

Évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols

**Service des lieux contaminés
Ministère de l'Environnement**

Avril 2004

1. Avant-propos

Des versions préliminaires de ce document ont été commentées par des membres du personnel du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement et de la Direction générale des opérations régionales du ministère de l'Environnement. Nous remercions toutes ces personnes pour leur précieuse contribution.

Tout commentaire sur ce document peut être expédié à l'adresse suivante :

Ministère de l'Environnement
Direction des politiques du secteur industriel
Service des lieux contaminés
Édifice Marie-Guyart
675, René-Lévesque Est
9^e étage, boîte 71
G1R 5V7

2. Mise en contexte

L'objectif du présent document consiste à établir des approches acceptables pour évaluer correctement, sur une base locale ou régionale, la teneur de fond naturelle dans les sols d'un terrain potentiellement contaminé (le lieu à l'étude), en vue notamment de l'application du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT).

Il s'agit donc de différencier les concentrations de métaux ou métalloïdes que l'on trouve naturellement dans le sol de celles provenant d'une activité humaine. Cependant, l'évaluation du risque que représente une concentration donnée dans le sol pour la santé humaine ou l'environnement ne fait pas partie des objectifs visés ici. Ces questions sont abordées dans d'autres documents.

Le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) a calculé des distributions de teneurs en métaux et métalloïdes pour cinq provinces géologiques du Québec¹. Dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (la Politique), les critères A pour les métaux et métalloïdes dans les sols correspondent généralement à une valeur située entre le 90^e et le 98^e centile des distributions calculées par le MRNFP pour chaque province géologique.

Ce travail constitue une première étape qui peut être raffinée afin de mieux représenter la distribution locale des métaux et métalloïdes dans les sols. Les teneurs de fond naturelles des métaux et métalloïdes dans les sols dépendent de la composition du matériel

¹ J. CHOINIÈRE et M. BEAUMIER, 1997. *Bruits de fond géochimiques pour différents environnements géologiques au Québec*, Québec, ministère des Ressources naturelles.

géologique qui leur a donné naissance ainsi que des facteurs qui ont joué un rôle lors de leur formation.

Le tableau 1 de l'annexe 2 de la Politique indique ce qui suit :

Pour les métaux ou métalloïdes, il peut arriver que la teneur de fond naturelle d'un sol excède le critère générique utilisé. Cette teneur de fond, en autant qu'elle est adéquatement évaluée et documentée, se substituera au critère générique pour l'évaluation de la contamination à moins qu'un impact manifeste ou un risque pour la santé ne soit constaté.

Selon le 3^e alinéa de l'article 1 du RPRT, ces situations doivent être gérées de la façon suivante :

En outre, lorsqu'un contaminant mentionné dans la partie I (métaux et métalloïdes) de l'annexe I ou II est présent dans un terrain en concentration supérieure à la valeur limite fixée à cette annexe et qu'il n'origine pas d'une activité humaine, cette concentration constitue, pour les fins des articles 31.51, 31.52, 31.54, 31.55, 31.57, 31.58 et 31.59 de la Loi sur la qualité de l'environnement, la valeur limite applicable pour ce contaminant.

3. Approches acceptables

Quelle que soit la méthodologie utilisée, l'échantillonnage doit permettre d'obtenir des mesures représentatives des dépôts meubles naturels en place. Si le lieu à l'étude ou les lieux témoins contiennent des remblais, ce ne sont pas les concentrations des matériaux de remblayage qui servent à évaluer la teneur de fond naturelle dans les sols. De même, les concentrations dans l'assise rocheuse ne sont pas celles recherchées pour l'application de l'article 1 du RPRT.

