

PAR COURRIEL

Québec le 19 octobre 2021

Objet : Demande d'accès n° 2021-04-045 – Lettre de réponse

Monsieur,

La présente fait suite à votre demande d'accès concernant le Guide de caractérisation, de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés ainsi que du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementale pour les sols qui étaient en vigueur en 1996.

Les documents suivants sont accessibles, il s'agit de :

1. Guide standard de caractérisation de terrains contaminés, février 1988, 42 pages;
2. Politique de réhabilitation des terrains contaminés, février 1988, 48 pages;
3. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementale, cahier 1, 1994, 81 pages;
4. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 5, 1995, 75 pages.

Conformément à l'article 51 de la Loi, nous vous informons que vous pouvez demander la révision de cette décision auprès de la Commission d'accès à l'information. Vous trouverez, en pièce jointe, une note explicative concernant l'exercice de ce recours ainsi qu'une copie des articles précités de la Loi.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, vous pouvez communiquer avec M^{me} Caroline Caron, analyste responsable de votre dossier, à l'adresse courriel caroline.caron@environnement.gouv.qc.ca, en mentionnant le numéro de votre dossier en objet.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

La directrice,

... 2

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Chantale Bourgault

p. j. 5

**GUIDE STANDARD DE CARACTÉRISATION
DE TERRAINS CONTAMINÉS**

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC
DIRECTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES
GESTION DES LIEUX CONTAMINÉS**

Février 1988

Série: Substances dangereuses QEN/SD-2

Dépôt légal - 1^{er} trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN: 2-550-18560-9

Envirodoq 880078

AVANT-PROPOS

Le présent guide technique s'adresse aux promoteurs, consultants ou propriétaires de terrains contaminés qui interviendront dans la réalisation de projets de réhabilitation de ce type de lieu. Ce guide établit les **lignes directrices** à suivre lors de la **caractérisation** d'un terrain contaminé dans le cadre de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS	I
TABLE DES MATIÈRES	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES ANNEXES	IV
INTRODUCTION	1
1. CARACTÉRISATION PRÉLIMINAIRE	5
1.1 Revue de l'information existante	5
1.2 Inspection du terrain	7
1.3 Échantillonnage préliminaire	7
1.4 Élaboration du programme de démantèlement	8
2. CARACTÉRISATION	9
2.1 Élaboration du programme de caractérisation ..	9
2.2 Réalisation du programme de caractérisation ..	13
2.2.1 Déchets et matières dangereuses	13
2.2.2 Sols contaminés	13
2.3 Évaluation hydrogéologique et hydrologique	13
3. RAPPORT DE CARACTÉRISATION	15
3.1 Contenu du rapport	17
3.1 Analyse des risques	18
3.2 Analyse de pré-faisabilité	19

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURES</u>	<u>Page</u>
1 Procédure de caractérisation d'un terrain contaminé ...	3
2 Cheminement à suivre pour effectuer la caractérisation d'un terrain contaminé	12
3 Procédure d'évaluation de la nécessité de procéder à la décontamination d'un terrain	16

LISTE DES TABLEAUX

<u>TABLEAUX</u>	
I Importance relative des facteurs d'exposition en fonction de l'usage projeté du terrain	11

LISTE DES ANNEXES

<u>ANNEXES</u>	
A Grille des critères indicatifs de la contamination des sols et de l'eau souterraine	
B Liste des publications portant sur les sols contaminés	

INTRODUCTION

Un terrain peut avoir été contaminé par des substances dangereuses de multiples façons. Ainsi, jusqu'à tout récemment, l'arrière-cour des usines servait souvent de lieu d'élimination. À proximité immédiate des usines, dans les cours d'entreposage, aux quais de déchargement, voire sous les usines, des contaminants ont pu, lors des opérations quotidiennes ou lors de déversements accidentels, s'échapper et imprégner lentement les sols et la nappe phréatique. Certains réservoirs enfouis ont pu également laisser fuir une partie des liquides qu'ils contenaient.

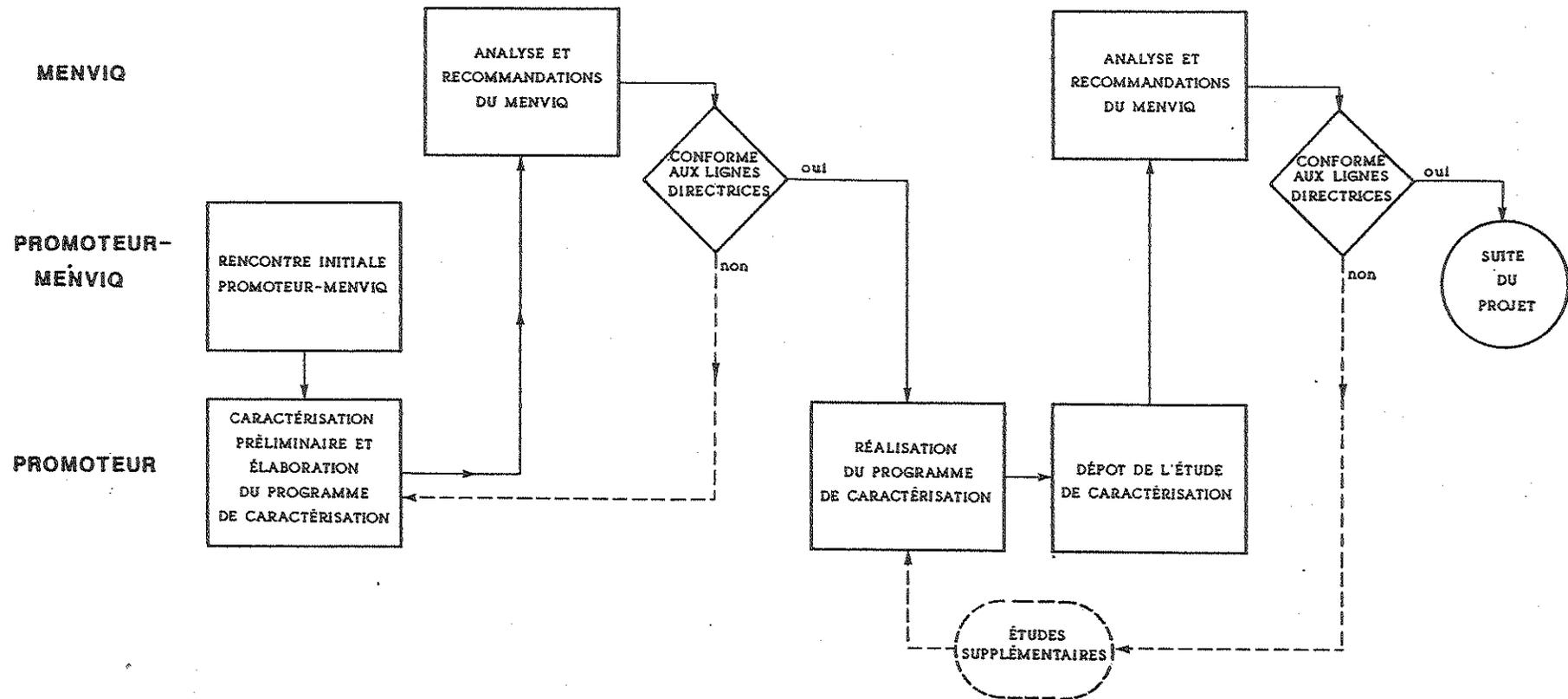
Les opérations ayant conduit à la contamination des sols se sont parfois déroulées il y a quelques décennies. La caractérisation de terrains contaminés est donc relativement complexe, les superficies à couvrir étant parfois assez vastes, et les informations sur la nature et la quantité des contaminants, souvent inexistantes ou vagues.

Le présent guide a été élaboré de façon à ce que les intervenants, (promoteurs, consultants, propriétaires, etc.) soient au fait des renseignements à recueillir et de la marche à suivre au moment de la caractérisation d'un terrain contaminé.

Une caractérisation correctement réalisée est indispensable lorsque vient le temps d'évaluer la faisabilité d'un projet et d'élaborer les plans et devis de réhabilitation du terrain.

La caractérisation (Fig. 1) se divise en trois grandes étapes: la caractérisation préliminaire, la caractérisation et enfin la rédaction du rapport de caractérisation auxquelles le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) est étroitement associé.

Figure 1
PROCÉDURE DE CARACTÉRISATION D'UN TERRAIN CONTAMINÉ



1. CARACTÉRISATION PRÉLIMINAIRE

Cette étape vise à identifier les zones susceptibles d'avoir été contaminées de même que le type de contaminants potentiellement présents sur le terrain. Elle permet d'élaborer le programme de caractérisation de façon rationnelle tout en s'assurant que l'on pourra recueillir le maximum d'informations sur la contamination du terrain. Cette étape permet également de recueillir les informations nécessaires pour l'élaboration du programme de démantèlement des infrastructures industrielles encore en place.

Dans certains cas, la caractérisation préliminaire pourra démontrer qu'il n'est pas nécessaire de procéder à une caractérisation exhaustive ou d'élaborer un programme de démantèlement.

1.1 Revue de l'information existante

L'historique des opérations, surtout dans le cas de vieilles zones industrielles, revêt une grande importance. Dans la mesure du possible, toutes les informations disponibles concernant les installations qui ont été exploitées sur le terrain seront colligées. Des plans sur lesquels sont identifiées ces installations constituent un bon outil de travail. Dans une même usine, il est également important de vérifier s'il y a eu variation de la nature de la production ou des procédés industriels au fil des ans.

Une liste des matières premières utilisées indiquant les lieux d'entreposage et les lieux d'utilisation devrait également être élaborée, de même qu'une liste des déchets produits et de leur lieu d'élimination. L'identification de tout épisode de

déversements ou de fuites revêt également un grand intérêt. L'analyse de photos aériennes, de vieux plans et devis ainsi que des entrevues avec d'anciens employés sont les moyens les plus efficaces d'y parvenir.

Il est également important de se faire une idée des **utilisations du secteur avoisinant** le lieu. Zones agricoles, résidentielles, récréatives, cours d'eau sensibles, prises d'eau potable, etc., constituent autant d'usages sensibles à vérifier. L'**utilisation projetée du terrain** à l'étude est également déterminante.

Ces informations pourront éventuellement influencer le niveau de décontamination à atteindre. Elles peuvent également être utiles lorsque vient le temps de s'interroger sur le bruit de fond physico-chimique de la région et sur les apports potentiels de contaminants provenant de l'extérieur. Il ne s'agit pas ici d'obtenir des plans détaillés mais uniquement d'avoir une idée globale de la région avoisinant le terrain.

Les schémas d'aménagement des M.R.C. ou des Communautés urbaines, les plans d'urbanisme des municipalités et les documents de divers organismes gouvernementaux constituent autant de sources utiles d'informations à ce sujet.

Les **caractéristiques géologiques et hydrogéologiques régionales** recueillies à cette étape permettront d'évaluer le potentiel de contamination des eaux souterraines et la profondeur des forages à effectuer au besoin lors de la caractérisation. Les rapports géologiques de dépôts meubles et hydrogéologiques régionaux réalisés par les gouvernements fédéral ou provincial sont particulièrement utiles à cet effet.

1.2 Inspection du terrain

A la suite de la revue des documents existants, une inspection du terrain et des infrastructures encore en place permettra de compléter la cueillette d'informations. Cette visite devrait se faire en compagnie de personnes ressources (anciens employés, représentants du MENVIQ, consultants) pouvant apporter des éclaircissements souhaités ou des observations utiles à l'**identification de zones potentiellement contaminées** ainsi qu'au choix de la localisation des stations d'échantillonnage. Une attention particulière sera également portée à l'**identification des zones potentiellement dangereuses** pour la santé et la sécurité des personnes qui travailleront sur le terrain lors de la caractérisation ou lors des travaux de démantèlement.

1.3 Échantillonnage préliminaire

Lors de l'inspection du terrain ou d'une visite subséquente, il sera possible de procéder à des échantillonnages préliminaires des **déchets et des sols et matériaux apparemment contaminés**, de façon à identifier les contaminants visiblement présents.

Ces informations permettront de guider le choix des paramètres à analyser lors de la caractérisation et de planifier un programme de prévention pour les personnes qui travailleront sur le terrain lors de la caractérisation ou du démantèlement.

1.4 Élaboration du programme de démantèlement

Dans un projet de réhabilitation d'un ancien terrain industriel, il est parfois nécessaire de procéder au démantèlement des infrastructures encore en place (bâtiments, réservoirs, tuyaux enfouis ou hors terre, etc.).

Les informations recueillies lors de la caractérisation préliminaire permettront d'identifier les infrastructures qu'il convient de démanteler selon l'utilisation projetée du terrain.

L'élimination des matières premières, des déchets ou matériaux dangereux encore en place devra être planifiée de façon à se conformer à la Loi sur la qualité de l'environnement et plus particulièrement au Règlement sur les déchets dangereux et au Règlement sur les déchets solides.

Une attention particulière devra être apportée aux mesures de mitigation à mettre en place lors des travaux, de façon à éviter la dispersion de contaminants à l'extérieur du terrain et à ne pas contaminer davantage les sols en place.

Le programme de démantèlement devrait être remis au Ministère de l'Environnement de même qu'aux autres autorités concernées avant que ne débutent les travaux.

2. CARACTÉRISATION

La **qualité de l'information** obtenue lors des travaux de caractérisation dépend de la localisation des stations d'échantillonnage de même que des soins apportés à l'**échantillonnage** et aux **analyses** en laboratoire.

2.1 Élaboration du programme de caractérisation

Toutes les données recueillies dans le cadre de la caractérisation préliminaire (lieux d'entreposage, lieux d'élimination, rampes de déchargement, égoûts chimiques, parcs de réservoirs, bassins de traitement, etc.) seront reportées sur une carte de la **zone cible**. Ainsi, on pourra déterminer les aires les plus susceptibles d'avoir été contaminées et celles où l'information est insuffisante. Une carte englobant la **zone avoisinante** pourra contenir l'information sur les usages environnants.

Parallèlement, le promoteur pourra vérifier par une revue des publications pertinentes l'**existence de cas similaires**: usines du même type, contaminants présents, nature des problèmes rencontrés, mesures de réhabilitation. Si les connaissances sont insuffisantes sur la nature, les propriétés physico-chimiques ou la toxicité des matières premières, produits finis ou déchets, il peut être utile, dès la présente étape, de chercher l'information de façon à pouvoir déterminer s'il est nécessaire de mettre l'accent sur l'analyse de certains paramètres dans les échantillons recueillis.

Ayant en main les outils de travail définis précédemment, le promoteur pourra élaborer son programme de caractérisation.

Les données à recueillir lors de la caractérisation devront permettre de répondre à six **questions fondamentales** avant que l'on puisse se prononcer sur la pertinence d'un projet de réhabilitation. Ces questions sont:

- quelles sont les utilisations actuelles et projetées du terrain et les usages actuels et projetés des terrains avoisinants?
- quels contaminants sont présents, à quel endroit et en quelles concentrations?
- quels sont les dangers reliés à ces contaminants, compte tenu de leurs mode de dispersion et de leur effet sur les usages projetés du terrain?
- quels sont les dangers provenant de la migration des contaminants hors du terrain qui pourraient avoir des impacts sur les usages avoisinants ou sur l'environnement en général?
- qu'est-ce qui peut être fait pour annuler ou diminuer les dangers identifiés?
- est-ce qu'une autre utilisation du terrain pourrait éliminer les dangers plus adéquatement?

L'**utilisation projetée du terrain** revêt donc une grande importance dans la planification de la caractérisation puisqu'elle décidera de l'attention à apporter à certains facteurs (Tab. I). L'examen de ces facteurs et celui des **usages avoisinant** du territoire guideront à leur tour le cheminement à suivre lors de la caractérisation (Fig. 2).

Lorsque le programme de caractérisation (le nombre d'échantillons, leur localisation et la nature des paramètres analysés) sera clairement défini, il sera transmis avec toutes

TABLEAU I
 IMPORTANCE RELATIVE DES FACTEURS D'EXPOSITION EN
 FONCTION DE L'USAGE PROJETÉ DU TERRAIN

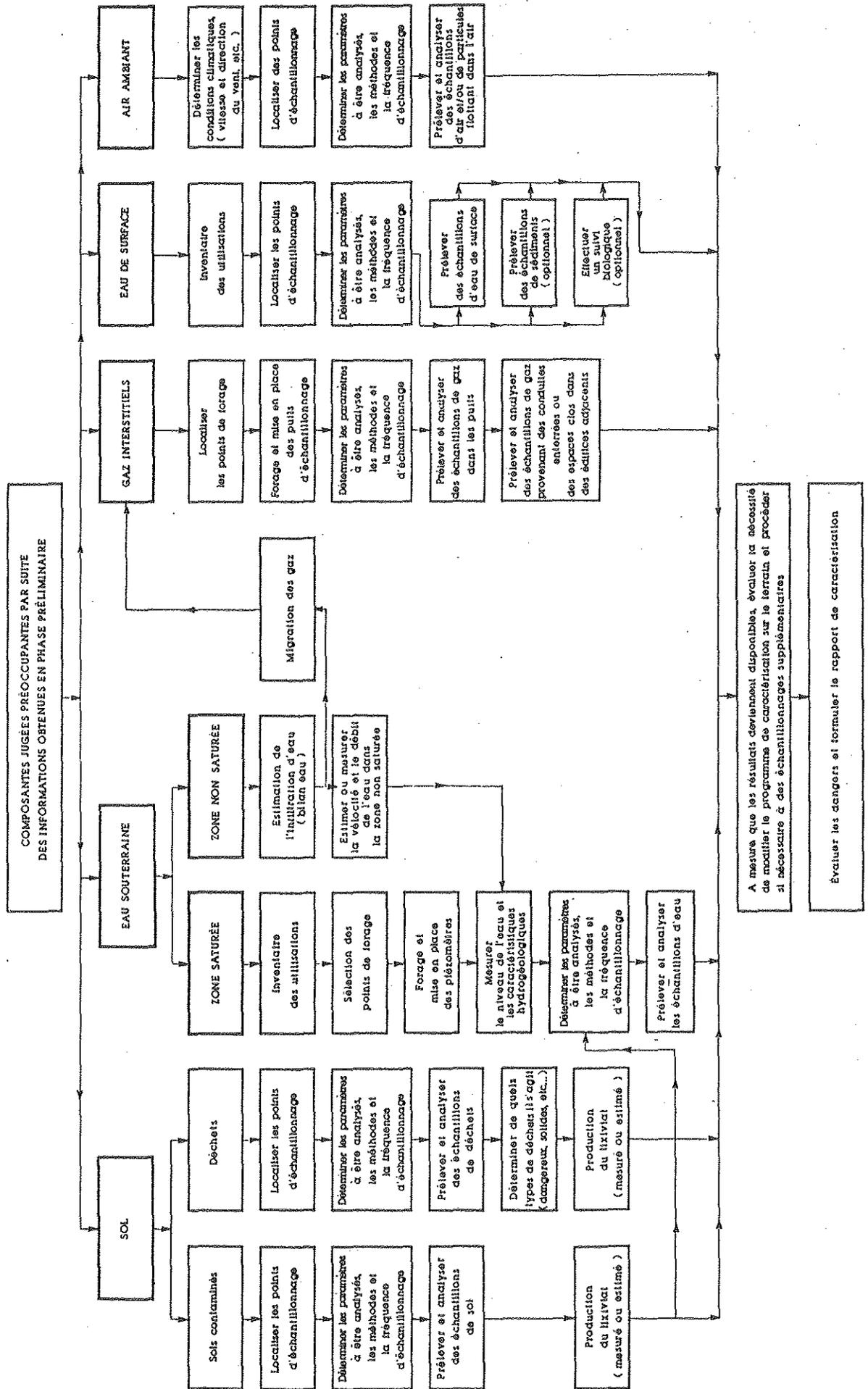
SUBSTRATS	EAU		AIR		SOL				
	Points critiques Usages	Utilisation de l'aquifère comme source d'eau potable	Infiltration dans le réseau de distribution d'eau	Inhalation de vapeurs	Inhalation de particules contaminées	Désagrégation des structures de bâtiments et conduites	Ingestion de sols (enfants)	Bioaccumulation par les plantes	Caractère phytotoxique des contaminants
Résidentiel*	1	1	1	1	1	1	1 (potagers)	1 (aménagement paysager)	1
Commercial*	1	1	2	2	1	3	-	2 (aménagement paysager)	3
Industriel	1	1	2	2	1	3	-	3	2
Récréatifs (Plein-air)	1	1	3	1	-	1	3	1	1
Agricole	1	-	3	1	-	3	1	1	1

Ce tableau n'est qu'indicatif; chaque situation présente des caractéristiques propres.

