical Reference Collection, Web of Science et Google Scholar. Voici les termes de recherche utilisés :

- (cemetar* [cimetière*] OR cemeter* [cimetière*] OR burial [enterrement] OR churchyard [enclos paroissial] OR « church yard » [enclos paroissial] OR grave [tombe] OR graveyard [cimetière] OR gravesite [concession funéraire] OR inukshuk [inukshuk] OR « stone claim » [pierre tombale] OR plot [lot] OR interment [enterrement])
- (health [santé] OR design [conception] OR protocol [protocole] OR guideline [lignes directrices] OR guidance [orientation] OR regulation [règlement] OR standard* [norme*] OR legislation [législation] OR setback [distance de recul])
- (water [eau] OR soil [sol] OR « phreatic zone » [zone phréatique] OR ground [sol]) AND (pollut* [pollut*] OR contamin*

[contamin*] OR leach* [lixiviat*] OR decompos* [décompos*] OR frozen [gelé*])

Nous avons ainsi trouvé 30 articles et rapports, parmi lesquels nous avons retenu 15 articles qui ont été jugés pertinents, et pour lesquels un article intégral était accessible en format PDF. Une vérification des références des publications retenues a également été effectuée. Aucun des articles ne faisait état des raisons derrière les distances de recul utilisées, que ce soit au Canada ou à l'étranger.

FACTEURS INFLUENÇANT LA LIXIVIATION

DISTANCE PAR RAPPORT À L'EAU

L'eau est la principale voie de transport des contaminants, qu'elle porte vers les couches de terrain plus profondes ou vers la surface⁸. En général, les contaminants dans les eaux souterraines diminuent à mesure qu'on s'éloigne de la source. Une étude allemande menée par Schraps (1972)^{1,9} a examiné différentes mesures – numération bactérienne, ammoniac, nitrates, demande chimique en oxygène – des eaux souterraines d'un cimetière à 50 cm sous une rangée de tombes, à différentes distances en aval du cimetière. Chacun des contaminants à l'étude était présent en fortes concentrations à proximité du cimetière, et les concentrations diminuaient à mesure que l'on s'éloignait des tombes (figure 1).

| PARAMÈTRE | DISTANCE DES TOMBES (M) | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 |
| Bactéries (nombre par ml) | 6 000 | 8 000 | 8 000 | 3 600 | 1 200 | 180 |
| Ammoniac (mg/l) | 6 | 0,75 | - | - | - | - |
| Nitrates (mg/l) | 4,8 | 0,1 | - | - | - | - |
| Demande chimique en oxygène (mg/l) | 26,7 | 16,4 | 15,4 | 15,4 | 11,4 | 11,4 |

Figure 1. Analyse de l'eau souterraine à différentes distances en aval des tombes dans un cimetière allemand, tiré de Formanek, 1997¹ (Source originale : Schraps, 1972⁹)

- Le ministère de l'Environnement de l'Ontario a publié en 1992 un rapport sur la présence de formaldéhyde dans l'eau¹⁰. Les chercheurs ont prélevé de l'eau de puits afin de vérifier la présence cette substance, utilisée dans le liquide d'embaumement, à des distances de 500 à 2 000 m de cimetières. Les concentrations mesurées étaient faibles, et les chercheurs ont conclu que le formaldéhyde ne posait pas un risque de contamination important à ces distances dans les cimetières à l'étude. Il est toutefois inquiétant qu'il n'existe pas de normes sur la composition du liquide d'embaumement ou le volume utilisé dans une dépouille⁷. Notons en outre que

Santé Canada n'a pas de recommandations expresses sur le formaldéhyde dans l'eau potable¹¹.