3.1 Obtention des données

3.1.1 Études et recherches existantes

La première possibilité à envisager consiste à utiliser des données déjà publiées dans le cadre de recherches sérieuses effectuées par des organismes reconnus. Lors de la sélection des données, on tiendra compte du matériel géologique parental et de la genèse des sols par rapport aux sols du lieu à l'étude. L'objectif est de comparer des sols dérivés de la même unité géologique et appartenant le plus possible à la même couche que les sols du lieu à l'étude. Lorsqu'il s'agit d'une couche naturelle en surface (0 à 1 m par exemple), on tentera de regrouper les sols sur le plan textural et pédologique.

À titre d'exemples, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation a publié une étude sur les teneurs en métaux lourds dans les sols du Québec². L'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) possède des cartes pédologiques, des rapports ainsi que des bases de données sur les sols situés en surface.

Le MRNFP a produit un document portant sur les teneurs de fond dans différentes provinces géologiques du Québec¹. Outre ce document, on peut consulter au MRNFP des rapports géochimiques (horizon B, échantillons de till et de sédiments de ruisseaux et de lacs) et des cartes illustrant des résultats d'analyses.

Les données choisies doivent être celles qui sont les moins susceptibles d'avoir été influencées par une activité humaine. On pourra vérifier les dates de prélèvement par rapport à l'historique des activités humaines du secteur.

Si cette approche est retenue, il faudra aussi tenir compte, lors de l'interprétation des données, des différences de méthodologies pour le prélèvement, le milieu échantillonné, la préparation et l'analyse par rapport à la méthodologie du ministère de l'Environnement. Le cas échéant, il faudra aussi tenir compte des variations dans les concentrations naturelles en métaux d'une couche à l'autre.

3.1.2 Prélèvement d'échantillons témoins

À la section 2.3.1.4, le *Guide de caractérisation des terrains* propose déjà une démarche générale de prélèvement d'échantillons témoins locaux ou régionaux, leur différenciation étant basée sur la proximité par rapport au lieu à l'étude. Même si l'objectif de ce guide est d'obtenir une valeur de référence plutôt qu'une teneur de fond, la démarche proposée peut être adaptée.

Ainsi, une seconde possibilité consiste à prélever des échantillons témoins de sols afin d'établir si la présence de la contamination dans les sols est liée à une source anthropique ou si des concentrations élevées sont présentes de façon naturelle.

Quelle que soit l'option choisie à l'intérieur de la présente section, l'échantillonnage est aléatoire de façon à pouvoir réaliser subséquent un traitement statistique des résultats. La densité d'échantillonnage et le nombre d'échantillons doivent être adéquats afin d'assurer une représentativité statistique.

Tout en demeurant à la même station d'échantillonnage (par exemple à l'intérieur de 1 m² ou à l'intérieur d'une même tranchée), l'échantillon peut être composé, c'est-à-dire formé de plusieurs sous-échantillons combinés à l'intérieur d'une même couche. Il est recommandé de conserver une partie des sous-échantillons au cas où leur analyse serait requise ultérieurement.

² M. GIROUX et autres, 1992. *Caractérisation de la teneur en métaux lourds totaux et disponibles des sols du Québec*, Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

En demeurant à la même station d'échantillonnage, afin d'obtenir une meilleure représentativité les sous-échantillons d'une même couche peuvent être versés dans un contenant de quelques dizaines de litres. Après homogénéisation, un échantillon est prélevé et analysé.

Pour plus de détails sur les protocoles de prélèvement des sols, le lecteur pourra consulter les cahiers 1 (généralités) et 5 (sols) du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale*.

Les méthodes d'analyses recommandées pour les sols ainsi que la liste des laboratoires accrédités pour ces analyses apparaissent sur le site Internet du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), accessible à partir du site du ministère de l'Environnement (www.menv.gouv.qc.ca).

Lorsqu'il s'agit d'une couche naturelle de sol en surface, on ajoutera les analyses de base nécessaires à la caractérisation pédologique et les analyses texturales des sols. On recommande de tenir compte d'au moins trois classes texturales (sable, loam, argile) et d'au moins trois grands groupes pédologiques (podzol, brunisol, gleysol).