* Les édifices institutionnels peuvent être assimilés à l'un ou l'autre usage selon le cas.

1: Facteur très important; 2: facteur important; 3: Facteur négligeable

Figure 2
CHEMINEMENT À SUIVRE POUR EFFECTUER LA CARACTÉRISATION D'UN TERRAIN CONTAMINÉ



les informations recueillies, lors de la caractérisation préliminaire, au ministère de l'Environnement du Québec. Le **programme de caractérisation** devra être approuvé avant que débute la campagne d'échantillonnage (Fig. 1). Ainsi, on réduit le risque d'avoir à reprendre une campagne de caractérisation jugée inadéquate.

2.2 Réalisation du programme de caractérisation

2.2.1 Déchets et matières dangereuses

Les méthodes de prélèvement et d'analyse, dans le cas de déchets et de matières potentiellement dangereux, doivent respecter, dans la mesure du possible, les modalités prévues au **Règlement sur les déchets dangereux** ou au **Règlement sur les déchets solides**.

2.2.2 Sols contaminés

Dans le cas des sols contaminés, les méthodes préconisées sont celles décrites dans les guides techniques: "**Guide des méthodes de prélèvement des échantillons d'eau et de sol**" et "**Guide des méthodes de conservation et d'analyse des échantillons d'eau et de sol**", tous deux distribués par le ministère de l'Environnement du Québec (voir annexe B).

2.2.3 Évaluation hydrogéologique et hydrologique

Les deux guides mentionnés précédemment pourront s'avérer d'une grande utilité pour l'évaluation hydrogéologique ainsi que pour le choix des méthodes de prélèvement et d'analyse des **eaux souterraines** ou des **eaux de surface**.

3. RAPPORT DE CARACTÉRISATION

Le **rapport de caractérisation** remis au ministère de l'Environnement du Québec sera un résumé de la démarche suivie et de l'ensemble des informations obtenues. Il identifiera clairement **l'étendue des zones contaminées** (superficies, volumes, etc.), les raisons pour lesquelles elles sont considérées contaminées ou non contaminées de même que **l'évolution anticipée** de cette contamination.

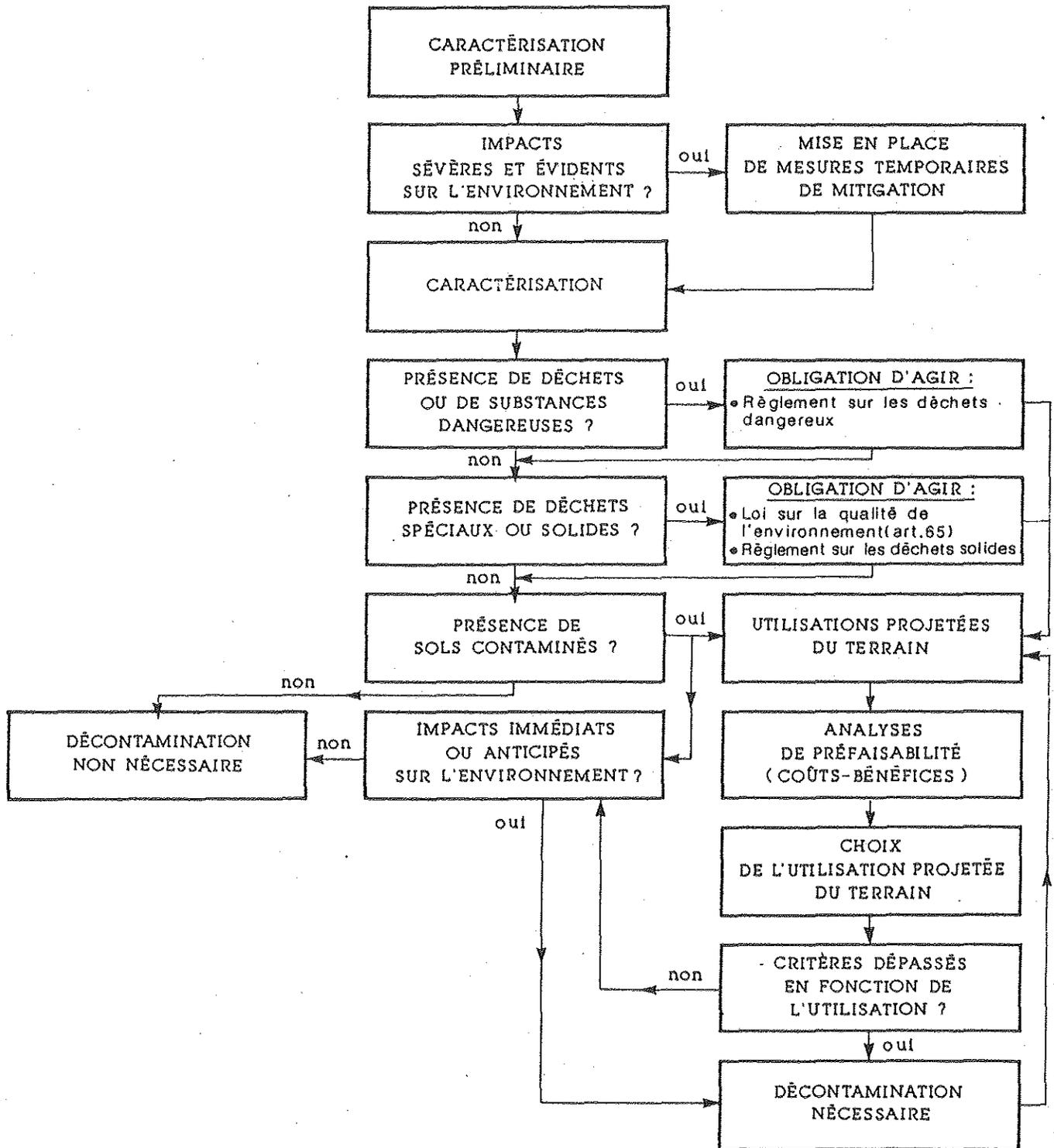
À la lumière des résultats recueillis, on évaluera la nécessité de procéder à une seconde campagne d'échantillonnage afin de recueillir des informations supplémentaires sur certaines zones négligées jusqu'alors.

L'interprétation des résultats, la détermination du degré de contamination du sol et de l'eau, de même que la délimitation de l'étendue des zones contaminées, se feront en fonction des **critères d'évaluation** ainsi que des **normes réglementaires** s'appliquant selon le cas (Fig. 3).

L'évaluation de la nécessité de procéder à la décontamination du terrain (Fig. 3) sera basée sur une analyse des impacts observés et anticipés sur l'environnement ainsi que sur une analyse des risques en fonction des usages projetés du terrain.

Le rapport contiendra des recommandations sur les **avenues possibles de réhabilitation** du terrain dans le cadre d'une analyse de pré-faisabilité.

Figure 3 PROCÉDURE D'ÉVALUATION DE LA NÉCESSITÉ DE PROCÉDER À LA DÉCONTAMINATION D'UN TERRAIN



Lorsque le rapport de l'étude de caractérisation aura été analysé et jugé adéquat par le ministère de l'Environnement du Québec, le promoteur pourra passer aux phases suivantes du projet, à la suite de la réception de l'avis du Ministère (Fig. 1).

3.1 Contenu du rapport

L'ensemble des résultats et des données obtenus, de même que leur interprétation, sont consignés dans un rapport technique. Le rapport comprend les éléments suivants:

- une introduction décrivant le mandat, la problématique et les méthodes de travail;
- des chapitres décrivant la géologie, l'hydrographie et l'hydrogéologie du terrain;
- une interprétation de la contamination du terrain;
- des conclusions et des recommandations;
- des références bibliographiques qui seront incluses à la fin.

Les cartes et figures suivantes doivent accompagner le rapport:

- une carte de la région étudiée montrant la géologie et l'hydrographie (incluant le réseau de drainage détaillé), la topographie, de même que les utilisations du territoire voisinant;

- une carte du terrain étudiée montrant les différents points de mesures, et les zones de contamination délimitées ou anticipées;
- des coupes stratigraphiques décrivant la géologie des dépôts meubles et les réseaux d'écoulement des eaux souterraines (coupes perpendiculaires et parallèles au sens d'écoulement des eaux souterraines) de même que la délimitation de la contamination des sols.

Le rapport doit être signé par les professionnels responsables de l'étude ainsi que par le chimiste responsable des analyses.

3.2 Analyse des risques

Les critères indicatifs de la contamination des sols et de l'eau souterraine couramment utilisés par le ministère de l'Environnement du Québec sont joints en annexe. Ces critères n'ont cependant été élaborés qu'à titre indicatif et ne sauraient en aucun temps être considérés comme des normes. Ils doivent être utilisés dans un contexte d'appréciation des risques en tenant compte des caractéristiques propres à chaque terrain, définies lors de la caractérisation.

L'analyse quantitative des risques associés à la présence de certains contaminants sur un terrain spécifique, ainsi que l'évaluation des niveaux de décontamination à atteindre lors de sa réhabilitation, nécessite des efforts de modélisation combinés à une évaluation des propriétés écotoxicologiques de ces substances. Cette dernière méthode permet, dans certains contextes, d'établir des critères spécifiques au terrain étudié;

toutefois son application nécessite beaucoup plus de données et de ce fait est plus dispendieuse. Une telle méthodologie est actuellement en voie d'élaboration par un groupe de travail fédéral-provincial et elle permettra de favoriser une approche standardisée dans ce domaine.

3.3 Analyse de pré-faisabilité

Ayant en main toutes les données de caractérisation, le promoteur sera en mesure d'évaluer divers scénarios de réhabilitation du terrain. Le guide "Procédure pour le choix d'un mode d'intervention sur les sols contaminés" pourra faciliter cette tâche.

Il ne s'agit pas ici de quantifier précisément les coûts-bénéfices associés à l'une ou l'autre option, mais plutôt de dégager les avenues possibles de réhabilitation du terrain avant de procéder au choix d'une stratégie de réhabilitation.

ANNEXE A

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE**

Version adoptée le 88-02-15

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
I - MÉTAUX¹						
Argent (Ag)	2	20	40	5	50	200
Arsenic (As)	10	30	50	5	50	100
Baryum (Ba)	200	500	2000	50	1000	2000
Cadmium (Cd)	1,5	5	20	1	5	20
Cobalt (Co)	15	50	300	10	50	200
Chrome (Cr)	75	250	800	15	40	500
Cuivre (Cu)	50	100	500	25	500	1000
Étain (Sn)	5	50	300	10	30	150
Mercure (Hg)	0,2	2	10	0,1	0,5	1,0
Molybdène (Mo)	2	10	40	5	20	100
Nickel (Ni)	50	100	500	10	250	1000
Plomb (Pb)	50	200	600	10	50	100
Sélénium (Se)	1	3	10	1	10	50
Zinc (Zn)	100	500	1500	50	5000	10000
II - POLLUANTS MINÉRAUX						
NH ₄	N.A.	N.A.	N.A.	200	500	1500
Br dissous	N.A.	N.A.	N.A.	100	500	2000
Br disponible	20	50	300	N.A. ²	N.A. ²	N.A. ²
CN réactif	1	10	100	40	200	400
CN total	5	50	500	40	200	400
F dissous	N.A.	N.A.	N.A.	300	1500	4000
F disponible	200	400	2000	N.A. ²	N.A. ²	N.A. ²
PO ₄ (en P)	N.A.	N.A.	N.A.	50	100	700
NO ₃ (en N)	N.A.	N.A.	N.A.	10	10000	-
NO ₂ (en N)	N.A.	N.A.	N.A.	20	1000	-
Sulfure (H ₂ S)	N.A.	N.A.	N.A.	10	50	500
S total	500	1000	2000	-	-	-

N.A.: Non applicable

- Pas de critères actuellement (15 février 1988)

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
III- COMPOSÉS AROMATIQUES <u>MONOCYCLIQUES</u> <u>VOLATILS</u>						
benzène	<0,1	0,5	5	<0,5	1	5
éthylbenzène	<0,1	5	50	<0,5	50	150
toluène	<0,1	3	30	<0,5	50	100
chlorobenzène (mono)	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,2 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,3 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,4 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
xylène	<0,1	5	50	<0,5	20	60
styrène	<0,1	5	50	<0,5	40	120
BTEX ³ (somme)	-	-	-	-	-	-
IV- COMPOSÉS PHÉNOLIQUES						
non chlorés ⁴ (chacun)	<0,1	1	10	<1,0	3	20
chlorophénols ⁴ (chacun)	<0,1	0,5	5	<1,0	2	5
chlorophénols ⁴ (somme ⁵)	0,1	1,0	10	1,0	4	10

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
V- <u>HYDROCARBURES</u> <u>AROMATIQUES</u> <u>POLYCYCLIQUES</u>						
Benzo (a) anthracène	<0,1	1	10	<0,1	0,5	2
1,2 benzanthracène 7,2 diméthyl	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Dibenzo (a,h) anthracène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Chrysène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
3 méthylcholanthrène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (b) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (j) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (k) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (g,h,i) pérylène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (c) phénanthrène	<0,1	1	10	<0,1	0,5	2
Pyrène	<0,1	10	100	<0,2	7	30
Benzo (a) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Dibenzo (a,h) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Dibenzo (a,i) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Dibenzo (a,l) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Indéno (1,2,3,c,d) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Acénaphtène	<0,1	10	100	<0,5	20	30
Acénaphtylène	<0,1	10	100	<0,5	10	20
Anthracène	<0,1	10	100	<0,2	7	20
Fluoranthène	<0,1	10	100	<0,1	2	10
Fluorène	<0,1	10	100	<0,1	2	10
Naphtalène	<0,1	5	50	<0,2	10	30
Phénanthrène	<0,1	5	50	<0,1	1	5
HAP (somme ⁵)	1	20	200	0,2	10	50

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
<u>VI- AUTRES HYDROCARBURES CHLORÉS</u>						
HC aliphatique ⁴ (chacun)	<0,3	5	50	<1	10	50
(sommation ⁵)	<0,3	7	70	<1	15	70
Chlorobenzène ⁴ (chacun)	<0,1	2	10	<0,3	2	5
(sommation ⁵)	0,1	4	20	0,3	4	10
Hexachlorobenzène	<0,1	2	10	<0,1	0,5	2
Biphényles polychlorés ⁴	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Chlorodibenzo-p- dioxines	-	-	-	-	-	-
2,3,7,8 tétrachloro- dibenzo-p-dioxine	-	-	-	-	-	-
Chlorodibenzo furanes	-	-	-	-	-	-

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
VII- <u>PESTICIDES</u>						
a) <u>Organochlorés</u>						
Chacun	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-
Aldrine + Dieldrine	-	-	-	0,05	0,7	2
Chlordane (isomères totaux)	-	-	-	0,05	0,7	2
DDT	-	-	-	0,05	30	60
Endrine	-	-	-	0,05	0,2	0,5
Epoxyde d'heptachlore	-	-	-	0,05	3	5
Lindane	-	-	-	0,05	4	10
Methoxychlore	-	-	-	0,05	100	200
b) <u>Carbamates</u>						
Carbaryl	-	-	-	0,05	70	150
Carbofurane	-	-	-	0,05	70	150
c) <u>Dérivés des acides chlorophénoxy carboxy- liques</u>						
2-4-D	-	-	-	0,05	100	200
2,4,5-TP	-	-	-	0,05	10	20
d) <u>Organophosphorés</u>						
Diazinon	-	-	-	0,05	14	30
Fenitrothion	-	-	-	0,05	7	20
Parathion	-	-	-	0,05	35	70
Parathion-méthyl	-	-	-	0,05	7	20

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
<u>e) Dérivés de pyridylum</u>						
Diquat	-	-	-	0,05	50	100
Paraquat	-	-	-	0,05	7	20
<u>f) Trichloroacétates</u>						
Piclorame	-	-	-	0,05	1	2
Pesticides (Somme ⁵)	0,1	2	20	0,05	100	200
<u>VIII- PARAMÈTRES DE DEPISTAGE</u>						
Composés phénoliques par colorimétrie ⁴	<0,1	1	10	1,0	2	5
Essence	<100	150	800	<1000	1500	3000
Huiles et graisses minérales	<100	1000	5000	<100	1000	5000

N.A.: Non-applicable

- : Pas de critères actuellement (15 février 1988)

- 1) Le critère A concernant l'eau souterraine pour les éléments du groupe I a été évalué en fonction de la valeur moyenne des concentrations naturelles présentes dans les eaux souterraines du Québec. Il a été obtenu suite à une compilation des résultats de plus de 25 sites d'échantillonnage situés dans 12 municipalités du Québec (contribution du laboratoire de Québec et de la Direction des eaux souterraines et de consommation). Pour ce qui est des sols, une moyenne de résultats d'analyses tirés d'une banque de données du ministère de l'Énergie et des Ressources a été considérée.

- 2) Dans un milieu aqueux, les formes dites disponibles sont les formes dissoutes.
- 3) Critère sommatif pour les BTX (benzène, toluène, xylène) à venir.
- 4) Voir la section "REMARQUES".
- 5) On considère ici la sommation des teneurs détectées pour chacun des composés dosés individuellement.

REMARQUES

A) Composés phénoliques non-chlorés

Les composés considérés dans cette catégorie sont:

- 2,4 - diméthylphénol
- 2,4 - dinitrophénol
- 2 - méthyl 4,6 - dinitrophénol
- 2 - nitrophénol
- 4 - nitrophénol
- phénol
- crésol (ortho, para, méta)

B) Chlorophénols

Les composés considérés dans cette catégorie sont:

- ortho-chlorophénol
- méta-chlorophénol
- para-chlorophénol
- 2,6 - dichlorophénol
- 2,5 - dichlorophénol
- 2,4 - dichlorophénol
- 3,5 - dichlorophénol
- 2,3 - dichlorophénol
- 3,4 - dichlorophénol
- 2,4,6 - trichlorophénol
- 2,3,6 - trichlorophénol
- 2,4,5 - trichlorophénol
- 2,3,5 - trichlorophénol

REMARQUES

(SUITE)

- 2,3,4 - trichlorophénoI
- 3,4,5 - trichlorophénoI
- 2,3,5,6 - tétrachlorophénoI
- 2,3,4,5 - tétrachlorophénoI
- 2,3,4,6 - tétrachlorophénoI
- pentachlorophénoI

C) Hydrocarbures aliphatiques chlorés volatils

Cette catégorie répertorie les composés suivants

- chloroforme
- dichloro - 1,1 éthane
- dichloro - 1,2 éthane
- dichloro - 1,1 éthène
- dichloro - 1,2 éthène
- dichlorométhane
- dichloro - 1,2 propane
- dichloro - 1,2 propène (cis et trans)
- tétrachloro - 1,1,2,2 éthane
- tétrachloroéthène
- Tétrachlorure de carbone
- trichloro - 1,1,1 éthane
- trichloro - 1,1,2 éthane
- trichloroéthène

D) Chlorobenzènes

trichlorobenzènes (tous les isomères)

tétrachlorobenzènes (tous les isomères)

pentachlorobenzène

E) Biphényles polychlorés

Les isomères 1242, 1248, 1254 et 1260 sont considérés dans cette catégorie.

F) Composés phénoliques par dosage colorimétrique impliquant la 4- aminoantipyrine

On considère ici le phénol lui-même, des phénols substitués en ortho et en méta et même des phénols substitués en para par des groupes carboxyles, méthoxy, acide sulfonique ainsi que par des halogènes (Cl, F, Br, I). Il est connu que la méthode impliquant la 4- aminoantipyrine ne permet pas de quantifier les phénols substitués en para par des groupements alkyles, aryles, nitro, benzoïde, nitroso ou aldéhyde.

La grille comporte, pour chacun des substrats, trois valeurs-seuils, déterminant trois plages d'intervention.

Valeur A: Il s'agit de bruit de fond en ce qui concerne les contaminants se retrouvant de façon naturelle dans le milieu (métaux, huiles et graisses, etc.) et de la limite de détection en ce qui concerne des produits chimiques organiques.