- Une étude d'Afrique du Sud a analysé l'eau sous un cimetière. Les chercheurs ont prélevé de l'eau de puits situés à l'intérieur et à l'extérieur du cimetière (à des distances de 50 et de 500 m), puis ont effectué une numération bactérienne et un compte des unités formant des colonies (E. coli, coliformes fécaux, streptocoques fécaux). L'eau souterraine prélevée dans le cimetière était beaucoup plus polluée que celle prélevée à l'extérieur et que l'eau municipale.
- Zume¹² a réalisé une étude pilote sur la contamination des puits creusés à la main situés à moins de 25 m des lieux de sépulture traditionnels au Nigeria. Des contaminants ont été détectés dans l'eau de puits, mais il n'a pas été possible de confirmer qu'ils provenaient du lixiviat produit par la décomposition des dépouilles.
- L'eau de pluie joue un rôle important, à la fois parce qu'elle fait augmenter le niveau de la nappe phréatique, surtout durant les mois plus froids, et parce qu'elle contribue à l'évacuation rapide des contaminants du sol⁸. La profondeur des lots devrait être déterminée en fonction de la distance par rapport à la nappe phréatique à son niveau maximal (après une pluie abondante).
- Des travaux antérieurs (cités dans Spongberg et Becks, 2000¹³) ont relevé des cas de contamination des eaux souterraines associés à la proximité d'un cimetière dans des villes européennes (p. ex. une augmentation du nombre de cas de fièvre typhoïde à Berlin, une « eau ayant un goût douceâtre et une odeur d'infection dans les puits situés près de cimetières à Paris »). Ces études ne précisaient pas la distance entre les cimetières et les sources d'eau.

TYPE DE SOL ET RELIEF

Le type de sol est un facteur déterminant dans la décomposition des dépouilles et dans l'infiltration du lixiviat. Les particules fines et denses comme la glaise préviennent la décomposition et l'infiltration, tandis que les particules grossières comme le sable permettent une décomposition rapide et l'infiltration du lixiviat, ce qui prévient la purification et entraîne la contamination des eaux souterraines⁴. Nous n'avons trouvé aucun renseignement sur la quantité de terre de surface nécessaire à un enterrement.

- Des chercheurs ont prélevé plusieurs échantillons de sol à l'intérieur et à l'extérieur d'un cimetière du nord-ouest de l'Ohio afin de vérifier la présence de métaux adsorbés. Des échantillons ont été recueillis à des distances approximatives de 1 à 15 m de la tombe la plus proche, à des profondeurs allant jusqu'à 2,1 m, et à 5 m à l'extérieur du cimetière. Les chercheurs ont choisi des tombes dont le sol était affaissé,

signe de tombes plus vieilles où la décomposition était vraisemblablement terminée. Les concentrations étaient faibles à toutes les distances, à l'intérieur comme à l'extérieur du cimetière, sauf dans le cas de l'arsenic¹³, qui entrerait autrefois dans la composition de liquides d'embaumement (concentration de 7,7 mg/kg de sol sec à 12,2 m de la tombe la plus proche).

- Les sols très perméables comme le sable et le gravier et, à l'inverse, les sols formés de particules très fines qui empêchent les conditions aérobiques sont à éviter³.
- Les sols très perméables ne permettent pas une bonne purification du lixiviat, puisque le débit d'infiltration est trop rapide et que le liquide ne reste pas en contact assez longtemps avec le sol⁸.
- Le type de sol influence la survie et la rétention des bactéries et des virus provenant des produits de décomposition. Les microorganismes survivent mieux à des températures fraîches (sous les 5 °C). Le pH influence lui aussi la survie, un sol acide accélérant l'élimination⁴.
- Le relief, plus particulièrement la déclivité (pente) est important dans le choix du site : les contaminants peuvent migrer en aval vers des sources d'eau^{1,6}.

DÉCOMPOSITION DES DÉPOUILLES

Les produits de décomposition ne se résument pas au carbone, à l'hydrogène, à l'oxygène et aux autres éléments composant le corps (figure 2). Ils peuvent comprendre également des bactéries ou des virus, surtout si la personne a été emportée par une maladie contagieuse, ou encore des métaux lourds ou d'autres contaminants organiques provenant de la dépouille, du cercueil et de son revêtement, de vêtements ou d'articles enterrés avec la dépouille.