1^{re} option

Les échantillons témoins locaux sont prélevés dans un ou plusieurs lieux adjacents ou très rapprochés du lieu à l'étude. On cherche à prélever les échantillons témoins le plus près possible du lieu à l'étude, mais à des endroits non influencés par ce dernier. Les données choisies proviendront de sols dérivés de la même unité géologique et appartenant à la même couche que le sol du lieu à l'étude. On n'échantillonne pas à des profondeurs prédéterminées, mais plutôt en suivant les couches des sols. Dans le cas d'une couche de surface, on visera le même groupe pédologique et textural que celui du lieu à l'étude.

Si le lieu à l'étude a été perturbé, il peut être difficile d'apparenter des couches avec celles du lieu de prélèvement des échantillons témoins. Pour pallier cette difficulté, on pourrait trouver de l'information sur la stratification originale du lieu à l'étude en consultant les études géotechniques réalisées lors de la construction des bâtiments, ou encore se référer à des échantillonnages antérieurs aux activités humaines. Par exemple, si on connaît la nature du sol, il est possible d'échantillonner un témoin correspondant à ce profil.

Les échantillons témoins locaux proviennent d'endroits adjacents au lieu à l'étude ou très rapprochés de celui-ci. Ces endroits doivent être les moins susceptibles d'avoir été contaminés par une activité humaine. Les forêts et les parcs boisés peuvent être adéquats. Les endroits choisis sont situés préférablement en amont du lieu à l'étude par rapport aux vents dominants, au sens d'écoulement des eaux et à la topographie du terrain. Les méthodes de préparation des échantillons et d'analyse chimique sont les mêmes que pour le lieu à l'étude. Afin de ne pas comptabiliser les apports provenant de sources diffuses d'origine anthropique (par exemple la contamination aérotransportée), on évitera de prélever les premiers centimètres des sols en surface.

Il est aussi possible de prélever des échantillons témoins locaux sur le lieu à l'étude. Par exemple, les échantillons témoins peuvent provenir d'une parcelle non perturbée et répondant aux conditions énumérées précédemment.

2^e option

Bien que ce ne soit pas prévu dans le *Guide de caractérisation des terrains*, il est aussi possible de comparer les teneurs dans la couche à l'étude à celles de la couche située immédiatement dessous. Des teneurs décroissantes selon la profondeur indiquent un apport plus récent de matériaux présentant des concentrations plus élevées. Cet apport peut être le résultat d'une activité humaine, même si ce n'est pas nécessairement le cas. Des teneurs constantes ou croissantes selon la profondeur indiquent possiblement une origine naturelle. Lors de l'interprétation des données, il faut notamment tenir compte des mécanismes de dispersion des dépôts. La couche inférieure peut servir d'indice d'accumulation lorsqu'il y a uniformité du dépôt. Une autre difficulté lors de l'interprétation des données peut provenir de la migration des contaminants vers la couche inférieure.

Les couches ainsi comparées doivent être semblables notamment en termes de texture, car les concentrations naturelles en métaux peuvent varier d'une couche à l'autre. L'échantillonnage des témoins locaux doit être réalisé en respectant les couches et non pas en prélevant les échantillons par tranches d'une épaisseur prédéfinie et s'étendant sur plus d'une couche. Les méthodes de prélèvement, de préparation et d'analyse des échantillons sont uniformes d'une couche à l'autre. Ces méthodes seront décrites dans le rapport prévu à la section 4.

3.2 Calculs statistiques

L'objectif est de comparer les résultats des échantillons témoins ou les données déjà publiées à ceux provenant du lieu à l'étude.