Plage A-B: Le sol ou l'eau souterraine sont faiblement contaminés. À ce niveau de contamination, l'eau souterraine répond aux normes et critères de qualité. Il est cependant opportun de s'interroger sur les sources possibles de contamination et, spécialement dans le cas de la nappe phréatique, de vérifier s'il y a toujours apport de nouveaux contaminants (ce qui peut conduire à une intervention au niveau des sols, spécialement si l'eau de la nappe phréatique est utilisée comme source d'eau potable).

Habituellement, à ce niveau de contamination, il n'y aura pas de travaux de décontamination d'entrepris. Dans le cas d'un réemploi particulièrement sensible du sol (sol de surface dans un quartier résidentiel ou dans un secteur agricole), il peut cependant s'avérer nécessaire de prendre certaines mesures de protection (excavation d'une couche superficielle, addition d'une couche de terre propre).

Valeur B: Il s'agit du seuil à partir duquel des analyses approfondies sont nécessaires.

Plage B-C: Le sol ou l'eau souterraine sont contaminés. À ce niveau, la contamination de l'eau souterraine dépasse les normes de qualité propres à la consommation humaine en ce qui concerne les métaux lourds, les pesticides, les composés phénoliques, plusieurs composés organiques et certains polluants minéraux. L'eau souterraine ne peut plus être utilisée comme source d'eau potable.

Bien que contaminé, un sol ne fera pas automatiquement l'objet de travaux de décontamination, à moins que l'impact des contaminants sur la nappe phréatique ne nécessite de tels travaux.

Il peut cependant y avoir restriction d'usages pour des sols contaminés à ce niveau. Ainsi des travaux de restauration pourront être nécessaires avant d'utiliser ce sol à des fins agricoles, résidentielles ou récréatives. D'autres usages (industriel, commercial, etc.) pourront cependant être envisagés sans qu'il soit nécessaire de procéder à la décontamination. Dans tous les cas, l'étendue des travaux à effectuer (épaisseur de sol à excaver, etc.) sera fonction de la nature des contaminants, de l'utilisation prévue du sol et de l'impact sur la nappe phréatique et sur l'environnement en général.

valeur C: Il s'agit du seuil à partir duquel il peut y avoir nécessité d'une action correctrice dans un bref délai.

Plage C: Le sol ou l'eau souterraine sont contaminés. L'eau souterraine n'est plus potable. Les concentrations en métaux lourds et phénols dépassent les critères de rejet à l'égout pluvial. On peut parler d'une eau sérieusement contaminée dont il faudra suivre l'évolution à défaut de procéder à sa décontamination.

Tous les usages y seront restreints, il faudra procéder à une étude approfondie et selon toute probabilité à des travaux de restauration avant de procéder à une réhabilitation.

Il est primordial de mentionner que les critères n'ont été élaborés qu'à titre indicatif et ne sauraient, en aucun temps, être considérés comme des normes; ils ne sont pas, à priori, des objectifs de décontamination.

La grille des critères doit être utilisée par les spécialistes qui ont à effectuer les études de caractérisation afin d'assurer une analyse rigoureuse et appropriée de l'ampleur de la contamination. Cette analyse leur permettra de fixer des seuils de décontamination à atteindre.

ANNEXE B

LISTE DES PUBLICATIONS PORTANT SUR LES SOLS CONTAMINÉS

LISTE DES PUBLICATIONS PORTANT SUR LES TERRAINS CONTAMINÉS

A- Publications disponibles

- Attention, terrain contaminé

Dépliant d'information générale portant sur la problématique des sols contaminés: comment identifier un terrain contaminé et quelles sont les interventions possibles.

- Terrains contaminés

Les municipalités, des yeux sur leur territoire

Ce document précise le rôle des municipalités dans la gestion de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés de même que les différentes situations qui peuvent survenir lorsqu'un promoteur de projet fait une demande de permis de construction et que son projet risque de présenter des dangers liés à la contamination du sol.

- Terrains contaminés, on ne peut plus passer à côté

Un dépliant visant à sensibiliser les promoteurs de projets à la question des sols contaminés et à faire ressortir l'importance de connaître la qualité d'un terrain avant de réaliser un projet. Ce dépliant s'adresse également aux entreprises dont les activités sont susceptibles d'occasionner des problèmes de contamination du sol.

- Guide standard de caractérisation

Ce guide établit la marche à suivre par un propriétaire lors des étapes de caractérisation d'un sol, soit la recherche historique, l'échantillonnage, l'analyse du sol et de l'eau souterraine et enfin, le compte rendu.

- Procédure pour le choix d'un mode d'intervention sur les sols contaminés

Ce document permet d'associer à différents niveaux et types de contamination (organique, inorganique ou mixte) des modes de traitement, d'entreposage ou d'élimination. Il présente un schéma décisionnel aidant les promoteurs à choisir l'option de restauration la plus acceptable du point de vue environnemental.

- Guide technique des mesures de contrôle à effectuer lors des travaux de restauration de sols contaminés

Les travaux de restauration de sols contaminés comportent, dans la majorité des cas, une phase d'excavation dont l'étendue, en superficie et en profondeur, est déterminée au préalable par l'interprétation des résultats d'une étude de caractérisation.

Le but de ce guide est de vérifier l'exactitude de cette interprétation lors des travaux d'excavation, afin de s'assurer que tout le matériel contaminé a été enlevé et que les objectifs de décontamination ont été atteints.

- Guide d'implantation et de gestion des lieux d'enfouissement de sols contaminés

Ce guide technique décrit les paramètres à considérer lors du choix d'un lieu d'enfouissement et aussi la conception des cellules à sécurité accrue et maximale. Ces cellules, destinées à l'enfouissement des sols contaminés, devraient permettre de régler plusieurs problèmes auxquels font face les promoteurs désireux de réutiliser des lieux contaminés.

B- Publications en préparation

Guide des méthodes de prélèvement des échantillons d'eau et de sol

Ce guide est rédigé principalement à l'intention des firmes de consultants en environnement afin d'uniformiser le travail qu'ils ont à faire lors de la caractérisation des sols contaminés.

- Guide des méthodes de conservation et d'analyse des échantillons d'eau et de sol.

Ce guide est préparé à l'intention des firmes de consultants en environnement et des laboratoires pour les aider dans le travail de caractérisation à effectuer sur les terrains.

- Guide d'évaluation des techniques de traitement des sols contaminés

Il se développe actuellement, dans le monde industrialisé, des technologies qui pourraient être importées ou développées au Québec. Ce guide se veut un inventaire des différentes technologies de traitement et propose une analyse et une évaluation de ces méthodes.

Pour toute demande d'informations sur la Politique de réhabilitation des terrains contaminés, s'adresser à l'endroit suivant:

Ministère de l'Environnement
Direction des substances dangereuses
3900, rue Marly, 5^e étage
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Tél.: (418) 643-3794

Pour les demandes de publications, s'adresser à :

Madame Yolande Labrecque
Ministère de l'Environnement
Direction des Communications et de l'Éducation
3900, rue Marly, 6^e
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Tél.: (418) 643-8852

EQUIPE DE RÉDACTION

Rédaction du guide: Marcel Gaucher, biol., M.Sc.

Avec la collaboration de: Michel Beaulieu, biol.
Rock Bégin, biol., M.Sc.
Ruth Drouin, ing., M.Sc.
Bernard Gaboury, ing.
Renée Gauthier, chim., M.Sc.
Claudette Journault, biol.
Jean-Pierre Plamondon, ing. géol.
Serge St-Laurent, chim., M.Sc.

**POLITIQUE DE RÉHABILITATION
DES TERRAINS CONTAMINÉS**

**Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
Direction des substances dangereuses**

Sainte-Foy, février 1988

Dépôt légal - 1^{er} trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-18576-5

Envirodoq 880081
SD-5

TABLE DES MATIÈRES

I-	PROBLÉMATIQUE	1
II-	LES PRÉMISSSES	5
III-	LES OBJECTIFS	11
IV-	LE MÉCANISME DE GESTION ET LES RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS.....	15
V-	LES LIGNES DIRECTRICES DE LA POLITIQUE DE RÉHABILITATION DES TERRAINS CONTAMINÉS	23
ANNEXE 1:	LISTE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES DE CONTAMINER LE SOL	25
ANNEXE 2:	GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE.....	29
ANNEXE 3:	MODE D'INTERVENTION POUR LA GESTION DES SOLS CONTAMINÉS.....	45
ANNEXE 4:	LISTE DES PUBLICATIONS PORTANT SUR LES TERRAINS CONTAMINÉS	49

I

PROBLÉMATIQUE

Un processus de fermeture et de démantèlement de complexes industriels vétustes s'est amorcé en Amérique du Nord au cours des dernières décennies. Le phénomène, clairement perceptible aujourd'hui, s'accélérera dans les années à venir. À ce sujet, un rapport récent intitulé "Guide to the Environmental Aspects of Decommissioning Industrial Sites", préparé pour le compte du gouvernement canadien, mentionne "qu'entre 1984 et 1990 approximativement 20 pour cent des installations industrielles existantes au pays seront fermées pour des raisons économiques".

En cours de production, plusieurs de ces complexes industriels ont utilisé ou généré, pendant des dizaines d'années, des substances dangereuses. À la suite de rejets liés aux opérations journalières, de déversements accidentels ou de leur enfouissement pur et simple dans les cours d'usine, ces substances ont pu contaminer le sol et l'eau souterraine environnants.

À l'heure du démantèlement des usines, il est nécessaire de se pencher sur ce type de contamination afin d'évaluer le besoin de statuer sur d'éventuelles restrictions aux usages de ces terrains et sur la pertinence d'y entreprendre des travaux de restauration.

Cette démarche est d'autant plus importante qu'un grand nombre d'anciens terrains industriels sont soumis au développement par des promoteurs et sont susceptibles d'être utilisés à des fins nouvelles (construction de quartiers résidentiels, de commerces, de parcs, etc.).

Le phénomène du retour à la ville d'une partie de la population, la localisation privilégiée de ces terrains et leur faible coût de revient constituent des attraits majeurs pour d'éventuels promoteurs. On comprendra facilement l'impact sur ces projets de la présence de contaminants dans les sols destinés à recevoir les futures installations.

Au Québec, plusieurs propriétaires et promoteurs désireux de vendre ou de réemployer d'anciens terrains industriels se sont récemment adressés au ministère de l'Environnement afin d'obtenir conseil sur la nécessité d'intervenir sur ces terrains et de connaître les niveaux de décontamination à atteindre avant qu'ils soient réutilisés.

Parallèlement, de multiples intervenants (industriels, consultants, groupes de pression, citoyens) ont manifesté leur intérêt concernant l'adoption par le Gouvernement d'une politique d'ensemble régissant le devenir de ces terrains contaminés.

Dans un premier temps, le ministère de l'Environnement a établi des critères d'évaluation de la contamination des sols et de l'eau souterraine à la suite d'une consultation menée auprès des autorités compétentes de divers pays industrialisés déjà aux prises avec un problème similaire. L'utilisation de ces critères, jumelée à la connaissance des propriétés hydrogéologiques des sols concernés, de l'aire de dispersion, des propriétés éco-toxicologiques des contaminants et du type de réemploi projeté, a déjà permis de déterminer, pour certains projets en cours, le niveau de décontamination à atteindre afin d'assurer un développement sécuritaire.

Par la suite, le Ministère a identifié les différents modes d'intervention qui permettent d'assurer une bonne gestion des sols contaminés. Les mesures de restauration devront se faire selon les lignes directrices définies par le Ministère.

La présente Politique de réhabilitation des terrains contaminés répond aux interrogations de la population en établissant les grandes orientations de gestion du ministère de l'Environnement du Québec dans ce domaine.

II

LES PRÉMISSES

L'élaboration de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés découle de quatre grandes prémisses qui sous-tendent l'ensemble du présent document. Elles s'énoncent comme suit:

1. Du point de vue environnemental, il est souhaitable de récupérer les anciens terrains dont les sols sont contaminés

Il aurait été envisageable d'interdire, a priori, tout réemploi de terrains comportant des sols contaminés, de faire de ces "zones d'ombres" des "zones interdites, clôturées et inaccessibles". La majorité des terrains contaminés se trouvant au coeur des villes, les "zones interdites" (anciennes cours d'usines, complexes industriels vétustes, zones d'entreposage au passé incertain) s'y seraient multipliées. Cette façon de solutionner le problème des terrains contaminés aurait été à l'encontre des grands courants existant présentement dans nos sociétés post-industrielles: maximisation du potentiel urbain, récupération et recyclage d'anciens bâtiments, retour de la population au centre des villes, création de nouvelles aires d'habitation et d'espaces verts au coeur d'anciens quartiers urbains à caractère industriel.

Il apparaît plus souhaitable de suivre ces tendances et de permettre la revalorisation de ces sols et le réemploi optimal d'anciens terrains industriels, dans la mesure où la nature des contaminants, le niveau de contamination et les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du terrain

sont compatibles avec les usages projetés. Cette compatibilité peut être atteinte par la réalisation de travaux de décontamination.

Le recyclage d'anciens secteurs industriels, bien desservis en installations de toutes sortes, permet l'économie d'énergie et d'argent autrement nécessaires à la mise sur pied d'infrastructures en périphérie et la préservation de terrains périphériques pour d'autres usages (agricole, forestier, etc.).

Pour les citoyens vivant à proximité, le réemploi de ces terrains constitue souvent une amélioration notable de leur qualité de vie. La disparition, au coeur de secteurs résidentiels, de terrains vagues, d'usines vétustes et abandonnées, la densification du tissu résidentiel dans un espace urbain autrefois échanuré et la création d'espaces verts sont autant de retombées positives. Sans oublier la disparition de sources de contamination susceptibles de constituer, à des degrés divers, une menace pour la santé publique et l'environnement.

De plus, l'attrait de la revalorisation de tels terrains incite d'éventuels promoteurs à prendre en charge le processus de décontamination.

2. Groupes et citoyens ont réclamé la mise sur pied d'une politique relative à la réhabilitation des terrains contaminés

Plusieurs intervenants (industriels, consultants, groupes de pression, citoyens) ont demandé au gouvernement de se donner des outils pour résoudre le problème de gestion des terrains contaminés.

De tous les groupes qui ont réclamé la mise en place d'une politique (incluant l'établissement de critères permettant de déterminer les niveaux de décontamination à atteindre pour fin de réemploi et les différents modes d'intervention possibles), ce sont ceux formés de promoteurs ou de propriétaires de lieux contaminés qui ont effectué les demandes les plus pressantes.

La prise de conscience par les propriétaires ou les promoteurs des multiples conséquences pouvant avoir, pour eux, la présence de contaminants sur des terrains leur appartenant ou sous des installations qu'ils projettent de bâtir, permet au ministère de l'Environnement de pouvoir compter sur leur collaboration dans l'application de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés. Très rapidement, la volonté de bien connaître la qualité des terrains qu'ils s'approprient à réutiliser et le désir d'assurer la sécurité des futurs usagers semblent être devenus une priorité pour plusieurs d'entre eux.

3. Les municipalités ont la responsabilité du développement de leur territoire et sont, de ce fait, appelées à jouer un rôle important dans l'application de la présente politique

Les municipalités, en vertu de leur juridiction sur la délivrance de permis de construction préalablement à tout nouveau développement et de leurs connaissances du territoire, occupent une position privilégiée pour aviser le ministère de l'Environnement afin que celui-ci prenne les précautions essentielles en matière de sécurité, de santé publique et de protection de l'environnement.

Il devient important pour les municipalités de connaître les lieux où le réemploi de terrains contaminés est envisagé afin qu'elles puissent vérifier si le type d'activités pratiquées antérieurement sur ces lieux a pu occasionner de la contamination.

Le ministère de l'Environnement travaillera de concert avec les municipalités dans le cadre de la présente politique et les informera des moyens qui seront mis à leur disposition et des mécanismes d'application de la politique.

4. Les terrains contaminés doivent être adéquatement gérés selon un mécanisme et des critères qui leur sont propres

L'objectif de cette politique est de permettre la réhabilitation des terrains contaminés et de gérer adéquatement les sols contaminés en tenant compte que la problématique des sols contaminés relève d'une réalité particulière.

Cette contamination est d'un caractère diffus et elle n'est pas toujours visible. Elle peut s'étendre sur de grandes superficies et est difficile à circonscrire dans l'espace. La concentration d'un contaminant et le type de contaminants peuvent varier énormément entre deux points d'échantillonnage distants d'à peine quelques mètres ou selon que les prélèvements sont faits à des profondeurs différentes. Souvent, dans les cas d'élimination sauvage ou de terrains d'anciennes industries ayant utilisé une multitude de produits, on ignore au départ quels sont les contaminants susceptibles de se retrouver sur le terrain à caractériser.

Il est donc nécessaire de connaître la nature, la concentration et la distribution des contaminants se trouvant dans le sol et l'eau souterraine. Des critères propres aux terrains contaminés ont été développés et permettent d'évaluer les niveaux de contamination et de fixer, pour différents usages, les niveaux de décontamination à atteindre.

Les préoccupations majeures sont alors d'intervenir de façon à s'assurer que le terrain soit sécuritaire pour le type de développement envisagé et que les sols posant des problèmes soient gérés adéquatement.

III

LES OBJECTIFS

La présente politique vise trois objectifs majeurs:

1. Empêcher que l'utilisation de terrains contaminés ne s'effectue au détriment de la santé, de l'environnement et des biens.

Pour parvenir à cet objectif, le Ministère compte prendre les actions suivantes:

- a) Sensibiliser les municipalités au rôle qu'elles ont à jouer lorsqu'un projet de réemploi de terrains contaminés est porté à leur attention et les informer des mécanismes qui leur permettent de décider s'il est pertinent que se réalise un projet de développement sur des terrains déjà utilisés à des fins industrielles.

Cette démarche vise à sensibiliser les municipalités à l'importance d'une caractérisation préventive des terrains potentiellement contaminés préalablement à leur réemploi (développement résidentiel, commercial, industriel, récréatif, installation de réseaux d'aqueducs dans des sols contaminés, utilisation agricole);

- b) Mettre sur pied un mécanisme de contrôle de tels projets par les municipalités en collaboration avec le ministère de l'Environnement;

- c) Fournir aux municipalités une liste des activités susceptibles d'occasionner de la contamination dans le sol pour qu'elles puissent intervenir dès l'étape de la demande de permis de construction;

- d) Sensibiliser les propriétaires des lieux potentiellement contaminés par des substances toxiques, les entrepreneurs, les firmes de consultants spécialisées en environnement et les laboratoires de géotechnique, de même que les ministères et organismes promoteurs, à l'importance d'évaluer la qualité du sol et de l'eau souterraine relativement à la présence de substances toxiques, particulièrement avant de modifier l'affectation d'un terrain. La campagne d'information rejoindra également la population en général pour sensibiliser le plus grand nombre d'intervenants possibles au phénomène des sols contaminés. L'ensemble de ces démarches traduit la préoccupation du Ministère d'agir de façon préventive dans ce domaine.

Pour mettre en place cette politique, le Ministère mise sur l'information et la sensibilisation des intervenants, étant convaincu qu'il est de l'intérêt de tous de ne pas escamoter le problème des terrains contaminés.

2. Favoriser la récupération des ressources en permettant et en rendant possible le réemploi des terrains contaminés dans la mesure où le niveau de décontamination atteint est compatible avec les usages prévus et est sécuritaire pour les usagers et l'environnement.

Pour parvenir à cet objectif, le Ministère compte prendre les actions suivantes:

- a) Fournir des avis aux propriétaires de lieux potentiellement contaminés aux différentes étapes du projet (directives d'étude de caractérisation, validation de l'étude de caractérisation, validation du choix de mesures correctrices) en fonction des utilisations projetées;
- b) Promouvoir des activités permettant le transfert de technologies;
- c) Mettre à la disposition des intervenants l'information pertinente.

3. S'assurer que les sols contaminés seront gérés de façon sécuritaire.

Pour parvenir à cet objectif, le Ministère compte prendre les actions suivantes:

- a) Élaborer une procédure permettant de déterminer, selon le cas, un mode d'intervention acceptable d'un point de vue environnemental;

- b) Identifier les critères de qualité qui doivent être respectés lors de l'application d'un mode d'intervention (par le biais de guides techniques);
- c) Favoriser l'implantation de technologies appropriées pour traiter, enfouir ou confiner sécuritairement les sols contaminés;
- d) Former les ressources nécessaires et les affecter au contrôle des modes de gestion des sols contaminés.