- Fiedler et ses collaborateurs (2012)² ont examiné 40 tombes 25 ans après l'inhumation. Ils ont découvert divers objets, par exemple des stimulateurs cardiaques, des draps, des couches jetables, des prothèses de hanche métalliques et des amalgames dentaires.
- La vitesse de décomposition dépend de la température, de l'hydratation du sol, de l'aération et de la lixiviation; la température idéale se situe entre 25 et 35 °C⁷.
- Üçisik et Rushbrook (1998)⁴ ont noté ce qui suit : « Nous n'avons trouvé aucun rapport dans la littérature faisant état d'épidémies ou de grandes flambées de maladies qui résulteraient sans aucun doute de l'infiltration de lixiviat provenant de cimetières. Il subsiste toutefois un doute et une inquiétude vu la paucité de données scientifiques claires. »

| SOURCE PRÉSENTE DANS LES CIMETIÈRES | PRODUITS FINAUX ET CONTAMINANTS POTENTIELS |
|--------------------------------------|--|
| Décomposition des dépouilles | Bactéries (coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, bactéries protéolytiques et lipolytiques), virus, eau, dioxyde de carbone (acide carbonique), méthane, ammoniac et composés ammoniacaux, azote (sous diverses formes); sulfates, sulfure d'hydrogène, phosphates, chlorures, sels de calcium, de potassium et autres; putrescine, cadavérine, huile et graisse, autres |
| Composés utilisés pour l'embaumement | Formaldéhyde, méthanol, phénol, arsenic; aluminium, mercure, plomb et autres métaux |
| Objets fabriqués par l'homme | Fer, zinc, plomb, cuivre et autres métaux; phénols, tanins et lignines, eau, dioxyde de carbone, méthane, sulfure d'hydrogène, acides organiques; protéines – eau, dioxyde de carbone, méthane, ammoniac, sulfure d'hydrogène; cellulose – acides, dioxyde de carbone et eau; lignines – phénols et alcools |

Figure 2. Produits finaux et contaminants potentiels dans les cimetières¹

CLIMATS FROIDS

Le climat (humidité, température, précipitations) joue un rôle déterminant dans l'infiltration du lixiviat. Certaines régions – climat froid, latitudes élevées, haute altitude – sont recouvertes de pergélisol, ce qui rend l'inhumation difficile, voire impossible. Aucune étude ne s'est encore penchée sur l'infiltration du lixiviat dans les cimetières en présence de pergélisol.

- Le pergélisol était autrefois considéré comme une barrière imperméable aux contaminants. Son dégel entraîne la libération de matières organiques et de minéraux, qui peuvent alors faire leur entrée dans les systèmes aquatiques¹⁴.
- Les changements climatiques pourraient provoquer une déstabilisation du pergélisol¹⁵.
- Le dégel du pergélisol, accéléré par les changements climatiques, pourrait créer un nouvel écosystème d'eau douce et ainsi modifier les caractéristiques des lacs, les ruisseaux, les rivières et les fleuves¹⁴ pouvant transporter le lixiviat et les contaminants qu'il contient dans l'eau potable.
- Les pathogènes survivent mieux à basse température⁴.
- Dans les climats froid et sec ou froid et humide, la décomposition d'une dépouille peut prendre de 50 à 500 ans¹; ainsi, seul un petit volume de lixiviat peut s'écouler durant une période donnée dans des conditions nordiques (figure 3).

| TYPE DE CLIMAT, EN SOL ACIDE | DURÉE (ans) |
|------------------------------|-------------|
| Chaud et humide | 25-100 |
| Chaud et sec | 100-500 |
| Froid et humide | 50-200 |
| Froid et sec | 200-500 |

Figure 3. Temps de décomposition d'un corps, tiré de Formanek (1997)¹

Documents de santé publique et publications parallèles

Nous avons effectué une recherche en ligne au moyen des termes utilisés pour la recherche dans la littérature scientifique afin de repérer des documents émanant d'autorités de santé publique et d'autres organisations et portant sur les distances entre les cimetières et les sources d'eau. Bon nombre de règlements locaux et municipaux du Canada ne précisaient aucune limite. En revanche, des documents provinciaux et régionaux ainsi que des documents provenant d'autres pays et de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) établissaient des distances minimales (tableau 1).