À des fins de calcul statistique, dans le cas où le résultat de l'analyse chimique d'un paramètre est inférieur à la limite de détection de la méthode, le résultat considéré est égal à la moitié de la limite de détection. La limite de détection de la méthode est fournie par le laboratoire qui effectue l'analyse. Dans le cas où des échantillons témoins sont prélevés, il s'agit d'un laboratoire accrédité. La limite de détection dépend du type d'instrumentation ou de la méthode analytique utilisée, et l'opinion du CEAEQ pourra être sollicitée pour l'évaluer. Cette limite doit être suffisamment basse pour permettre l'obtention d'une courbe de distribution et permettre au moins la mesure des normes prévues au RPRT.

Il faut que le nombre de données publiées ou d'échantillons témoins prélevés soit suffisamment élevé pour s'assurer que la distribution des valeurs des échantillons est applicable au lieu à l'étude. Plus le nombre d'échantillons est élevé, plus ce raisonnement

a de valeur. Il est préférable de procéder à un échantillonnage plus exhaustif que de limiter l'échantillonnage et de devoir ensuite présumer ou extrapoler des résultats. C'est pourquoi on recommande à tout le moins une trentaine d'échantillons témoins, l'idéal étant une centaine. On cherche à établir une distribution de données sur des sols dérivés de la même unité géologique et issues de la même couche ou du même groupe pédologique et textural s'il s'agit d'une couche naturelle en surface (0 à 1 m par exemple).

La teneur de fond locale ou régionale dans les sols peut alors correspondre à un centile supérieur (généralement le 98^e) de la distribution des valeurs publiées ou de celles des échantillons témoins. Un centile représente chacune des 99 valeurs répartissant une distribution statistique en 100 classes d'effectif égal.

4. Le rapport

Le rapport de caractérisation, les valeurs colligées dans la littérature ou dans des banques de données, les calculs détaillés ayant servi à la détermination des teneurs de fond ainsi que leur justification approfondie doivent être fournis à la direction régionale concernée, qui les transmettra au Service des lieux contaminés du ministère de l'Environnement. Le document mettra en perspective les résultats et interprétations en fonction de la géologie locale et régionale, de la pédologie locale et régionale ainsi que des activités s'étant déroulées sur le lieu à l'étude. L'expertise d'une personne possédant de solides connaissances en géologie, ou en pédologie dans le cas de sols de surface, est nécessaire pour réaliser cette mise en contexte. Des plans et coupes localisant les points de prélèvement et illustrant la géologie ou la pédologie locale ou régionale devront être joints au rapport afin de mieux expliquer la procédure choisie. On décrira les méthodes de prélèvement, de préparation et d'analyse des échantillons. Lors de l'interprétation, on tiendra compte de la variabilité des résultats causée par le protocole analytique ou par les micro-hétérogénéités naturelles du sol. On fournira également les profils détaillés des sols échantillonnés et les certificats d'analyse.

5. Exemple fictif

En suivant les prescriptions du *Guide de caractérisation des terrains*, un consultant mesure les concentrations suivantes de cobalt dans une couche de sol du lieu à l'étude : 70, 64, 73, 68 (ppm, base sèche).

Ces concentrations sont supérieures à celle de 50 ppm publiée à l'annexe I du RPRT.

Le consultant soupçonne que ces concentrations pourraient être naturelles et désire donc évaluer une teneur de fond locale.

En respectant le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*, le consultant prélève des échantillons témoins locaux dérivés de la même unité géologique et dans la même couche de sol que le lieu à l'étude. S'il s'agit d'une couche naturelle de

surface (0 à 1 m par exemple), il s'assure que les témoins appartiennent au même groupe pédologique et textural que les échantillons du lieu à l'étude. Les échantillons témoins locaux proviennent d'un lot boisé situé à proximité mais peu susceptible d'avoir été contaminé par une activité humaine. Les méthodes de préparation et d'analyse des échantillons sont les mêmes que celles du lieu à l'étude. Suivant les analyses effectuées par un laboratoire accrédité et selon les méthodes recommandées par le ministère de l'Environnement, on obtient les résultats suivants (ppm, base sèche) : 83, 64, 73, 62, 60, 81, 68, 79, 60, 65, 73, 64, 76, 59, 83, 75, 67, 88, 65, 68, 61, 73, 89, 73, 61, 67, 74, 71, 63, 80, 74, 69, 81, 60, 78, 70, 82, 61, 85, 70, 76, 83, 88, 84, 60, 68, 86, 91, 72, 67, 80, 66, 85.