IV

**LE MÉCANISME DE GESTION
ET LES RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS**

Plusieurs intervenants sont en mesure de tenir le ministère de l'Environnement au courant d'un danger potentiel relié à la contamination d'un terrain, en particulier les promoteurs de projets désireux de prévenir plutôt que de guérir, les citoyens en tant que futurs utilisateurs ou parce qu'ils sont sensibilisés au phénomène des terrains contaminés ainsi que les groupes environnementaux. À une étape ou l'autre d'un projet de développement proposé par un promoteur, d'autres intervenants peuvent informer le Ministère lors des transactions de vente entre acheteur ou vendeur de terrains, lors de la recherche des titres ou dans la phase d'élaboration d'un projet.

Un type d'intervenant occupe, selon le Ministère, une position privilégiée pour l'aviser si un projet présente des risques de contamination du sol: ce sont les municipalités. En effet, les municipalités, de par leur rôle dans la gestion de leur territoire, peuvent aider le Ministère à connaître les projets de développement susceptibles de comporter des problèmes de contamination du sol et ainsi à assurer une meilleure protection de la population et de l'environnement du Québec.

Le présent chapitre suggère donc aux municipalités et aux promoteurs un mécanisme de gestion afin d'assurer l'application la plus efficace possible de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés. Ce cheminement est proposé à la figure de la page 18. Les étapes en sont les suivantes:

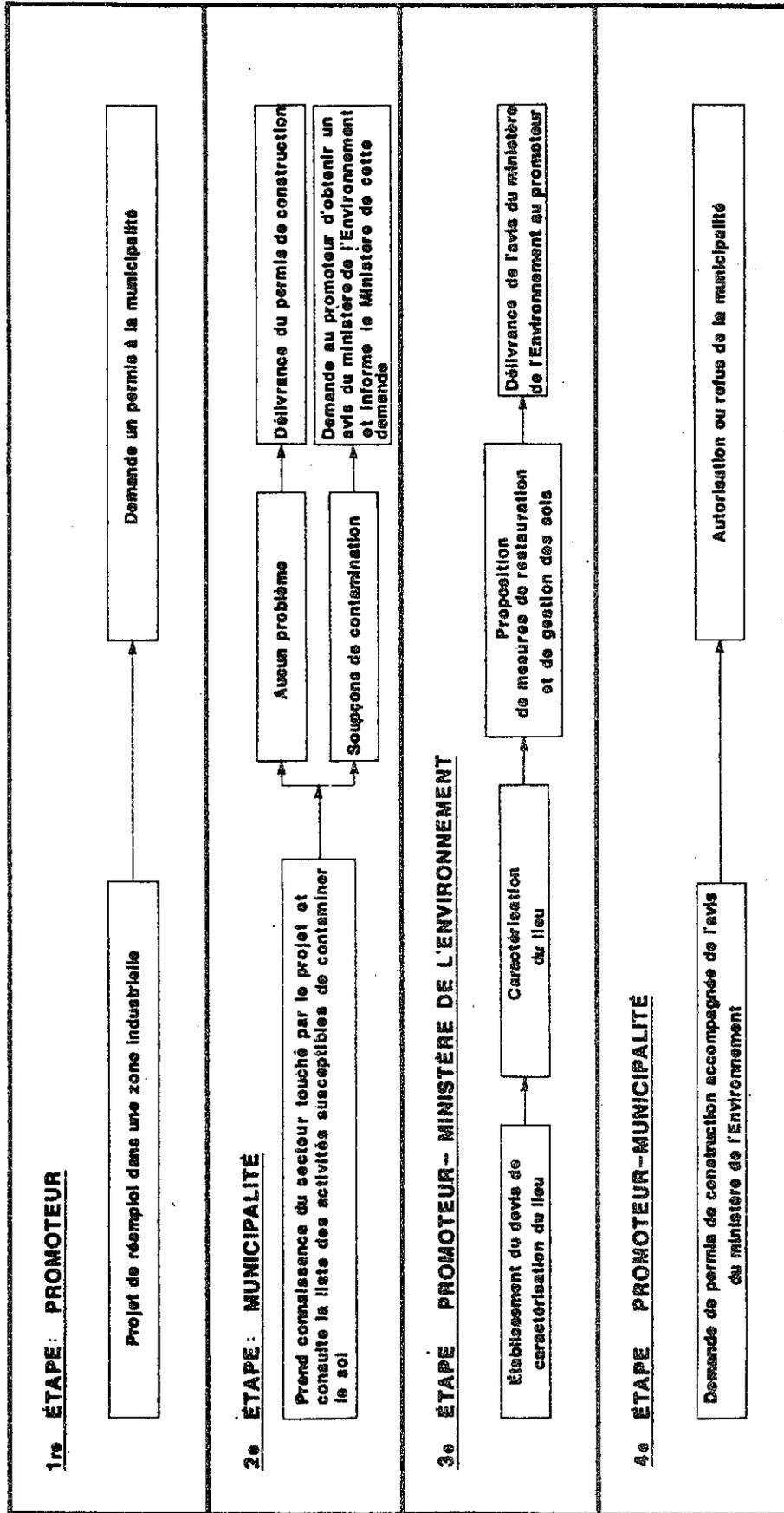
1. Le promoteur qui a un projet de développement fait une demande de permis de construction à la municipalité (en accord avec les règlements municipaux existants). Dans le cas où le promoteur connaît ou soupçonne la présence de sols contaminés, il en informe la municipalité;
2. La municipalité prend connaissance du secteur touché par le projet et consulte la liste des activités susceptibles de contaminer le sol (liste fournie à l'annexe 1). Par sa connaissance du territoire et du milieu, elle peut être en mesure d'identifier s'il y a des risques de contamination ou non. Dans le cas où il n'y a pas de risques de contamination, la municipalité suit sa procédure régulière de délivrance du permis de construction. Dans le cas où elle soupçonne la présence de contaminants, elle demande au promoteur du projet d'obtenir un avis du ministère de l'Environnement du Québec et informe le Ministère de cette demande;
3. Le promoteur soumet son projet au ministère de l'Environnement. Le Ministère, après en avoir pris connaissance, établit les lignes directrices de la caractérisation et en informe la municipalité. Le promoteur présente un devis de caractérisation au Ministère et, après entente, réalise la caractérisation du terrain (sol et eau souterraine selon le cas). Le promoteur soumet également, s'il y a lieu, une proposition de mesures de restauration et de gestion des sols en tenant compte de la présente politique. Sur réception de cette proposition et du rapport de caractérisation, le Ministère délivre un avis au promoteur sur la compatibilité du projet avec le niveau de contamination du sol et de l'eau souterraine;

4. Le promoteur dépose sa demande de permis de construction à la municipalité, accompagnée de l'avis du Ministère. La municipalité autorise ou refuse le projet dans le cadre de ses pouvoirs actuels.

Le rôle du ministère de l'Environnement dans l'application de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés est principalement à caractère technique. Ce rôle vise à établir certaines règles de façon à s'assurer que le développement ne se fera pas au détriment de la sécurité du public et du respect de l'environnement.

GESTION DES SOLS CONTAMINÉS

Cheminement



Nature de l'avis

L'avis produit par le Ministère tiendra généralement compte de deux aspects: la caractérisation et, s'il y a lieu, les mesures de restauration.

a) La caractérisation

La délivrance de l'avis se fera à la suite du dépôt d'une étude de caractérisation réalisée par le promoteur. À l'occasion, cette étude pourra se limiter à l'historique de l'utilisation d'un terrain, des usines y ayant été exploitées et des produits y ayant transité. Cependant, le plus souvent, l'étude devra comporter une caractérisation physico-chimique du terrain, en accord avec les grandes lignes de caractérisation établies par le Ministère.

À l'aide des informations fournies, le Ministère produira un avis qui prendra alors en considération:

1. l'utilisation projetée du lieu;
2. le niveau de contamination du sol, de l'eau souterraine et de surface;
3. les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du terrain étudié: nature du sol, profondeur de la nappe d'eau souterraine, lessivage, risque d'extension de la contamination, etc.;
4. les propriétés éco-toxicologiques des contaminants en présence.

L'avis fera état du niveau de contamination du terrain, de la pertinence d'y réaliser le projet de développement proposé ou de procéder préalablement à des mesures de restauration.

Pour juger de la gravité du niveau de contamination mesuré dans le sol, l'eau souterraine et l'eau de surface, le ministère de l'Environnement a développé des critères indicatifs se présentant sous forme de grille (voir annexe 2).

Le type d'utilisation projeté déterminera le niveau de décontamination à atteindre. Ce niveau variera selon la nouvelle fonction: une zone résidentielle ou agricole exigera, par exemple, un niveau de décontamination plus poussé qu'une zone industrielle.

Mentionnons, pour terminer, le caractère évolutif des critères indicatifs de la contamination des sols et de l'eau souterraine, le niveau de risque actuellement associé à la présence d'un polluant dans l'environnement pouvant être modifié par l'acquisition de nouvelles connaissances. Il est nécessaire, particulièrement dans ce domaine, de demeurer ouvert à des ajustements possibles.

b) La restauration

Lorsque l'étude de caractérisation conclut à la nécessité d'intervenir sur un lieu, le promoteur devra réaliser des mesures correctrices pour rendre ce lieu compatible avec son projet de développement.

L'avis du ministère de l'Environnement au sujet des mesures de restauration proposées tiendra compte du type et du niveau de contamination des sols. Le choix du mode d'intervention devra être fait selon le schéma présenté à l'annexe 3.

Les différentes solutions sont regroupées en trois catégories:

1. Le traitement des sols contaminés (traitements thermique, physique, chimique ou biologique);
2. L'enfouissement sécuritaire des sols contaminés;
3. Le confinement sur place (les techniques d'isolation).

Le mode d'intervention choisi devra respecter les exigences techniques et administratives décrites dans les différents guides techniques produits par le Ministère (liste fournie à l'annexe 4).

En plus du support technique aux promoteurs en ce qui concerne la caractérisation et les mesures de restauration, le Ministère aura un rôle de contrôle lors des travaux de restauration.

V

**LES LIGNES DIRECTRICES DE LA POLITIQUE DE
RÉHABILITATION DES TERRAINS CONTAMINÉS**

La Politique de réhabilitation des terrains contaminés mise de l'avant par le ministère de l'Environnement du Québec s'articule comme suit:

- Il est souhaitable de permettre la récupération d'anciens terrains industriels dans la mesure où la qualité du sol et de l'eau souterraine devient compatible avec les usages projetés.
- Si un promoteur projette de réutiliser d'anciens terrains industriels ou d'autres terrains susceptibles d'être contaminés, il devra préalablement effectuer une caractérisation du terrain permettant de connaître la nature, l'ampleur et les impacts actuels ou potentiels d'une éventuelle contamination. Le Ministère a élaboré des critères indicatifs de contamination des sols et de l'eau souterraine afin de faciliter le travail de caractérisation.
- Avant d'être réutilisé, un terrain devra, s'il y a lieu, être décontaminé:
 - . en fonction du développement prévu, de telle sorte qu'il ne menace pas la santé des futurs utilisateurs et ne soit pas une source de nuisance;
 - . de façon à ce qu'il n'ait plus d'impacts significatifs sur l'environnement;

- . de façon à ce qu'il n'altère pas l'intégrité des bâtiments et des services qui y seront aménagés.
- Les sols contaminés devront être traités, enfouis ou confinés de façon sécuritaire:
 - . Le Ministère privilégie des solutions définitives au lieu de solutions transitoires;
 - . Les promoteurs seront incités à utiliser des technologies de traitement pour décontaminer;
 - . L'implantation de lieux d'enfouissement pour les sols contaminés devra répondre aux exigences du Ministère, exigences définies dans des guides techniques préparés en complément à la politique.
- Les études et les travaux reliés à la caractérisation et à la restauration des sols contaminés seront réalisés par le promoteur ou le propriétaire.

ANNEXE 1

ANNEXE 1**LISTE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES DE CONTAMINER LE SOL**

Pour identifier les terrains dont les sols sont susceptibles d'être contaminés, il faut tenir compte du type d'activités qui y a été pratiqué. La liste qui suit précise les activités auxquelles il faut porter une attention spéciale.

L'ÉLIMINATION DE DÉCHETS ET AUTRES RÉSIDUS

- Enfouissement sanitaire et dépôts de matériaux secs
- Remblayage à l'aide de résidus industriels
- Élimination de déchets industriels
- Dépôts de neiges usées (dépotoirs)
- Dépôts de déchets (dépotoirs)
- Dépôts de résidus miniers

LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

- Industrie chimique et pétrochimique
- Industrie pharmaceutique
- Industrie de production de pesticides
- Industrie de production de peinture et de laque
- Industrie de recyclage de solvants
- Industrie de pâtes et papiers
- Industrie métallurgique
- Industrie électrotechnique
- Industrie de galvanisation
- Fonderie
- Industrie de la préservation du bois
- Tannerie
- Chantier naval
- Industrie textile
- Cokerie (usine de fabrication de gaz artificiel à l'aide de charbon, raffinage de goudron)

- Industrie de production de fertilisants
- Entreprises de récupération de batteries, d'huiles usées, de déchets liquides et de barils
- Stations-services
- Nettoyage à sec
- Ateliers de réparation et d'entretien de voitures, d'autobus et de métros
- Sous-stations électriques (condensateurs)

L'ENTREPOSAGE ET LE TRANSFERT DE SUBSTANCES DANGEREUSES

- Entreposage de produits chimiques et pétrochimiques
- Entreposage de pesticides
- Entreposage de solvants
- Emprises d'oléoduc

L'ÉPANDAGE

- Épandage de sédiments contaminés
- Épandage de résidus pétroliers
- Épandage de boues provenant d'usines d'épuration des eaux ou de fosses septiques

ANNEXE 2

ANNEXE 2

GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE

Version adoptée le 88-02-15

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
I - MÉTAUX¹						
Argent (Ag)	2	20	40	5	50	200
Arsenic (As)	10	30	50	5	50	100
Baryum (Ba)	200	500	2000	50	1000	2000
Cadmium (Cd)	1,5	5	20	1	5	20
Cobalt (Co)	15	50	300	10	50	200
Chrome (Cr)	75	250	800	15	40	500
Cuivre (Cu)	50	100	500	25	500	1000
Étain (Sn)	5	50	300	10	30	150
Mercure (Hg)	0,2	2	10	0,1	0,5	1,0
Molybdène (Mo)	2	10	40	5	20	100
Nickel (Ni)	50	100	500	10	250	1000
Plomb (Pb)	50	200	600	10	50	100
Sélénium (Se)	1	3	10	1	10	50
Zinc (Zn)	100	500	1500	50	5000	10000
II - POLLUANTS MINÉRAUX						
NH ₄	N.A.	N.A.	N.A.	200	500	1500
Br dissous	N.A.	N.A.	N.A.	100	500	2000
Br disponible	20	50	300	N.A. ²	N.A. ²	N.A. ²
CN réactif	1	10	100	40	200	400
CN total	5	50	500	40	200	400
F dissous	N.A.	N.A.	N.A.	300	1500	4000
F disponible	200	400	2000	N.A. ²	N.A. ²	N.A. ²
PO ₄ (en P)	N.A.	N.A.	N.A.	50	100	700
NO ₃ (en N)	N.A.	N.A.	N.A.	10	10000	-
NO ₂ (en N)	N.A.	N.A.	N.A.	20	1000	-
Sulfure (H ₂ S)	N.A.	N.A.	N.A.	10	50	500
S total	500	1000	2000	-	-	-

N.A.: Non applicable

- Pas de critères actuellement (15 février 1988)

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
III- COMPOSÉS AROMATIQUES MONOCYCLYQUES VOLATILS						
benzène	<0,1	0,5	5	<0,5	1	5
éthylbenzène	<0,1	5	50	<0,5	50	150
toluène	<0,1	3	30	<0,5	50	100
chlorobenzène (mono)	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,2 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,3 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
1,4 dichlorobenzène	<0,1	1	10	<0,1	2	5
xylène	<0,1	5	50	<0,5	20	60
styrène	<0,1	5	50	<0,5	40	120
BTEX ³ (somme)	-	-	-	-	-	-
IV- COMPOSÉS PHÉNOLIQUES						
non chlorés ⁴ (chacun)	<0,1	1	10	<1,0	3	20
chlorophénols ⁴ (chacun)	<0,1	0,5	5	<1,0	2	5
chlorophénols ⁴ (somme) ⁵	0,1	1,0	10	1,0	4	10

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
V- HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES						
Benzo (a) anthracène	<0,1	1	10	<0,1	0,5	2
1,2 benzanthracène 7,2 diméthyl	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Dibenzo (a,h) anthracène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Chrysène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
3 méthylcholanthrène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (b) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (j) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (k) fluoranthène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (g,h,i) pérylène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Benzo (c) phénanthrène	<0,1	1	10	<0,1	0,5	2
Pyrène	<0,1	10	100	<0,2	7	30
Benzo (a) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Dibenzo (a,h) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Dibenzo (a,i) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Dibenzo (a,l) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Indéno (1,2,3,c,d) pyrène	<0,1	1	10	<0,1	1	5
Acénaphène	<0,1	10	100	<0,5	20	30
Acénaphylène	<0,1	10	100	<0,5	10	20
Anthracène	<0,1	10	100	<0,2	7	20
Fluoranthène	<0,1	10	100	<0,1	2	10
Fluorène	<0,1	10	100	<0,1	2	10
Naphtalène	<0,1	5	50	<0,2	10	30
Phénanthrène	<0,1	5	50	<0,1	1	5
HAP (somme ⁵)	1	20	200	0,2	10	50

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) ug/L		
	A	B	C	A	B	C
VI- AUTRES HYDROCARBURES CHLORÉS						
HC aliphatique ⁴ (chacun)	<0,3	5	50	<1	10	50
(sommation ⁵)	<0,3	7	70	<1	15	70
Chlorobenzène ⁴ (chacun)	<0,1	2	10	<0,3	2	5
(sommation ⁵)	0,1	4	20	0,3	4	10
Hexachlorobenzène	<0,1	2	10	<0,1	0,5	2
Biphényles polychlorés ⁴	<0,1	1	10	<0,1	0,2	1
Chlorodibenzo-p- dioxines	-	-	-	-	-	-
2,3,7,8 tétrachloro- dibenzo-p-dioxine	-	-	-	-	-	-
Chlorodibenzo furanes	-	-	-	-	-	-

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
VII- <u>PESTICIDES</u>						
a) <u>Organochlorés</u>						
Chacun	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-
Aldrine + Dieldrine	-	-	-	0,05	0,7	2
Chlordane (isomères totaux)	-	-	-	0,05	0,7	2
DDT	-	-	-	0,05	30	60
Endrine	-	-	-	0,05	0,2	0,5
Epoxyde d'heptachlore	-	-	-	0,05	3	5
Lindane	-	-	-	0,05	4	10
Methoxychlore	-	-	-	0,05	100	200
b) <u>Carbamates</u>						
Carbaryl	-	-	-	0,05	70	150
Carbofurane	-	-	-	0,05	70	150
c) <u>Dérivés des acides chlorophénoxy carboxy- liques</u>						
2-4-D	-	-	-	0,05	100	200
2,4,5.TP	-	-	-	0,05	10	20
d) <u>Organophosphorés</u>						
Diazinon	-	-	-	0,05	14	30
Fenitrothion	-	-	-	0,05	7	20
Parathion	-	-	-	0,05	35	70
Parathion-méthyl	-	-	-	0,05	7	20

**GRILLE DES CRITÈRES INDICATIFS DE LA CONTAMINATION
DES SOLS ET DE L'EAU SOUTERRAINE (suite)**

	SOLS mg/kg de matière sèche (ppm)			EAUX SOUTERRAINES (ppb) µg/L		
	A	B	C	A	B	C
<u>e) Dérivés de pyridylum</u>						
Diquat	-	-	-	0,05	50	100
Paraquat	-	-	-	0,05	7	20
<u>f) Trichloroacétates</u>						
Piclorame	-	-	-	0,05	1	2
Pesticides (Sommmation ⁵)	0,1	2	20	0,05	100	200
<u>VIII- PARAMÈTRES DE DEPISTAGE</u>						
Composés phénoliques par colorimétrie ⁴	<0,1	1	10	1,0	2	5
Essence	<100	150	800	<1000	1500	3000
Huiles et graisses minérales	<100	1000	5000	<100	1000	5000

N.A.: Non-applicable

- : Pas de critères actuellement (15 février 1988)

- 1) Le critère A concernant l'eau souterraine pour les éléments du groupe I a été évalué en fonction de la valeur moyenne des concentrations naturelles présentes dans les eaux souterraines du Québec. Il a été obtenu suite à une compilation des résultats de plus de 25 sites d'échantillonnage situés dans 12 municipalités du Québec (contribution du laboratoire de Québec et de la Direction des eaux souterraines et de consommation). Pour ce qui est des sols, une moyenne de résultats d'analyses tirés d'une banque de données du ministère de l'Énergie et des Ressources a été considérée.