Si l'on regarde ailleurs qu'au Canada, l'agence écossaise de protection environnementale recommande une distance de 250 m par rapport aux sources d'eau potable et de 50 m par rapport aux autres cours d'eau (tableau 1)⁵. Dans le cas des collectivités éloignées dans les régions où le sol est peu profond, il faut ajouter de la terre, mais pas plus de 2 m (pas un terre funéraire), et assurer une surveillance de la qualité de l'eau souterraine.

LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Peu de recherches se sont penchées sur la migration du lixiviat en provenance des cimetières, et on dispose de très peu de renseignements sur le risque de contamination des eaux de surface. La recherche scientifique s'est plutôt concentrée sur la contamination des sols et de l'eau souterraine. Les distances recommandées entre les cimetières et les sources d'eau potable et autres cours d'eau ne s'appuient sur rien de clair, et elles varient considérablement d'un pays à l'autre ainsi qu'au sein du Canada.

Nous n'avons pas trouvé d'article portant expressément sur les conditions présentes dans les communautés nordiques du Canada (pergélisol, sol mince, sépultures hors terre dans les climats froids et secs; effet des changements climatiques sur ces conditions et sur la décomposition des dépouilles). En outre, on trouve peu de renseignements sur la quantité de formaldéhyde utilisée dans les liquides d'embaumement. Il faudrait envisager l'évaluation individuelle de l'hydrographie, du relief et du sol avant d'établir ou d'agrandir un cimetière. Des recherches supplémentaires seront nécessaires pour combler ces lacunes, plus particulièrement en ce qui concerne l'incidence possible des changements climatiques sur les conditions d'inhumation et possiblement sur la contamination des eaux de surface.

Résumé

On peut observer une certaine variabilité en ce qui concerne les distances de recul établies dans les règlements de divers pays et régions. Par exemple, l'OMS, le Royaume-Uni et l'agence écossaise de protection environnementale préconisent une distance minimale de 250 m, la Saskatchewan, de 100 m, et la Colombie-Britannique, de 120 m. La recommandation de 30 m du ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario détonne^{1,10}. Dans tous les cas, les valeurs choisies ne sont jamais justifiées.

Certaines publications tenaient compte du processus de décomposition du corps (bactéries, virus et autres pathogènes possibles et survie dans diverses conditions). L'hydrologie et le relief revenaient souvent au chapitre des éléments pouvant influencer la décomposition, tandis que la taille du cimetière et le nombre de dépouilles enterrées influaient sur le volume de lixiviat. Ces facteurs devraient dicter le caractère adéquat des distances recommandées.

Fait important, le taux d'élimination des micro-organismes augmente avec la température⁴. Dans les communautés du Grand Nord canadien, qui connaissent plusieurs mois par année des conditions très froides et sèches, il est peu probable que des dépouilles humaines posent un risque pour la santé publique en raison d'une contamination des eaux de surface. Ces conditions pourraient toutefois favoriser la survie des pathogènes. Par ailleurs, le pergélisol empêche l'infiltration dans les eaux souterraines, la nappe phréatique et les sols environnants.

En ce qui concerne les sépultures hors terre parfois pratiquées dans les petites communautés, il peut être risqué de consommer l'eau de surface pendant les mois plus doux, lorsque le dégel accélère la décomposition. Il serait prudent, au moment de planifier l'établissement ou l'agrandissement d'un cimetière, d'examiner les cartes des eaux de surface et de tenir compte de l'incidence du dégel du pergélisol associé aux changements climatiques sur ces cours d'eau.

En conclusion, nous n'avons pas trouvé de justification des distances de recul choisies pour prévenir la contamination des sources d'eau par le lixiviat des cimetières. Tous les cimetières sont différents (relief, climat, hydrologie, etc.); c'est pourquoi chaque site devrait faire l'objet d'une évaluation visant à confirmer que la distance est adéquate.