Le consultant rédige le rapport prévu à la section 4. Il estime la teneur de fond locale en calculant le 98^e centile de la distribution des concentrations dans les échantillons témoins locaux. Plusieurs chiffriers électroniques peuvent effectuer ce calcul. Les 98^e, 95^e et 90^e centiles donnent respectivement 89, 88 et 85 ppm, qui sont des valeurs équivalentes compte tenu de la variabilité associée aux analyses de sols.

Puisque toutes les mesures réalisées sur le lieu à l'étude sont inférieures à ces centiles et en tenant compte des divers éléments d'interprétation inclus dans le rapport, le consultant conclut que les teneurs mesurées sur le lieu à l'étude sont probablement naturelles.

6. Références

BAIZE, D., 1997. *Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols*, Paris, INRA.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 1999. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*, cahier 1 (*Généralités*) et cahier 5 (*Échantillonnage des sols*), Québec, ministère de l'Environnement.

CHOINIÈRE, J. et M. BEAUMIER, 1997. *Bruits de fond géologiques pour différents environnements géologiques au Québec*, Québec, ministère des Ressources naturelles.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT, 1991. *Lignes directrices nationales sur la désaffectation des sites industriels*, p. 51-52.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT, 1996. *Document d'orientation sur l'établissement d'objectifs particuliers à un terrain en vue d'améliorer la qualité du sol des lieux contaminés au Canada*, Winnipeg, Programme national d'assainissement des lieux contaminés, p. 27-28.

FOUCAULT, A. et J.F. RAOULT, 1988. *Dictionnaire de géologie*, 3^e édition, Paris, Masson.

GELLER, S., 1979. *Statistique*, 3^e édition, Paris, Masson.

GIBBONS, R.D., 1994. *Statistical Methods for Groundwater Monitoring*, New York, Wiley.

GILBERT, N., 1990. *Statistiques*, Montréal, Études vivantes, chapitres 13 et 18.

GIROUX, M. et autres, 1992. *Caractérisation de la teneur en métaux lourds totaux et disponibles des sols du Québec*, Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

MASSACHUSETTS DEPARTMENT OF ENVIRONMENT PROTECTION, 2002. *Hazardous Waste Regulations 310 CMR 30.600 – 310 CMR 30.699*, Boston, Published by Secretary of the Commonwealth.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1999. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, Québec, le Ministère.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 2003. *Guide de caractérisation des terrains*, Québec, le Ministère, p. 12, 31 à 39.

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY, 1993. *Ontario Typical Range of Chemical Parameters in Soil, Vegetation, Moss Bags and Snow*, Toronto, Queen's Printer for Ontario, p. 1 à 9.

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY, 1996. *Guideline for Use at Contaminated Sites in Ontario*, Toronto, Queen's Printer for Ontario, p. 14-15.

MORISSETTE, S., 2003. *Méthodes d'expression de l'incertitude de mesure pour la préparation d'échantillons de contrôle de la performance analytique*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

SPIEGEL, Murray R., 1977. *Théorie et application de la statistique*, New York, McGraw-Hill.

STATE OF RHODE ISLAND AND PROVIDENCE PLANTATIONS, DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, 1996. *Remediation Regulations*, p. 5, 29 et 30.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF ECOLOGY, 1996. *The Model Toxics Control Act: Cleanup Regulation, Chapter 173-340, WAC*, Olympia, Publications Distribution Office, p. 5, 9, 48 et 49.