- 2) Dans un milieu aqueux, les formes dites disponibles sont les formes dissoutes.
- 3) Critère sommatif pour les BTX (benzène, toluène, xylène) à venir.
- 4) Voir la section "REMARQUES".
- 5) On considère ici la sommation des teneurs détectées pour chacun des composés dosés individuellement..

REMARQUES

A) Composés phénoliques non-chlorés

Les composés considérés dans cette catégorie sont:

- 2,4 - diméthylphénol
- 2,4 - dinitrophénol
- 2 - méthyl 4,6 - dinitrophénol
- 2 - nitrophénol
- 4 - nitrophénol
- phénol
- crésol (ortho, para, méta)

B) Chlorophénols

Les composés considérés dans cette catégorie sont:

- ortho-chlorophénol
- méta-chlorophénol
- para-chlorophénol
- 2,6 - dichlorophénol
- 2,5 - dichlorophénol
- 2,4 - dichlorophénol
- 3,5 - dichlorophénol
- 2,3 - dichlorophénol
- 3,4 - dichlorophénol
- 2,4,6 - trichlorophénol
- 2,3,6 - trichlorophénol
- 2,4,5 - trichlorophénol
- 2,3,5 - trichlorophénol

REMARQUES

(SUITE)

2,3,4 - trichlorophéno
3,4,5 - trichlorophéno
2,3,5,6 - tétrachlorophéno
2,3,4,5 - tétrachlorophéno
2,3,4,6 - tétrachlorophéno
pentachlorophéno

C) Hydrocarbures aliphatiques chlorés volatils

Cette catégorie répertorie les composés suivants

chloroforme

dichloro - 1,1 éthane

dichloro - 1,2 éthane

dichloro - 1,1 éthène

dichloro - 1,2 éthène

dichlorométhane

dichloro - 1,2 propane

dichloro - 1,2 propène (cis et trans)

tétrachloro - 1,1,2,2 éthane

tétrachloroéthène

Tétrachlorure de carbone

trichloro - 1,1,1 éthane

trichloro - 1,1,2 éthane

trichloroéthène

REMARQUES

(SUITE)

D) Chlorobenzènes

trichlorobenzènes (tous les isomères)
tétrachlorobenzènes (tous les isomères)
pentachlorobenzène

E) Biphényles polychlorés

Les isomères 1242, 1248, 1254 et 1260 sont considérés dans cette catégorie.

F) Composés phénoliques par dosage colorimétrique impliquant la 4- aminoantipyrine

On considère ici le phénol lui-même, des phénols substitués en ortho et en méta et même des phénols substitués en para par des groupes carboxyles, méthoxy, acide sulfonique ainsi que par des halogènes (Cl, F, Br, I). Il est connu que la méthode impliquant la 4- aminoantipyrine ne permet pas de quantifier les phénols substitués en para par des groupements alkyles, aryles, nitro, benzoïde, nitroso ou aldéhyde.

La grille comporte, pour chacun des substrats, trois valeurs-seuils, déterminant trois plages d'intervention.

Valeur A: Il s'agit de bruit de fond en ce qui concerne les contaminants se retrouvant de façon naturelle dans le milieu (métaux, huiles et graisses, etc.) et de la limite de détection en ce qui concerne des produits chimiques organiques.

Plage A-B: Le sol ou l'eau souterraine sont faiblement contaminés. À ce niveau de contamination, l'eau souterraine répond aux normes et critères de qualité. Il est cependant opportun de s'interroger sur les sources possibles de contamination et, spécialement dans le cas de la nappe phréatique, de vérifier s'il y a toujours apport de nouveaux contaminants (ce qui peut conduire à une intervention au niveau des sols, spécialement si l'eau de la nappe phréatique est utilisée comme source d'eau potable).

Habituellement, à ce niveau de contamination, il n'y aura pas de travaux de décontamination d'entrepris. Dans le cas d'un réemploi particulièrement sensible du sol (sol de surface dans un quartier résidentiel ou dans un secteur agricole), il peut cependant s'avérer nécessaire de prendre certaines mesures de protection (excavation d'une couche superficielle, addition d'une couche de terre propre).

Valeur B: Il s'agit du seuil à partir duquel des analyses approfondies sont nécessaires.

Plage B-C: Le sol ou l'eau souterraine sont contaminés. À ce niveau, la contamination de l'eau souterraine dépasse les normes de qualité propres à la consommation humaine en ce qui concerne les métaux lourds, les pesticides, les composés phénoliques, plusieurs composés organiques et certains polluants minéraux. L'eau souterraine ne peut plus être utilisée comme source d'eau potable.

Bien que contaminé, un sol ne fera pas automatiquement l'objet de travaux de décontamination, à moins que l'impact des contaminants sur la nappe phréatique ne nécessite de tels travaux.

Il peut cependant y avoir restriction d'usages pour des sols contaminés à ce niveau. Ainsi des travaux de restauration pourront être nécessaires avant d'utiliser ce sol à des fins agricoles, résidentielles ou récréatives. D'autres usages (industriel, commercial, etc.) pourront cependant être envisagés sans qu'il soit nécessaire de procéder à la décontamination. Dans tous les cas, l'étendue des travaux à effectuer (épaisseur de sol à excaver, etc.) sera fonction de la nature des contaminants, de l'utilisation prévue du sol et de l'impact sur la nappe phréatique et sur l'environnement en général.

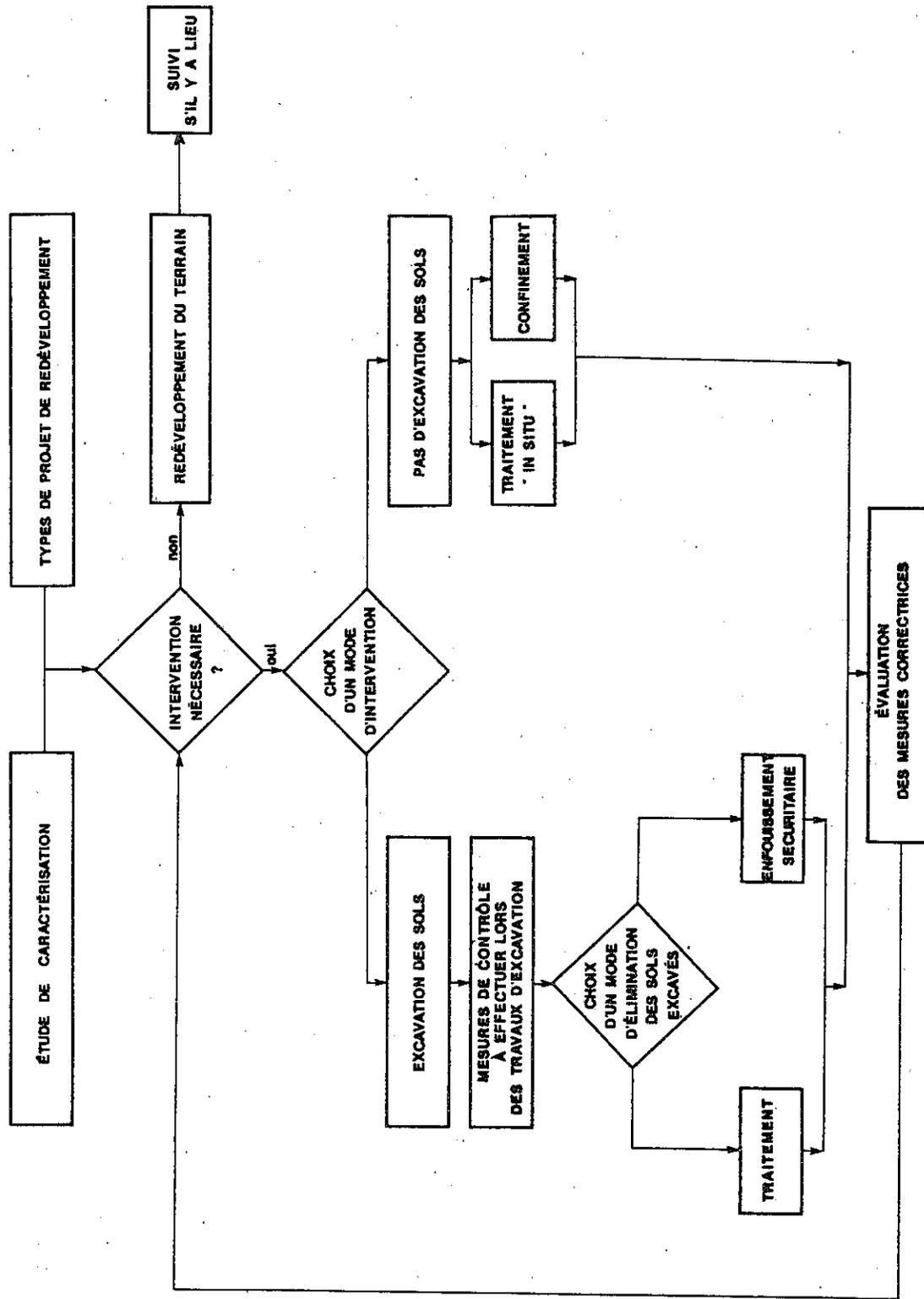
Valeur C: Il s'agit du seuil à partir duquel il peut y avoir nécessité d'une action correctrice dans un bref délai.

Plage C: Le sol ou l'eau souterraine sont contaminés. L'eau souterraine n'est plus potable. Les concentrations en métaux lourds et phénols dépassent les critères de rejet à l'égout pluvial. On peut parler d'une eau sérieusement contaminée dont il faudra suivre l'évolution à défaut de procéder à sa décontamination.

Tous les usages y seront restreints, il faudra procéder à une étude approfondie et selon toute probabilité à des travaux de restauration avant de procéder à une réhabilitation.

Il est primordial de mentionner que les critères n'ont été élaborés qu'à titre indicatif et ne sauraient, en aucun temps, être considérés comme des normes; ils ne sont pas, à priori, des objectifs de décontamination.

La grille des critères doit être utilisée par les spécialistes qui ont à effectuer les études de caractérisation afin d'assurer une analyse rigoureuse et appropriée de l'ampleur de la contamination. Cette analyse leur permettra de fixer des seuils de décontamination à atteindre.



ANNEXE 3
MODE D'INTERVENTION POUR LA GESTION DES SOLS CONTAMINÉS

ANNEXE 4

ANNEXE 4

LISTE DES PUBLICATIONS PORTANT SUR LES TERRAINS CONTAMINÉS

A- Publications disponibles

- Attention, terrain contaminé

Dépliant d'information générale portant sur la problématique des sols contaminés: comment identifier un terrain contaminé et quelles sont les interventions possibles.

- Terrains contaminésLes municipalités, des yeux sur leur territoire

Ce document précise le rôle des municipalités dans la gestion de la Politique de réhabilitation des terrains contaminés de même que les différentes situations qui peuvent survenir lorsqu'un promoteur de projet fait une demande de permis de construction et que son projet risque de présenter des dangers liés à la contamination du sol.

- Terrains contaminés, on ne peut plus passer à côté

Un dépliant visant à sensibiliser les promoteurs de projets à la question des sols contaminés et à faire ressortir l'importance de connaître la qualité d'un terrain avant de réaliser un projet. Ce dépliant s'adresse également aux entreprises dont les activités sont susceptibles d'occasionner des problèmes de contamination du sol.

N'avons
plus de
copie

- Guide standard de caractérisation

Ce guide établit la marche à suivre par un propriétaire lors des étapes de caractérisation d'un sol, soit la recherche historique, l'échantillonnage, l'analyse du sol et de l'eau souterraine et enfin, le compte rendu.

- Procédure pour le choix d'un mode d'intervention sur les sols contaminés

Non
réalisé →

Ce document permet d'associer à différents niveaux et types de contamination (organique, inorganique ou mixte) des modes de traitement, d'entreposage ou d'élimination. Il présente un schéma décisionnel aidant les promoteurs à choisir l'option de restauration la plus acceptable du point de vue environnemental.

Intégré →
au
Guide de
Caractérisation

- Guide technique des mesures de contrôle à effectuer lors des travaux de restauration de sols contaminés

Les travaux de restauration de sols contaminés comportent, dans la majorité des cas, une phase d'excavation dont l'étendue, en superficie et en profondeur, est déterminée au préalable par l'interprétation des résultats d'une étude de caractérisation.

Le but de ce guide est de vérifier l'exactitude de cette interprétation lors des travaux d'excavation, afin de s'assurer que tout le matériel contaminé a été enlevé et que les objectifs de décontamination ont été atteints.

- Guide d'implantation et de gestion des lieux d'enfouissement de sols contaminés

Ce guide technique décrit les paramètres à considérer lors du choix d'un lieu d'enfouissement et aussi la conception des cellules à sécurité accrue et maximale. Ces cellules, destinées à l'enfouissement des sols contaminés, devraient permettre de régler plusieurs problèmes auxquels font face les promoteurs désireux de réutiliser des lieux contaminés.

B- Publications en préparation

Guide des méthodes de prélèvement des échantillons d'eau et de sol

Ce guide est rédigé principalement à l'intention des firmes de consultants en environnement afin d'uniformiser le travail qu'ils ont à faire lors de la caractérisation des sols contaminés.

- Guide des méthodes de conservation et d'analyse des échantillons d'eau et de sol.

Ce guide est préparé à l'intention des firmes de consultants en environnement et des laboratoires pour les aider dans le travail de caractérisation à effectuer sur les terrains.

- Guide d'évaluation des techniques de traitement des sols contaminés

Il se développe actuellement, dans le monde industrialisé, des technologies qui pourraient être importées ou développées au Québec. Ce guide se veut un inventaire des différentes technologies de traitement et propose une analyse et une évaluation de ces méthodes.

Pour toute demande d'informations sur la Politique de réhabilitation des terrains contaminés, s'adresser à l'endroit suivant:

Ministère de l'Environnement
Direction des substances dangereuses
3900, rue Marly, 5^e étage
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Tél.: (418) 643-3794

Pour les demandes de publications, s'adresser à :

Madame Yolande Labrecque
Ministère de l'Environnement
Direction des Communications et de l'Éducation
3900, rue Marly, 6^e
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Tél.: (418) 643-8852

**GUIDE D'ÉCHANTILLONNAGE
À DES FINS D'ANALYSES ENVIRONNEMENTALES**

**CAHIER 1
GÉNÉRALITÉS**

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA FAUNE**

DIRECTION DES LABORATOIRES

Note au lecteur : Les renseignements relatifs aux marques déposées ou aux produits commerciaux ne sont donnés qu'à titre indicatif et des produits équivalents peuvent être substitués.

Le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* comprend actuellement quatre cahiers; il s'agit de :

- Cahier 1 Généralités
- Cahier 2 Échantillonnage des rejets liquides
- Cahier 3 Échantillonnage des eaux souterraines
- Cahier 4 Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes

TOUS DROITS RÉSERVÉS

Il est interdit de reproduire cet ouvrage,
en tout ou en partie,
sous quelque forme que ce soit,
sans la permission de l'éditeur.

Copyright © 1994

Les éditions le Griffon d'argile

7649, boulevard Wilfrid-Hamel

Sainte-Foy (Québec)

G2G 1C3

Téléphone (418) 871-6898 • Télécopieur (418) 871-6818

Cahier 1: Généralités ISBN 2-89443-004-3

DÉPÔT LÉGAL

Bibliothèque nationale du Canada

Bibliothèque nationale du Québec

IMPRIMÉ AU CANADA

Envirodoq EN940112

QEN/LAB-24/1

Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 1994
Bibliothèque nationale du Canada

AVANT-PROPOS

Le présent guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales décrit un ensemble de bonnes pratiques qui régissent la planification et la réalisation des travaux d'échantillonnage. Il vise à assurer la qualité des prélèvements d'échantillons et la validité de l'information scientifique qui en découle.

Cet ouvrage a été initié par le ministère de l'Environnement et de la Faune, et plus particulièrement par la Direction des laboratoires, après que l'on eût constaté que les préleveurs n'avaient pas à leur disposition les instruments nécessaires pour acquérir rapidement une connaissance d'ensemble des pratiques d'échantillonnage au Québec. Conçu à des fins d'information, ce guide de référence essentiellement descriptif s'adresse aux préleveurs travaillant dans le cadre d'une campagne de caractérisation environnementale.

Ce document a dès le début suscité beaucoup d'intérêt au sein des préleveurs. Non pas que toutes les informations du guide soient inédites; mais on trouvait intéressant et utile de trouver synthétisées les informations contenues dans des ouvrages techniques ou issues de l'expérience pratique en échantillonnage au Québec.

Le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* regroupe une série de cahiers qui traitent de façon spécifique de l'échantillonnage de divers milieux. Le cahier 1, «Généralités», doit accompagner chacun des cahiers subséquents. Il traite du cadre général de la planification d'une campagne d'échantillonnage, décrit des procédures techniques sur les plans de la qualité, de la légalité, de la santé et sécurité. Il aborde enfin différentes modalités pour une rationalisation optimale des programmes d'échantillonnage.

Nous remercions sincèrement toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce document.

Aristide BOUCHARD
Directeur des laboratoires

Le 1^{er} avril 1994

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant-propos	I
Table des matières	III
Groupe de travail	V
Liste des tableaux	VI
Liste des figures	VII
Introduction	1
1. Planification d'une campagne d'échantillonnage	1
1.1 Approches d'échantillonnage	3
1.2 Types d'échantillons	4
1.3 Planification du contrôle de la qualité	5
2. Procédures techniques	5
2.1 Rinçage	5
2.2 Eau purifiée	6
2.3 Lavage des équipements d'échantillonnage	7
2.3.1 Première étape	7
2.3.2 Deuxième étape	8
2.4 Lavage des contenants d'échantillons	9
2.4.1 Biotests de toxicité et analyses biologiques	9
2.4.2 Analyses microbiologiques	10
2.5 Identification	10
2.6 Conservation des échantillons	12
2.7 Notes de terrain	12
3. Contrôle de la qualité de l'échantillonnage	13
3.1 Échantillons prélevés en duplicata	13
3.2 Blanc de transport et de terrain	13
3.3 Blanc de lavage des équipements d'échantillonnage	14
4. Échantillon légal	14
4.1 Formulaire et son application	15
4.2 Scellé des échantillons	15
4.3 Les intermédiaires	16

5.	Santé et sécurité	16
5.1	Généralités	17
5.2	Protection spécifique	19
5.2.1	Casque de sécurité	19
5.2.2	Lunettes de protection et écran facial	20
5.2.3	Appareil respiratoire	20
5.2.4	Gants de sécurité	22
5.2.5	Bottes de sécurité	22
5.2.6	Vêtements protecteurs	22
5.2.7	Protecteurs auditifs	22
5.3	Protection spécialisée	23
5.3.1	Excavations et tranchées	24
5.4	Exemples d'équipements de protection	28
5.5	Utilisation des équipements et des vêtements individuels de protection	40
5.6	Décontamination	41
6.	Rationalisation des programmes d'échantillonnage	44
6.1	Présence relative de contaminants	45
6.1.1	Analyses complexes	45
6.1.2	Analyses simples	48
6.2	Détermination de paramètres indicateurs	51
6.2.1	Le pH	52
6.2.2	La conductivité spécifique	52
6.2.3	Le carbone organique total	52
6.2.4	Autres paramètres indicateurs	53
6.3	Analyses de dépistage et analyses spécifiques	53
6.3.1	Analyses de dépistage	54
6.3.2	Analyses spécifiques	58
6.4	Détermination du nombre d'échantillons à prélever	60
6.4.1	La recherche des informations	60
6.4.2	Nombre d'échantillons	61
6.4.3	Mise en garde	63
	Conclusion	63
	Références	65
	Bibliographie	67
	Annexes	69

GROUPE DE TRAVAIL

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce au travail concerté de plusieurs personnes.