Tableau 1. Distances minimales par rapport à différentes sources d'eau. Le tiret (-) indique qu'aucun renseignement n'a été trouvé.

| Source d'eau potable (puits, trou de forage, source naturelle) | Autres sources naturelles ou cours d'eau, drains | Distance verticale de la tombe à la nappe phréatique | Pays |
|--|---|--|---|
| 250 m; plus si le site est escarpé ou que le débit de l'eau souterraine est rapide | 10 m | 1 m | Organisation mondiale de la Santé, Bureau régional de l'Europe ⁴ |
| 250 m | 30 m d'un plan d'eau non destiné à la consommation humaine ou à la préparation de nourriture; 10 m d'un drain | 1 m | Royaume-Uni ^{16,17} |
| 250 m | 50 m d'une source ou d'un cours d'eau autre; 10 m d'un drain | 1 m | Écosse ⁵ |
| - | - | 0,7 m | Allemagne Schraps (1972) ⁹ , tiré de Formanek (1997) |
| De 15 à 90 m selon l'utilisation de l'eau (Propriétés privées) 61 m. Aucune règle sur les cimetières publics. | - | - | États-Unis ¹³ Alaska, États-Unis ¹⁸ |
| 30 m d'un puits ou de toute autre eau de surface | - | 0,5 m | Canada (recommandation seulement) ^{1,10} |
| - | - | - | Whitehorse, Yukon, Canada ¹⁹ |
| - | - | - | Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest, Canada ²⁰ |
| 100 m d'un cours d'eau ou d'un puits | - | - | Saskatchewan, Canada ²¹ |
| 120 m d'un puits | - | - | Colombie-Britannique, Canada ²² |
| 120 m d'un puits | - | - | Colombie-Britannique, Canada ²³ |
| 120 m d'un puits | - | - | Île de Vancouver, Colombie-Britannique, Canada ²⁴ |

Remerciements

Nous souhaitons remercier toutes les personnes qui nous ont fait part de leur expertise et de leurs connaissances éclairantes quant aux règlements sur les cimetières, de même que le Tom Kosatsky, MD, directeur scientifique du Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE) et directeur de la Division des services de santé de l'environnement du Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, Lydia Ma, Ph. D., gestionnaire du CCNSE, et Helen Ward, Ph. D., chercheuse en santé environnementale au CCNSE, pour leurs précieux commentaires.

References

1. Formanek P. An assessment of groundwater contamination at cemetery sites. Kingston, ON: Queens' University; 1997. Available from: http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk2/tape17/PQDD_0007/MQ28197.pdf.
2. Fiedler S, Breuer J, Pusch CM, Holley S, Wahl J, Ingwersen J, et al. Graveyards - special landfills. *Sci Total Environ*. 2012 Mar 01;419:90-7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22285086>.
3. Engelbrecht J. Groundwater pollution from cemeteries [biennial conference], May 4–7. Cape Town, SA: Water Institute of South Africa; 1998. p. 1-8.
4. Üçisik AS, Rushbrook P. The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, Regional Office for Europe; 1998. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/108132/1/EUR_ICP_EHNA_01_04_01\(A\).pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/108132/1/EUR_ICP_EHNA_01_04_01(A).pdf).
5. Scottish Environment Protection Agency. Guidance on Assessing the Impacts of Cemeteries on Groundwater. Scotland: EPA; 2015. Available from: <https://www.sepa.org.uk/media/143364/lups-gu32-guidance-on-assessing-the-impacts-of-cemeteries-on-groundwater.pdf>.
6. Santarsiero A, Cutilli D, Cappiello G, Minelli L. Environmental and legislative aspects concerning existing and new cemetery planning. *Microchem J*. 2000 2000/12/01;/67(1):141-5. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X00001107>.
7. Oliveira B, Quinteiro P, Caetano C, Nadals H, Arroja L, Ferreira da Silva E, et al. Burial grounds' impact on groundwater and public health: an overview. *Water Environ J*. 2012;27(1):99-106. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.2012.00330.x>.
8. Santarsiero A, Minelli L, Cutilli D, Cappiello G. Hygienic aspects related to burial. *Microchem J*. 2000 2000/12/01;/67(1):135-9. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X00001090>.
9. Schrapf W. Die Bedeutung der filtereigenschaften des bodens für die anlage von friedhofen. *Mitteilungen Deutsche Bodenkundl*; 1972.
10. Soo Chan G, Scafe M, S E. Cemeteries and groundwater: an examination of the potential contamination of groundwater by preservatives containing formaldehyde. Toronto, ON: Ontario Ministry of the Environment, Branch WR;1992. Available from: <https://archive.org/details/cemeteriesground00chanuoft>.
11. Health Canada. Guidelines for Canadian drinking water quality. Ottawa, ON: Health Canada; 2017. Available from: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/water-quality/guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table-health-canada-2012.html>.
12. Zume JT. Assessing the potential risks of burial practices on groundwater quality in rural north-central Nigeria. *J Water Health*. 2011:609-16. Available from: <http://jwh.iwaponline.com/content/ppiwajwh/9/3/609.full.pdf>.
13. Sponberg AL, Becks PM. Inorganic soil contamination from cemetery leachate. *Water Air Soil Pollut*. 2000;117(1):313-27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005186919370>.
14. Vonk J, Tank S, Bowden W, Laurion I, Vincent W, Alekseychik P, et al. Reviews and synthesis: effects of permafrost thaw on Arctic aquatic ecosystems. *Biogeosciences*. 2015;12:7129-67. Available from: <https://www.biogeosciences.net/12/7129/2015/>.