Coordination :

Boucher, Mario, M.Sc., chimiste
Direction des laboratoires

Recherche et rédaction :

Mario Boucher, M.Sc., chimiste
Direction des laboratoires

Jacynthe Gagnon, technicienne
Direction des laboratoires

Errol Shumanski, technicien
Direction des programmes d'assainissement

Pierre Doddridge, M.Sc., chimiste (section 4)
Direction des Enquêtes

François Bossányi, M.Sc. chimiste (section 6)
Direction des laboratoires

Jean-François Boulet, directeur régional adjoint (section 6)
Direction régionale de la Côte-Nord

Richard Mercier, technicien (section 6)
Direction régionale du Saguenay - Lac-Saint-Jean

Michel Rousseau, M.Sc., chimiste (section 6)
Direction régionale de Québec

Germain Tremblay, chimiste (section 6)
Direction des laboratoires

Mise en page :

Céline Tanguay
Direction des laboratoires

Révision linguistique :

André Richard
Direction des communications

De nombreux collaborateurs ont assisté les auteurs et auteures en leur fournissant des renseignements précieux sur certains aspects de l'échantillonnage ou en acceptant de commenter les versions successives de l'ouvrage. Nous tenons à les remercier pour leur apport inestimable à la réalisation de ce guide d'échantillonnage.

LISTE DES TABLEAUX

	page
1	Sélection d'un ensemble de protection de niveau A 29
2	Sélection d'un ensemble de protection de niveau B 32
3	Sélection d'un ensemble de protection de niveau C 35
4	Sélection d'un ensemble de protection de niveau D 38
5	Différentes méthodes de décontamination 42
6	Utilisations et sources de contaminants inorganiques complexes à analyser ... 46
7	Utilisations et sources de contaminants organiques complexes à analyser ... 47
8	Utilisations et sources de contaminants inorganiques simples à analyser 49
9	Analyse de dépistage des composés organiques semi-volatils (COSV) 55
10	Analyse spécifique des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 59
11	Nombre d'échantillons composés à analyser en fonction du nombre de points d'échantillonnage 62

LISTE DES FIGURES

1	Pentes maximales des parois en fonction des situations	26
2	Règles de sécurité concernant les travaux d'excavation	27
3	Ensemble de protection de niveau A	31
4	Ensemble de protection de niveau B	34
5	Ensemble de protection de niveau C	37
6	Ensemble de protection de niveau D	39

INTRODUCTION

Ce cahier contient les recommandations d'ordre général en matière d'échantillonnage. Il faut en prendre connaissance avant d'entreprendre toute campagne de caractérisation décrite dans les autres cahiers du guide.

1. Planification d'une campagne d'échantillonnage

L'objectif de l'échantillonnage pour des fins d'analyse est d'obtenir des renseignements sur un milieu donné à l'aide d'échantillons représentatifs et non contaminés.

Une bonne planification de la campagne d'échantillonnage est nécessaire pour éviter les pertes de temps et les erreurs. Elle doit se faire en fonction des buts visés par la campagne d'échantillonnage.

Exemples :

- surveillance environnementale ou industrielle (routinière);
- catastrophe environnementale;
- inspection, enquête, *etc.*;
- cueillette de données pour la conception d'éléments épurateurs;
- évaluation du rendement de certains équipements et épurateurs;
- *etc.*

La planification de la campagne d'échantillonnage peut se faire selon le plan suivant :

- faire ressortir le ou les buts visés par cette campagne;
- se procurer des informations concernant les matières premières utilisées (intrants), le procédé de fabrication employé, les polluants susceptibles d'être rejetés, *etc.*

- établir une liste de tous les paramètres qui devront être analysés;
- localiser géographiquement le lieu de prélèvement à l'aide de cartes, de photos aériennes, de plans et devis, de plans de drainage, *etc.*;
- déterminer les cycles ou les heures de fonctionnement du procédé à analyser afin de faire l'échantillonnage pendant le fonctionnement du procédé concerné;
Ex.: Pour un échantillon des eaux de lavage d'une industrie, se renseigner sur la période où le lavage s'effectue et prélever les échantillons pendant ce temps.
- déterminer la nature du réseau des rejets s'il y a lieu, c'est-à-dire combiné ou séparatif;
Ex.: • un réseau d'eau combiné est la réunion, dans un même réseau, des eaux de pluie, des eaux de procédé, des eaux domestiques, des eaux de refroidissement, *etc.*
• un réseau d'eau séparatif est un réseau qui contient seulement une catégorie de rejets ou une catégorie d'eau.
- faire le devis d'échantillonnage (un exemple de devis pour les rejets liquides industriels est présenté à l'annexe 1);
- aller visiter les lieux afin d'apporter au devis les correctifs nécessaires.
Lors de cette visite, il est impératif de se munir de l'équipement de sécurité de base (niveau D) décrit au tableau 4 de ce cahier à la page 38.

Cette visite préliminaire servira aussi à prendre note de tous les détails pouvant être importants lors de l'échantillonnage. Les points suivants sont à vérifier :

- l'équipement et les appareils d'échantillonnage nécessaires pour l'exécution des travaux;
- les moyens d'accès et de transport du personnel et des équipements (avion, bateau, motoneige, véhicule tout terrain, *etc.*);
- le nombre et le type de contenants nécessaires, le nombre de glacières, les agents de conservation et ce, en fonction du nombre de paramètres à analyser;
- le moyen de transport des échantillons jusqu'au laboratoire (courrier public et privé, poste prioritaire, autobus, *etc.*);

- la possibilité de se procurer de la glace à proximité du site d'échantillonnage;
- la présence d'électricité près du site;
- l'éclairage pour l'échantillonnage de nuit;
- les vêtements adéquats (endroits chauds, froids, humides, *etc.*);
- la possibilité d'avoir un système de communication si nécessaire;
- la proximité d'un endroit pour manger puisque sur certains sites d'échantillonnage il est interdit de manger, de boire ou de fumer;
- la possibilité d'apporter des accessoires pour le lavage des équipements d'échantillonnage (solvants, eau purifié, brosses et contenants de récupération). Tous les résidus de lavage doivent être entreposés, transportés et éliminés selon les lois et règlements en vigueur;
- l'équipement de sécurité requis en se basant sur les critères énoncés à la section 5 (cordes, ceintures de sécurité, gants, *etc.*).

1.1 Approches d'échantillonnage

Plusieurs approches d'échantillonnage peuvent être utilisées. Le choix de l'une ou l'autre des trois approches décrites ci-dessous doit se faire au moment de la planification de la campagne.

Échantillonnage ciblé :

Sol : prélever des échantillons à un endroit où une contamination est indiquée par un indice de pollution apparente (ex.: tache d'huile sur le sol), par un historique du site, par des investigations, par des plaintes, etc.

Rejets liquides :

prélever des échantillons à un ou des endroits précis à l'intérieur du procédé ou d'un réseau de drainage afin de détecter ou mesurer une pollution précise (ex.: étape du blanchiment du papier pour les dioxines).

Échantillonnage systématique :

Sol : diviser le milieu en carrés fictifs de même dimension (quadrillage) et prélever un échantillon dans chaque carré. La dimension des carrés varie en fonction du niveau de représentativité fixé lors de la détermination des buts de la campagne d'échantillonnage.

Rejets liquides :

prélever des échantillons à des endroits routiniers (ex.: émissaire final) et selon des périodes de temps établies en fonction des opérations de l'usine, fixées lors de l'élaboration du devis.

Échantillonnage aléatoire :

prélever des échantillons à des endroits choisis au hasard sur le terrain lorsqu'il s'agit d'un milieu statique (sol, déchets solides, *etc.*) ou à des périodes de temps et des endroits choisis au hasard lorsqu'il s'agit d'un milieu dynamique (rejets liquides, cours d'eau, rejets gazeux, convoyeur, *etc.*).

1.2 Types d'échantillons

Une fois le type d'échantillonnage choisi, il est nécessaire de déterminer le type d'échantillons à prélever.

Échantillon instantané (milieux dynamiques) :

prélèvement d'un échantillon représentatif dont la durée de prélèvement est inférieure à 15 minutes. Exemple : - Pomper une certaine quantité de liquide en moins de 10 minutes.

Échantillon ponctuel (milieux statiques) :

prélèvement d'un échantillon représentatif d'un emplacement spécifique.

Exemple : - Prélever une quantité de sol à un endroit bien déterminé.

Échantillon composé (milieux statiques et dynamiques) :

prélèvement, dans un même contenant, de plusieurs échantillons soutirés à des intervalles de temps variables et inférieurs à 15 minutes, sur une période de plusieurs heures.

Ex : - prélèvement d'effluent à toutes les 5 minutes entre 8 h et 17 h (milieux dynamiques);
- prélèvement d'échantillons de sol provenant d'endroits différents (milieux statiques).

1.3 Planification du contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité sert à vérifier la validité des échantillons prélevés. Le type de contrôle et le nombre sont établis en fonction des buts fixés lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage. La section 3 décrit les types de contrôle de qualité possibles et le pourcentage de duplicata à prélever selon les besoins du programme d'échantillonnage.

2. Procédures techniques

Les résultats d'une campagne de caractérisation peuvent être entachés de plusieurs erreurs fortuites survenues lors de l'étape d'échantillonnage. Une série de procédures techniques relativement simples qui permettent de minimiser ces erreurs sont décrites ci-dessous¹.

2.1 Rinçage

Le lavage des équipements d'échantillonnage et des contenants décrits aux sections 2.3 et 2.4 comprend des opérations de rinçage à l'eau, aux acides ou aux solvants organiques. Le rinçage doit s'effectuer selon la procédure suivante :

- un rinçage adéquat consiste à mettre en contact le solvant avec toutes les surfaces de l'équipement d'échantillonnage. La quantité de solvant utilisée varie donc selon la surface de l'équipement à rincer.

2.2 Eau purifiée

L'eau purifiée est employée pour le lavage des équipements d'échantillonnage. Le traitement de purification de l'eau doit être effectué selon les méthodes décrites ci-dessous ou l'équivalent afin d'obtenir des échantillons non contaminés. À titre d'exemple, deux traitements primaires sont décrits pour obtenir une eau purifiée de qualité recherchée

Les étapes qui seront décrites dans cette section sont expliquées et illustrées en détail chez les fournisseurs d'équipements de purification d'eau.

1^{er} exemple d'un traitement primaire :

- eau du robinet;
- filtration à l'aide d'un filtre de 5 μm ;
- déchloration et adsorption des composés organiques à l'aide de charbon activé;
- déminéralisation à l'aide d'une résine échangeuse d'anions suivie d'une résine échangeuse de cations;
- déminéralisation combinée à l'aide de résine échangeuse d'ions.

La conductivité de cette eau devrait être inférieure à environ 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la résistivité supérieure à environ 0,3 M Ω cm.

2^e exemple d'un traitement primaire :

- eau du robinet;
- filtration à l'aide d'un filtre de 5 μm ;
- déchloration et adsorption des composés organiques à l'aide de charbon activé;
- déminéralisation en se servant de résines échangeuses d'ions;
- distillation dans un système de verre.

La conductivité de cette eau devrait être inférieure à environ $2 \mu\text{S}/\text{cm}$ et la résistivité devrait être supérieure à environ $0,5 \text{ M } \Omega \text{ cm}$.

2.3 Lavage des équipements d'échantillonnage

Les différents équipements d'échantillonnage (pelles, truelles, carottiers, tarières, tubes, échantillonneurs automatiques, surfaces des pompes, contenants intermédiaires, *etc.*) doivent être nettoyés entre chaque point d'échantillonnage. Il existe une alternative pour éviter cet exercice qui peut s'avérer laborieux sur le terrain. Il s'agit d'utiliser lorsque possible des équipements d'échantillonnage dédiés à chacun des points.

Les détergents et les solvants organiques ou inorganiques utilisés pour nettoyer le matériel doivent enlever toutes les traces de produits d'intérêt analytique sans laisser de traces de nouveaux produits d'intérêt. De plus, la décontamination ne doit pas laisser de produits inhibiteurs sur les surfaces en contact avec les échantillons soumis aux analyses microbiologiques et aux biotests.

2.3.1 Première étape

La première étape de la décontamination des équipements doit s'effectuer de la façon suivante : rinçage à l'eau chaude pour enlever les résidus majeurs, brossage des surfaces avec de l'eau chaude et un détergent sans phosphate, trois rinçages à l'eau du robinet pour enlever toute trace de détergent suivis de deux rinçages à l'eau purifiée.

Les tubes peuvent être décontaminés de la même façon. Il suffit d'attacher une brosse circulaire de grosseur appropriée à une corde, puis de faire passer la brosse dans le tube en tirant la corde par l'autre extrémité.

2.3.2 Deuxième étape

Pour l'analyse de paramètres à l'état de traces, une deuxième étape de nettoyage est nécessaire selon les milieux analysés. Les procédures de nettoyage de la deuxième étape doivent être rigoureuses et spécifiques aux analyses qui sont effectuées. La procédure «A» convient à tous les types d'analyses. La procédure «B» *convient seulement aux analyses de chimie organique* alors que la procédure «C» *convient seulement aux analyses de chimie inorganique*. Dans les trois cas, la séquence des rinçages doit être respectée.

- A. Tous les types d'analyses : un rinçage à l'acide nitrique (HNO_3) 10 %, trois rinçages à l'eau purifiée, un rinçage à l'acétone, deux rinçages à l'hexane, un nouveau rinçage à l'acétone puis rincer généreusement à l'eau purifiée de façon à enlever toute trace d'acétone et égoutter le surplus.

- B. Analyses de chimie organique seulement : un rinçage à l'acétone, deux rinçages à l'hexane, un nouveau rinçage à l'acétone puis rincer généreusement à l'eau purifiée de façon à enlever toute trace d'acétone et égoutter le surplus.

- C. Analyses de chimie inorganique seulement : un rinçage à l'acide nitrique (HNO_3) 10 % puis rincer généreusement à l'eau purifiée de façon à enlever toute trace d'acide nitrique et égoutter le surplus.

Les acides et solvants organiques utilisés pour les lavages doivent être approuvés par l'American Chemical Society (ACS), c'est-à-dire de «qualité ACS» ou l'équivalent.

Les résidus de lavage doivent être récupérés, entreposés, transportés et éliminés selon les lois et règlements en vigueur.

2.4 Lavage des contenants d'échantillons

Les préleveurs n'ont pas à laver ou à rincer les contenants d'échantillons fournis par les laboratoires. Cependant, ils doivent s'assurer, en vérifiant et en s'informant, que les contenants fournis sont bien lavés et que les laboratoires contrôlent la qualité du nettoyage desdits contenants. Le laboratoire peut facilement vérifier la contamination d'ordre chimique qui pourrait être occasionnée par un lavage inadéquat. Il suffit de laisser séjourner pendant un certain temps de l'eau purifiée et les agents de conservation normalement utilisés dans des contenants préalablement lavés et d'analyser les composés d'intérêt dans l'eau de ces contenants.

Les procédures de lavage des contenants d'échantillons soumis aux biotests de toxicité, aux analyses biologiques et aux analyses microbiologiques sont normalisées. Elles sont décrites ci-dessous pour fins de renseignements auprès des laboratoires.

2.4.1 Biotests de toxicité et analyses biologiques

Ces contenants d'échantillons doivent être prétraités de la façon suivante :

- rinçage à l'eau du robinet;
- lavage avec une solution de détergent sans phosphate dans l'eau chaude comportant les étapes suivantes :
 - agitation pour couvrir toute la paroi;
 - brossage;
 - trempage de 30 minutes.
- rinçage à l'eau du robinet;
- lavage à l'acide chlorhydrique HCl 10 % dans l'eau purifiée :
 - agitation pour couvrir toute la paroi;
- rinçage abondant à l'eau purifiée.

2.4.2 Analyses microbiologiques

Les contenants peuvent être lavés manuellement en utilisant un détergent neutre et sans phosphate ou au lave-vaisselle en utilisant un détergent sans phosphate. Les étapes du traitement sont les suivantes : un lavage au détergent et à l'eau chaude, un rinçage à l'eau chaude pour enlever toute trace de détergent et trois rinçages à l'eau purifiée.

La paroi des contenants doit être exempte de résidus acides ou alcalins. Ces résidus peuvent être décelés en appliquant sur la paroi une goutte de solution de bleu de bromothymol².

Les contenants doivent être stérilisés après le lavage. Il y a deux méthodes de stérilisation possibles pour les contenants prescrits dans les différents tableaux :

A- 15 minutes à l'autoclave à 121 °C;

B- 2 heures au four pasteur à 180 °C.

2.5 Identification

À cette section, on retrouve les renseignements nominatifs du dossier, comme son identification telle que définie lors de l'ouverture ainsi que le numéro attribué à celui-ci. L'adresse civique correspond aux coordonnées du lieu d'échantillonnage. Les contenants d'échantillons peuvent être identifiés à l'aide d'un crayon de feutre, d'une étiquette autocollante, d'un burin, *etc.*, pourvu que l'identification soit **indélébile**. L'identification du contenant peut se restreindre à la limite à un numéro qui doit obligatoirement correspondre de façon univoque à une demande d'analyse formellement remplie. S'il y a plusieurs contenants avec le même numéro, les paramètres à analyser doivent être indiqués sur le contenant. D'autres renseignements facultatifs peuvent être inscrits sur les contenants : le site de prélèvement sous forme de code ou autre, les agents de conservation et le pH après ajustement. Les remarques pertinentes qui pourraient servir aux analystes sont toujours

appréciées (ex.: échantillon très concentré, peut contenir des dioxines, des furanes, des composés volatils, des composés cancérigènes, des bactéries pathogènes, *etc.*). Les remarques concernant les dioxines et furanes sont particulièrement importantes compte tenu de la toxicité élevée de ces produits. Les analystes doivent prendre des précautions très particulières lorsque ces produits sont présents dans un échantillon et ce, pour toute la série d'analyses effectuées sur l'échantillon en question. Il est donc important d'inscrire cette remarque sur tous les contenants pouvant contenir des dioxines ou des furanes.

Les formulaires de demande d'analyses ou de livraison des échantillons doivent être remplis en 3 copies (papier NCR), de façon uniforme et complète afin d'éviter toute confusion. Les informations suivantes, qui ne sont pas exhaustives, doivent figurer sur le formulaire :

- lieu de prélèvement;
- date du prélèvement;
- identification de l'échantillon;
- identification des points de prélèvement;
- type de l'échantillon (instantané, ponctuel, composé, fréquence des prises, heures, *etc.*);
- paramètres demandés;
- nom et coordonnées du préleveur;
- tout autre renseignement pertinent (agent de conservation, pH, nom du projet, responsable du projet, *etc.*).

Un formulaire dûment rempli est présenté à titre d'exemple à l'annexe 2.

2.6 Conservation des échantillons

Les méthodes de conservation des échantillons sont indiquées dans les cahiers subséquents du guide sous forme de tableaux spécifiques à des milieux. On y retrouve les spécifications en ce qui a trait aux volumes minimaux d'échantillons, types de contenants, agents de conservation et délais de conservation des échantillons (entre le prélèvement et les analyses). Règle générale, tous les échantillons doivent être réfrigérés à 4°C et même congelés dans certains cas. Les directives sont regroupées par famille chimique et par conséquent, elles s'appliquent à tous les composés qui peuvent être inclus dans la famille. Ces directives ont été définies avec le plus de souplesse possible. Néanmoins, l'utilisation de bouteilles en plastique, lorsque permise, est suggérée en raison de la résistance aux chocs et du coût relativement réduit du plastique.

Les contenants et les agents de conservation doivent être fournis par le laboratoire qui effectuera les analyses. De cette façon, les laboratoires peuvent contrôler la qualité du lavage des contenants et choisir la qualité des agents de conservation la plus appropriée à la situation. Les préleveurs n'ont pas à relaver les contenants fournis par les laboratoires.

2.7 Notes de terrain

Il est essentiel de tenir un journal ordonné qui est le reflet des activités et qui relate tous les faits pertinents concernant les opérations d'échantillonnage. Le préleveur doit nécessairement inclure dans ses notes de terrain une description de la méthode d'échantillonnage utilisée ainsi que la liste des principaux équipements, contenants et agents de conservation s'il y a lieu. Également la localisation des prélèvements, la fréquence et l'heure doivent être signifiées. De plus, il faut y noter les valeurs des paramètres qui sont mesurés sur place tels que le pH et la température, les conditions climatiques (pluie, neige, *etc.*), la période de crue ou d'étiage s'il y a lieu (en bordure d'un cours d'eau), une description visuelle des échantillons et du milieu échantillonné (couleur, odeur, turbidité visuelle, *etc.*).

3. Contrôle de la qualité de l'échantillonnage

Cette section décrit les contrôles de la qualité de l'échantillonnage les plus couramment effectués. Nous ferons référence à ces contrôles dans les autres parties du guide. Parmi ceux-ci, seuls les contrôles essentiels au type d'échantillonnage en question seront cités. Des contrôles supplémentaires (triplicata, solutions mères servant à l'étalonnage d'instruments, acclimatation de bactéries, etc.) peuvent être exigés lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage. Les analystes des différents laboratoires peuvent être consultés(es) lors de situations ambiguës ou lors de problèmes analytiques particuliers.

3.1 Échantillons prélevés en duplicata

Selon Environnement Canada et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis, un minimum de 10 % des échantillons prélevés en duplicata est nécessaire pour que l'interprétation des résultats de ce contrôle soit scientifiquement valable. L'importance et les objectifs de la campagne peuvent nécessiter une interprétation moins rigoureuse. Dans ce cas, le pourcentage peut être inférieur à 10 % mais l'interprétation des résultats de ce contrôle doit être utilisée seulement à titre indicatif. La prise d'aucun échantillon en duplicata n'invalide pas la campagne d'échantillonnage mais ne permet aucun contrôle de la réplicabilité des travaux d'échantillonnage et ce, même à titre indicatif.

3.2 Blanc de transport et de terrain

Le blanc de transport permet de contrôler la contamination des contenants ou des échantillons qui pourrait survenir pendant le transport. Le blanc de terrain permet de contrôler la contamination qui pourrait survenir lors de l'échantillonnage. Par exemple, la présence de composés organiques volatils dans l'air à proximité du point d'échantillonnage risque de contaminer les échantillons. L'analyse du blanc de terrain démontrera s'il y a eu contamination ou non. Les laboratoires préparent sur demande ces deux types de contrôle en remplissant un contenant avec de l'eau purifiée et en y incluant les agents de conservation

appropriés aux paramètres représentés par les blancs. Les blancs de transport et de terrain doivent être amenés sur le site d'échantillonnage et rapportés au laboratoire comme un échantillon. Ils doivent **toujours** accompagner les autres contenants durant le transport et l'entreposage, avant et après l'échantillonnage, ainsi qu'au retour des échantillons au laboratoire. Le contenant du blanc de transport **ne doit jamais être ouvert** alors qu'il faut **ouvrir sur le site** celui du blanc de terrain pendant environ la même durée de temps que les contenants d'échantillons lors du prélèvement. Les blancs de transport ne sont requis que pour les paramètres dont des risques de contamination pendant le transport sont anticipés (ex.: contamination des échantillons soumis aux analyses de composés organiques volatils par les gaz d'échappement d'un véhicule).

3.3 Blanc de lavage des équipements d'échantillonnage

Les blancs de lavage sont utilisés pour évaluer l'efficacité des procédures de lavage de l'équipement d'échantillonnage lorsqu'elles sont réalisées pour la première fois (et ce pour chaque préleveur) et périodiquement (ex. au 6 mois) par la suite. Lorsque requis, ce blanc est prélevé entre les différentes campagnes de caractérisation ou entre les différents points d'échantillonnage. Idéalement, il faudrait effectuer ce contrôle après le prélèvement d'échantillons très contaminés. Il s'agit de laver les équipements d'échantillonnage et de prélever à la manière d'un échantillon de l'eau purifiée du dernier rinçage et de la conserver dans un contenant identifié à cette fin. Les agents de conservation doivent être inclus. L'analyse de ces blancs démontrera que les échantillons prélevés ont été ou n'ont pas été contaminés par les équipements.

4. Échantillon légal

Un échantillon légal est défini comme étant un échantillon destiné à être soumis en preuve devant les tribunaux par le Ministère ou ses représentants ou encore par le contrevenant en défense. Le processus judiciaire requiert que les préleveurs garantissent l'intégrité :

- du lieu d'échantillonnage, du contenu de l'échantillonneur automatique s'il y a lieu et ce, à l'aide de surveillance continue;
- de l'échantillon entre sa prise et l'analyse;
- de l'exactitude des résultats soumis en preuve.

4.1 Formulaire et son application

L'outil privilégié pour assurer le suivi de la chaîne de possession est le formulaire de chaîne de possession. Ce formulaire est présenté à l'annexe 3. Il est utilisé conjointement avec la formule de demande d'analyses du laboratoire.

4.2 Scellé des échantillons

Afin de clarifier la notion de «lot», il est important de préciser ce que l'on entend par le terme «prélèvement» : un volume ou une quantité soutiré à un point d'échantillonnage qui se retrouve dans un ou plusieurs contenants (échantillons) en fonction des paramètres à caractériser. En rapport avec cette définition, un «lot» s'identifie à un ensemble d'échantillons issus d'un même prélèvement. Lorsque les manipulations associées à l'échantillonnage proprement dit sont terminées, le lot est contenu dans un sac multicouches dont l'orifice est scellé à l'aide d'une bande autocollante.

Le numéro de lot n'est pas significatif. Il sert uniquement de référence par rapport au point d'échantillonnage. Au centre d'analyse, le préposé à la réception attribue un numéro de laboratoire à chacun des contenants qui sont inclus dans un «lot». Il remplit la section «Réception au laboratoire» du formulaire de chaîne de possession.

4.3 Les intermédiaires

Toutes les personnes physiques qui prennent charge des échantillons scellés doivent remplir la partie qui les concerne au verso du formulaire. À titre d'exemple, lorsque la personne qui achemine les échantillons au centre d'analyse n'est pas celle qui a réalisé les prélèvements sur le terrain, cette personne doit obligatoirement remplir la section appropriée du formulaire. Dans le cas d'un transporteur privé, le billet de livraison devient nécessaire et complémentaire aux documents de la chaîne de possession. Tous les paramètres relatifs aux modes d'entreposage et de transport des échantillons à partir du lieu d'échantillonnage jusqu'au laboratoire doivent être notés.

5. Santé et sécurité

Lors de la visite préliminaire, il est obligatoire d'être muni de l'équipement de sécurité de base décrit au tableau 4, page 38. Cette visite servira à prendre note des risques à la santé et à la sécurité inhérents au poste d'échantillonnage afin de se procurer l'équipement de protection individuelle adéquat lors des travaux d'échantillonnage. Il est utile de se renseigner sur les règles de sécurité déjà établies par l'exploitant d'un lieu ou d'une entreprise puisqu'il est obligatoire de s'y conformer. Dans ce cas, les recommandations énumérées ci-dessous servent de protection additionnelle. Par contre, elles servent de protection de base lorsqu'il n'y a pas de règles préétablies par l'exploitant du site où a lieu l'échantillonnage.

Tous les équipements de sécurité et les appareils de mesure mentionnés dans les sous-sections suivantes sont décrits en détail et illustrés dans tous les catalogues d'équipement de sécurité des fournisseurs de ces produits. Il est obligatoire que les équipements de sécurité soient approuvés par des organismes tels que l'Association canadienne de normalisation (ACNOR), la Canadian Standards Association (CSA) ou tout autre organisme de normalisation.

5.1 Généralités

Avant l'échantillonnage, il serait important de se procurer un historique du site et de ses activités afin de minimiser les risques de découvrir du matériel inconnu ou des conditions instables. Par exemple, s'il y a déjà eu des matières radioactives d'enterrées, il est utile de porter un survêtement de protection à cet effet.

Lorsque l'échantillonnage se prolonge jusqu'à la noirceur, il est nécessaire de prévoir de l'éclairage supplémentaire pour une plus grande sécurité.

Le préleveur ne doit jamais exécuter seul les travaux d'échantillonnage. De plus, un système de communication par radio est requis lors de situations périlleuses. Il doit être relié à une personne qui peut intervenir en cas de besoin.

Les sources d'ignition sont à proscrire lorsque l'échantillonnage se fait à proximité de matières inflammables ou explosives. Les outils utilisés doivent être antidéflagrants, c'est-à-dire qu'ils ne provoquent pas d'étincelles au contact du métal. Ils sont généralement fait de bronze ou d'aluminium.

Les chocs électriques peuvent causer des blessures très sévères au préleveur s'il n'est pas conscient des facteurs de risques. Le travail avec des équipements de métal, la présence de l'eau sur le site et la possibilité d'entrer en contact avec des fils électriques, *etc.*, sont des facteurs de risques fréquents. Il y a certaines règles à respecter afin de minimiser les risques d'électrocution : travailler avec de l'équipement de bas voltage qui possède un interrupteur de mise à la terre en cas de défectuosité et des fils de connexion résistants à la corrosion et étanche à l'eau. Lorsque l'échantillonnage s'effectue à proximité de lignes à haute tension, le voltage de celles-ci devrait être connu afin de respecter les distances minimales d'approche spécifiées à la page suivante³ :

Tension entre phases (Volts)	Distance d'approche minimale (Mètres)
Moins de 125 000	3
125 000 à 250 000	5
250 000 à 550 000	8
Plus de 550 000	12

Les mauvaises conditions du site, tels les terrains accidentés, les surfaces glissantes (boue, glace, etc.) les amas de débris et autres obstacles peuvent causer des glissades, des faux-pas et des chutes. Les morceaux de métal tordu, les débris de verre, les clous et autres objets tranchants peuvent percer ou déchirer les vêtements et équipements de protection. La vigilance est de rigueur pour éviter ce genre d'accidents.

La chaleur réduit la tolérance au travail, diminue les activités mentales et physiques. Elle peut causer des éruptions cutanées, des crampes, des syncopes et des coups de chaleur susceptibles d'entraîner des lésions cérébrales sérieuses. L'indice de contrainte thermique se mesure par la méthode W.B.G.T.⁴. La valeur limite admissible d'exposition à la chaleur dépend de la charge de travail. La vérification de la température et des charges de travail acceptables se fait à l'aide de l'annexe "D", tableau I du Règlement sur la qualité du milieu de travail⁵. Dans ce tableau, des périodes de repos et de travail sont proposées lorsque la limite d'exposition à la chaleur est dépassée. Les vêtements de protection doivent être bien choisis pour offrir une protection adéquate.

Il est indispensable de se munir d'équipements de protection personnelle afin d'éviter d'entrer en contact avec des produits toxiques, des matières radioactives, du matériel inflammable, explosif, réactif ou corrosif, des contaminants biologiques (déchets biomédicaux) qui proviennent des laboratoires, hôpitaux, cliniques médicales et qui peuvent être infectés de virus ou de bactéries. Les voies d'entrée les plus fréquentes et qui sont à surveiller sont

l'inhalation, le contact et l'ingestion. L'absorption par la peau (le contact) est facilitée par les blessures (coupures, brûlure, etc.) puisque la barrière naturelle de lipide est affaiblie. La protection de ces blessures est fortement recommandée.

Sur le site d'échantillonnage, plus il y a de gens, d'équipements, de matériel et de déplacements à effectuer, plus les risques d'accidents sont élevés. Même si tous les moyens de protection sont mis en place, la prudence est de mise.

5.2 Protection spécifique

Le choix des équipements et des vêtements individuels de protection contre les risques d'origine chimique, biologique et physique repérés sur un site d'échantillonnage doit être fait avec le plus grand soin. Les sous-sections suivantes contiennent des conseils pour la sélection, l'utilisation et la décontamination des équipements et vêtements individuels de protection.

5.2.1 Casque de sécurité

La tête doit être protégée par un casque de sécurité lorsqu'une pelle mécanique, ou tout autre véhicule de ce type, est utilisée à proximité du poste d'échantillonnage, lorsqu'il y a danger d'un éboulement de terrain ou lorsqu'il y a des risques de recevoir des matériaux sur la tête et pour éviter les chocs avec les structures tels des plafonds bas, des poutres de soutien, des échafaudages, etc.

5.2.2 Lunettes de protection et écran facial

Le port de lunettes de protection ou d'un écran facial est nécessaire lorsque les yeux ou le visage sont exposés à des particules en mouvement, des fumées, des gaz ou des éclaboussures de substances dangereuses. Il est interdit de porter des lentilles cornéennes (verres de contact) lors de la manipulation de produits chimiques.

5.2.3 Appareil respiratoire

La protection du système respiratoire est indispensable lorsque les concentrations de fumées, de gaz, de poussières ou de vapeurs dépassent les normes d'exposition pour 8 heures de l'annexe "A" du Règlement sur la qualité du milieu de travail⁶. La dernière référence devrait faire partie de la bibliothèque des préleveurs qui ont à travailler dans de telles conditions.

Avant le début de l'échantillonnage dans un espace clos (trou, excavation, galerie souterraine, réservoir, etc.), il faut se procurer une liste des contaminants qu'il est possible de retrouver à l'intérieur ou aux environs de l'espace confiné. Si ces contaminants peuvent causer des problèmes de santé, il faut mesurer leur concentration et se rapporter à l'annexe "A" du Règlement sur la qualité du milieu de travail. Il est excessivement important que personne n'entre dans un espace confiné, contaminé, sans avoir mesuré la concentration des contaminants et avoir les équipements de protection adéquats.

Les appareils qui peuvent être utilisés pour vérifier la qualité de l'air sont:

- les instruments à lecture directe :
Ex.: analyseur d'oxygène et de gaz combustibles;
- les pompes avec tubes réactifs :
Ex.: Gilian°, SKC°, Bendix°, MSA°, Gastex°, Drager°.

Le guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail de l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail du Québec (IRSST)⁷ décrit les appareils, les méthodes, les types de filtres, les débits et les volumes à utiliser pour l'échantillonnage de chaque contaminant.

Les équipements de protection du système respiratoire peuvent être de six types:

- 1- respirateurs contre les particules : filtres qui recouvrent la bouche et le nez;
- 2- masques à cartouches filtrantes : masques bucco-nasaux possédant une ou deux cartouches jetables qui filtrent, selon le type de cartouches utilisées, les contaminants indésirables;
- 3- appareils respiratoires de sortie d'urgence : cagoules à adduction d'air pur avec bonbonne ayant une quantité d'air d'une durée limitée, suffisante pour l'évacuation d'un endroit contaminé;
- 4- masques à adduction d'air pur : masques bucco-nasaux utilisés avec un compresseur d'air stationnaire ou portatif;
- 5- cagoules à adduction d'air pur : cagoules recouvrant la tête et qui s'alimentent en air par un compresseur stationnaire ou portatif;
- 6- appareils respiratoires autonomes à adduction d'air pur à demande, à pression positive avec bonbonnes d'air pur de durée variable.

Un mauvais choix des appareils respiratoires et des cartouches peut entraîner des conséquences fâcheuses. Il est donc recommandé de bien se renseigner auprès de gens compétents avant d'utiliser ces équipements. Les appareils de protection du système respiratoire sont déconseillés pour les gens ayant une barbe, une grosse moustache, des favoris ou des lunettes; ceux-ci nuiraient à l'adhérence du masque sur la peau et laisseraient entrer des contaminants à l'intérieur du masque.

5.2.4 Gants de sécurité

Il est nécessaire de se protéger les mains lors de la manutention d'objets présentant des arêtes vives, des risques de chocs électriques, une surface abrasive ou rugueuse, ou lors de la manipulation de substances corrosives ou toxiques. Le choix des gants doit se faire en fonction de l'utilité que ceux-ci auront. Par exemple, s'il y a des risques de chocs électriques, des gants isolants de la tension concernée (moins de 5 000 volts ou plus de 5 000 volts) sont requis.

5.2.5 Bottes de sécurité

Les pieds doivent être protégés en tout temps lors de l'échantillonnage. Les bottes ou les souliers de sécurité avec un embout d'acier et une semelle d'acier doivent être portés pour ce genre de travail. Il existe une multitude de bottes qui s'adaptent à tous les types de travail.

5.2.6 Vêtements protecteurs

Le corps doit être vêtu convenablement (bas, pantalon long et chemise à manches longues) en tout temps sur un site d'échantillonnage. Il doit être protégé s'il y a des danger d'entrer en contact avec des produits chimiques, des matières infectieuses, le froid ou le feu. Une multitude de combinaisons sont offertes pour remédier à ces risques. Par exemple, les combinaisons en Tyvek® recouvertes de polyéthylène résistent à la pénétration des produits chimiques solides et liquides. Si elles ne sont pas recouvertes de polyéthylène, elles peuvent servir seulement de vêtements protecteurs contre la saleté.

5.2.7 Protecteurs auditifs

Des bouchons d'oreilles ou des coquilles doivent être utilisés si le niveau de bruit au point d'échantillonnage est supérieur à 90 db. Pour vérifier le niveau de bruit, l'appareil à utiliser

est le sonomètre (son fonctionnement est décrit dans le manuel de l'utilisateur). Les bruits de hautes fréquences sont plus agaçants et dommageables que les bruits de basses fréquences.

L'efficacité des bouchons est équivalente à celle des coquilles. Ils atténuent le bruit de 10 à 12 db. Il est fortement déconseillé de porter les bouchons et les coquilles en même temps, ce qui provoquerait un inconfort et peut-être même, une diminution de l'efficacité d'environ 5 db.

5.3 Protection spécialisée

Une protection spécialisée peut s'avérer nécessaire dans certains cas dont voici quelques exemples :

- si l'échantillonnage s'effectue à proximité ou au-dessus d'un cours d'eau, le gilet de sauvetage est de rigueur;
- si une embarcation est nécessaire pour l'échantillonnage, celle-ci se doit d'être en bon état. Quant au préleveur, il doit revêtir un gilet de sauvetage;
- un harnais de sécurité est obligatoire si un préleveur est exposé à une chute de plus de deux mètres de sa position de travail. Ce harnais doit être ancré à un élément ayant une résistance à la rupture suffisante (≥ 18 kilonewtons). De plus, les travaux dans les regards d'égout, les puits d'accès, les vases clos, *etc.*, requièrent l'utilisation d'un harnais ou d'une ceinture;
- si le port d'un harnais de sécurité gêne le préleveur ou présente un danger pour sa sécurité, un filet de sécurité doit être utilisé : celui-ci doit être placé de façon à empêcher le préleveur de tomber d'un maximum de six mètres de hauteur en chute libre;
- si un préleveur a à descendre une pente abrupte, il doit se munir d'un harnais et d'une corde puis l'attacher solidement en haut de la pente. Celle-ci servira à se retenir en cas de perte d'équilibre et à remonter sans difficulté;
- un pare-chutes et un treuil sur un trépied sont nécessaires si l'échantillonnage se fait dans un trou d'une profondeur de plus de deux mètres. Dans ce cas, il est nécessaire qu'une personne reste au-dessus du trou.

5.3.1 Excavations et tranchées

Avant d'entreprendre des travaux d'excavation, une visite préliminaire des lieux s'impose pour vérifier la nature du sol, soit à partir⁸ :

- de l'expérience acquise lors de travaux antérieurs dans le voisinage;
- de l'observation du terrain (fissures, eau stagnante, cours d'eau, zones de glissement de terrain et de sols déjà excavés, etc.).

Il est aussi très important de s'assurer de certains aspects³ :

- prendre connaissance des plans de canalisations souterraines;
- aviser les services concernés au besoin (ex. voirie, compagnies d'électricité, de téléphonie, de distribution de gaz, etc.)
- la solidité des constructions voisines ne doit pas être menacée par les travaux d'excavation;
- vérifier fréquemment la solidité et l'angle des parois;
- enlever les pierres et les matériaux susceptibles de tomber;
- s'assurer qu'il n'y a aucun matériau d'excavation ou de construction à moins de 1,2 mètre du sommet des parois;
- s'assurer qu'il n'y a aucune circulation de véhicule à moins de trois mètres du sommet des parois sauf si un étaisonnement renforcé a été prévu à cet effet.