15. Grosse G, Goetz S, McGuire A, Romanovsky V, Schuur E. Changing permafrost in a warming world and feedbacks to the earth system. *Environ Res Lett.* 2016;11:040201. Available from: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/4/040201>.
16. UK Environment Agency. The Environment Agency's approach to groundwater protection. Bristol, UK: Environment Agency; 2017. Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/620438/LIT_7660.pdf.
17. Cemetary Development Services. Greywater management. Bedfordshire, UK: Cemetary Development Services; 2015. Available from: <http://www.cemetarydevelopmentsservices.co.uk/greywater-management/>.
18. Alaska Division of Environmental Health. Disposal guidance. Juneau, AK: Government of Alaska; 2017 [cited 2017 Jun 8]; Available from: <http://dec.alaska.gov/eh/sw/guidance.html>.
19. City of Whitehorse. Cemeteries bylaw 2003-09. (2003). Available from: <http://www.whitehorse.ca/home/showdocument?id=104>.
20. City of Yellowknife. Consolidation of cemetery by-law no. 3965. (1997). Available from: <https://www.yellowknife.ca/bylaws/Bylaw/Details/b86242e0-2b4f-4d41-a659-15a06eb46b20>.
21. Government of Saskatchewan. The Cemeteries Regulations 2001, Chapter C-4.01 Reg 1 as amended by Saskatchewan Regulations 15/2011 and 37/2015. Queen's Printer.(2001). Available from: <http://www.qp.gov.sk.ca/documents/English/Regulations/Regulations/C4-01r1.pdf>.
22. Government of British Columbia. Public Health Act Health Hazards Regulation 216/2011. Available from: http://www.bclaws.ca/civix/document/id/complete/statreg/216_2011.
23. Municipality of Whistler. Bylaw No. 1788, 2006. Being a bylaw to operate, regulate and maintain the Whistler cemetery. Available from: https://www.whistler.ca/sites/default/files/related/residents/bylaws/1788_-_cemetary_regulations.pdf.
24. Vancouver Island Health Authority. Guidelines for the approval of water supply systems. Victoria, BC: VIHA; 2006. Available from: <http://www.viha.ca/NR/rdonlyres/71A5047A-4E40-43A3-A6ED-32C60041FCCC/0/GUIDELINESFORTHEAPPROVALOFWATERWORKS.pdf>.

Le présent document a été produit en octobre 2017 par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale, basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique. Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement. La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2017
200-601 West Broadway, Vancouver (Colombie-Britannique) V5Z 4C2
Tel: 604-829-2551 | Fax: 604-829-2556
contact@ccnse.ca | www.ccnse.ca

ISBN: 978-1-988234-15-1