Avant de descendre dans une tranchée pour y effectuer des travaux, il faut que la tranchée soit étaisonnée [article 3.15.3-1 du *Code de sécurité pour les travaux de construction* (référence 3)] ou qu'il n'y ait pas de danger de glissement de terrain dans la tranchée dont :

- cas A : - la pente est inférieure à 45° à partir de moins de 1,2 mètre du fond (article 3.15.3-2b/. de la référence 3);

ou

cas B : - la pente à partir du fond est de 600 millimètres mesurés verticalement pour chaque 300 millimètres mesurés horizontalement (article 3.15.3-2bii. de la référence 3).

ou

- la pente des parois est plus raide que celle décrite dans le cas A ou B mais dont la nature du sol, la stabilité et l'angle de repos (pente) correspondent aux données présentées à la figure 1 (article 3.15.3-2c de la référence 3).

Pour bien comprendre et bien visualiser les propos ci-haut, il est important de consulter la figure 1 à la page suivante. De plus, pour effectuer des travaux dans une tranchée, il faut:

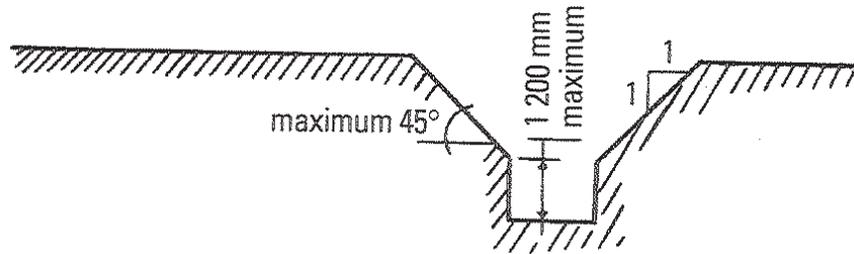
- un moyen de sortie (ex. échelle) à tous les 15 mètres;
- une surveillance humaine pour déceler les failles, les éboulements et toute autre source de danger.

Règle générale, des signaux et des barricades sont nécessaires pour avertir les travailleurs ou le public de la présence d'une excavation et celle-ci doit être maintenue suffisamment asséchée. La figure 2 de la page 27 résume très bien les règles de sécurité à suivre pour les travaux effectués dans les excavations ou près d'elles.

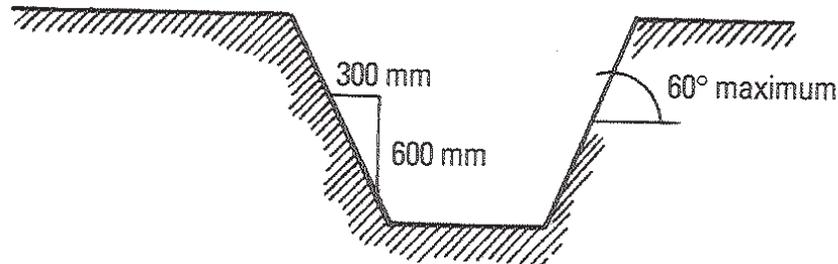
Figure 1

Pentes maximales des parois en fonction des situations

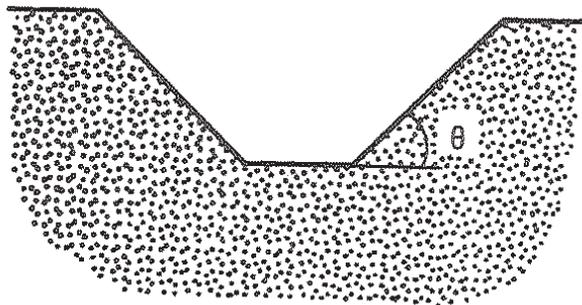
Cas A)



Cas B)



Angle de repos et nature du terrain

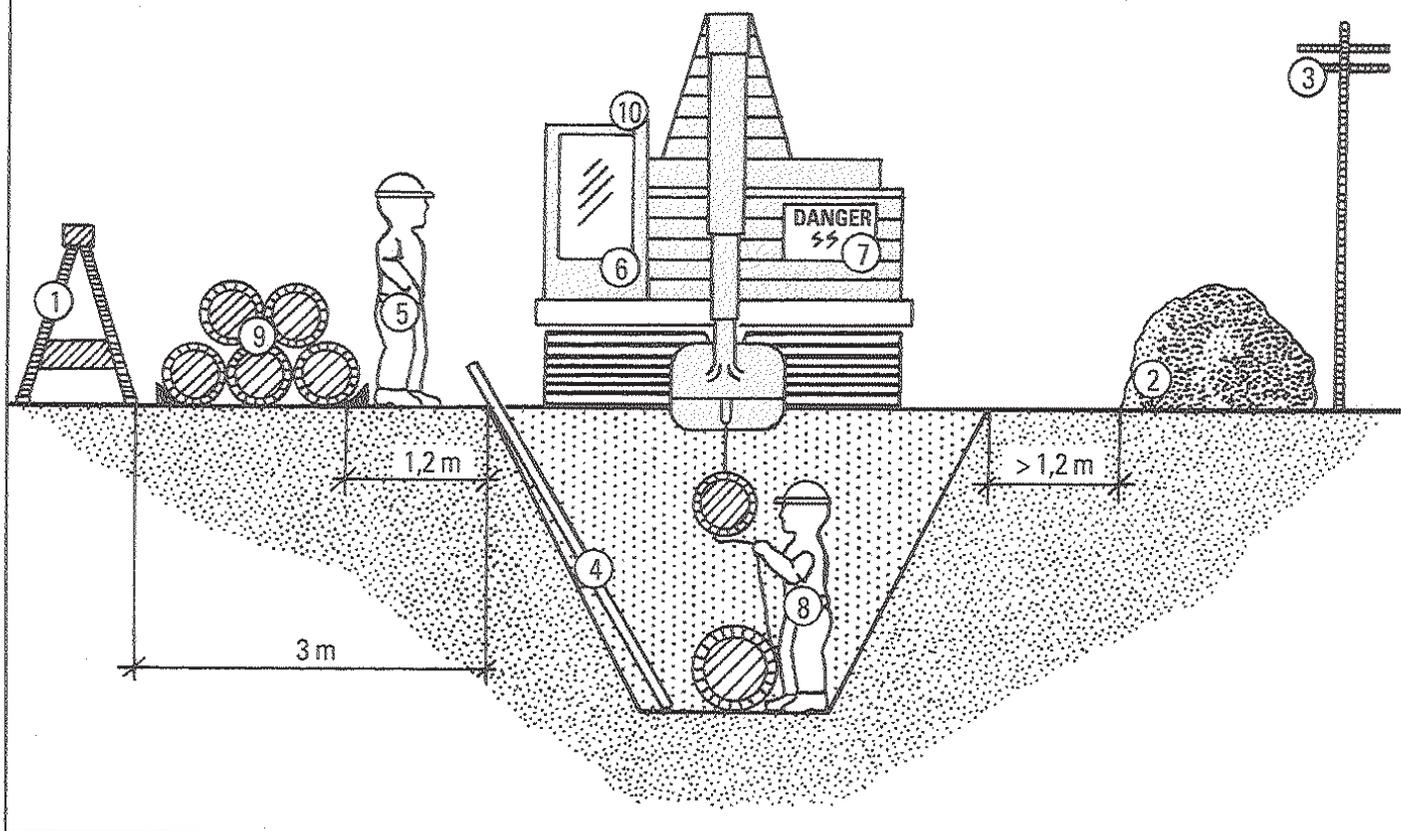


Nature du sol	Angle de repos (θ)	
	Sol sec	Sol mouillé
Roc solide	90°	N.A.
Roc tendre	55°	55°
Terre végétale	45°	40°
Argile-sable	45°	30°
Argile	45°	20°
Gravier	35°	30°
Sable	30°	20°

Figure 2

Règles de sécurité concernant les travaux d'excavation

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Barricade à 3 mètres de la tranchée | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. Déblais à 1,2 mètre de la tranchée | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. Ligne électrique de 75 000 volts | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. Échelle d'accès à tous les 15 mètres | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. Surveillant d'expérience | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. Pelle hydraulique conforme | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7. Panneau avertisseur | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8. Travailleur éloigné de la charge | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9. Matériel à 1,2 mètre de la tranchée | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10. Système avertisseur | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 11. Tous les travailleurs dans la tranchée ont plus de 18 ans | <input checked="" type="checkbox"/> |



5.4 Exemples d'équipements de protection

Des exemples d'équipements de protection individuelle sont présentés dans cette sous-section (tableau 1 à 4 et figure 3 à 6). Le niveau A représente une protection maximale, le niveau D illustre une protection de base.

Niveau de protection	Tableau	Figure
A	1	3
B	2	4
C	3	5
D	4	6

TABLEAU 1
SÉLECTION D'UN ENSEMBLE DE PROTECTION DE NIVEAU A

Description (figure 3), page 31

Appareil respiratoire autonome à demande, à pression positive, avec pièce faciale complète ou appareil à adduction d'air pur à demande, à pression positive, avec pièce faciale complète et pourvu d'une réserve d'air auxiliaire pour évacuation d'urgence.

Tenue entièrement étanche et résistante aux produits chimiques solides, liquides et gazeux.

Gants, bottes ou chaussures de sécurité résistant aux produits chimiques.

Accessoires facultatifs

Unité de refroidissement (veste avec sacs de glace, veste avec liquide réfrigérant).

Dispositif de communication radio fonctionnant sans risque de déclencher une explosion.

Tenue jetable.

Casque de sécurité.

Sous-vêtement en coton.

Gants et couvre-bottes jetables.

Protecteurs auditifs.

Protection

Ensemble qui assure une protection maximale à la fois au système respiratoire et à tout le corps.

Critères de sélection

Ensemble à utiliser lorsqu'une des situations dangereuses de travail se présente comme suit:

- 1- concentration soupçonnée ou mesurée dans l'air de substances nuisibles à la peau ou absorbables par celle-ci, qui dépasse une concentration hautement dangereuse pour la vie ou la santé (HDVS);
 - 2- durant la manutention de substances nuisibles à la peau ou absorbables par celle-ci, les travailleurs sont exposés à des risques d'éclaboussures ou d'immersion;
 - 3- présence soupçonnée de substances qui détruisent la peau et possibilité de contact cutané;
 - 4- opérations à exécuter dans un espace clos, mal ventilé, jusqu'à ce que l'absence des conditions exigeant le niveau de protection A soit démontrée.
-

Critère de restriction

S'assurer que la matière dont est fabriquée la tenue étanche résiste bien aux substances identifiées.

Figure 3

Ensemble de protection de niveau A

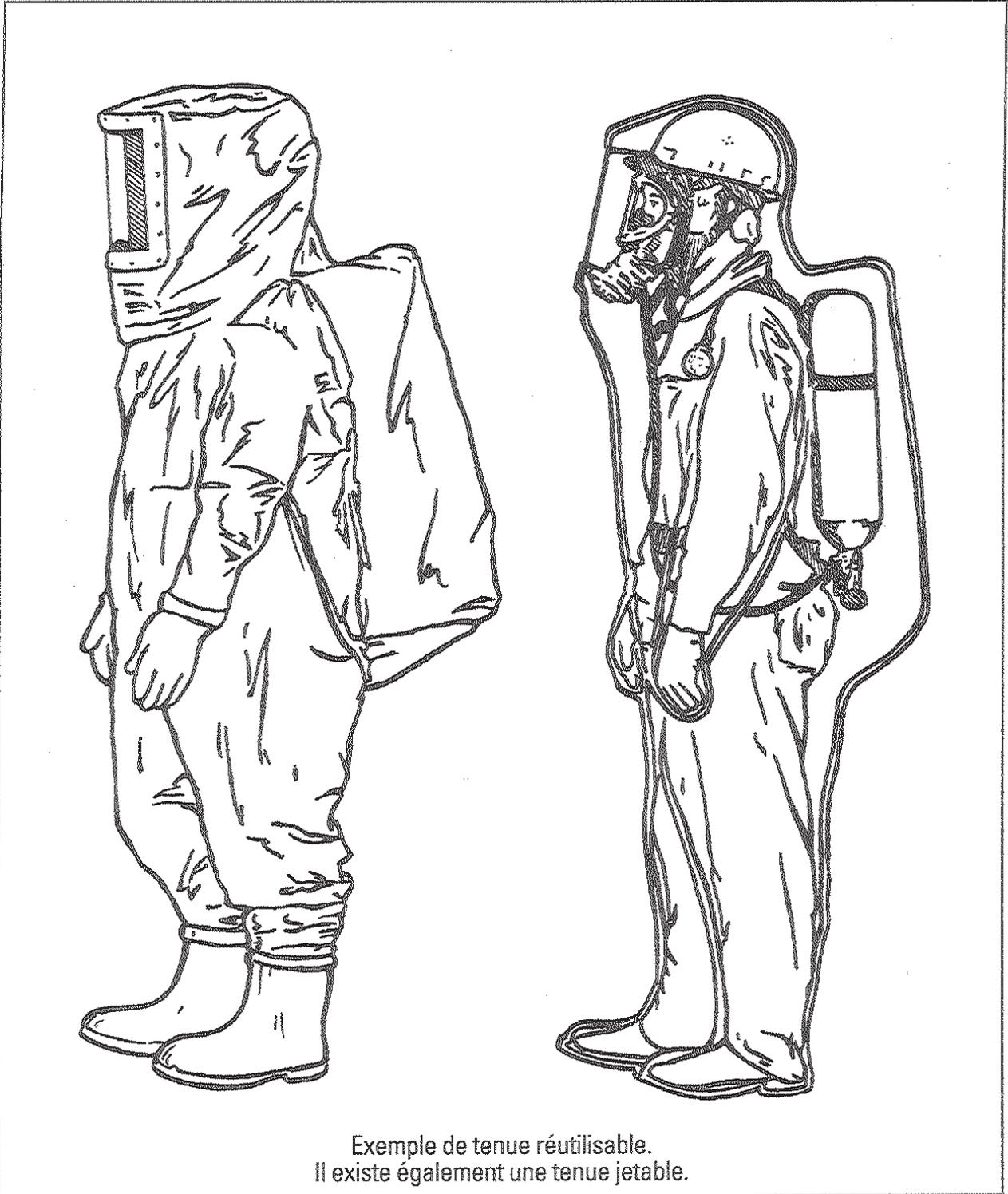


TABLEAU 2
SÉLECTION D'UN ENSEMBLE DE PROTECTION DE NIVEAU B

Description (figure 4), page 34

Appareil respiratoire autonome à demande, à pression positive, avec pièce faciale complète ou appareil à adduction d'air pur à demande, à pression positive, avec pièce faciale complète et pourvu d'une réserve d'air auxiliaire pour évacuation d'urgence.

Vêtements résistant aux produits chimiques (salopette et veste à manches longues; tenue avec cagoule, en une ou deux pièces pour protection contre les éclaboussures de produits chimiques; tenue jetable en une pièce, résistant aux produits chimiques).

Gants, bottes ou chaussures de sécurité résistant aux produits chimiques.

Casque de sécurité.

Accessoires facultatifs

Dispositif de communication radio fonctionnant sans risque de déclencher une explosion.

Écran facial.

Sous-vêtement en coton.

Couvre-tout.

Couvre-bottes jetables.

Protecteurs auditifs.

Protection

Le système respiratoire est protégé par les mêmes équipements de protection que pour le niveau A, mais les vêtements de protection ne protègent pas tout le corps. Par exemple, la tête et le cou sont découverts.

Critères de sélection

- 1- la concentration soupçonnée ou mesurée des substances identifiées qui sont toxiques par inhalation, mais non nuisibles à la peau ou non absorbables par celle-ci, dépasse la concentration HDVS;
 - 2- les limites de protection des appareils filtrants sont dépassées par rapport à la concentration de ces substances;
 - 3- les appareils filtrants ne peuvent pas éliminer ces substances;
 - 4- l'air ambiant contient une quantité d'oxygène inférieure à 19,5 %.
-

Critères de restriction

La présence de substances nuisibles à la peau ou absorbables par celle-ci n'est pas suspectée.

Être assuré que les petites parties non protégées du corps ne sont pas affectées par les vapeurs, les gaz et les poussières dans l'air ou les éclaboussures possibles des substances identifiées.

Source: Référence 9

Figure 4

Ensemble de protection de niveau B

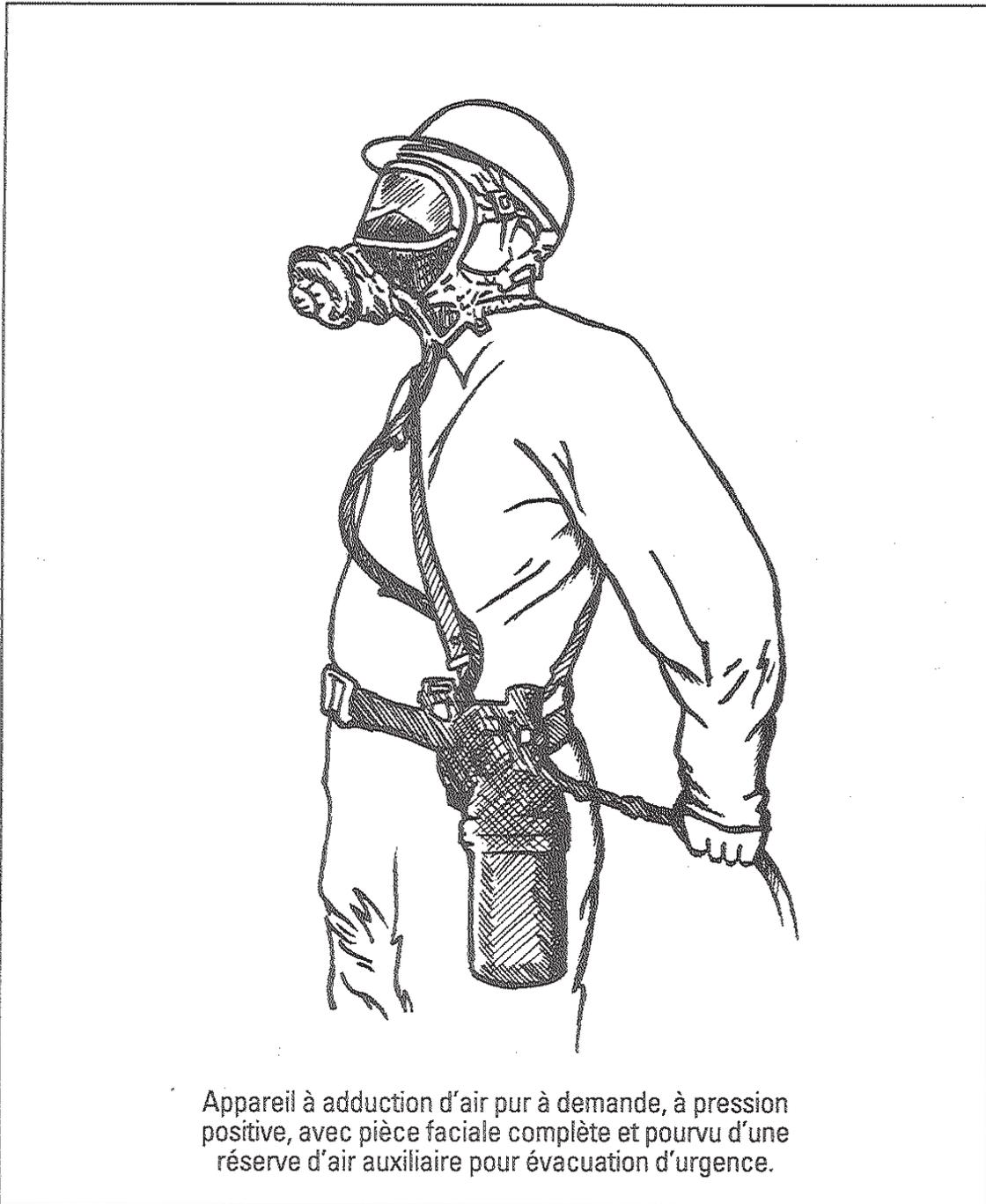


TABLEAU 3
SÉLECTION D'UN ENSEMBLE DE PROTECTION DE NIVEAU C

Description (figure 5), page 37

Masque avec pièce faciale complète, équipé d'un boîtier ou autre appareil filtrant, sélectionné correctement.

Vêtements résistant aux produits chimiques (salopette et veste à manches longues; tenue avec cagoule, en une ou deux pièces pour protection contre les éclaboussures de produits chimiques; tenue jetable en une pièce, résistant aux produits chimiques).

Gants, bottes ou chaussures de sécurité résistant aux produits chimiques.

Casque de sécurité.

Accessoires facultatifs

Dispositif de communication radio fonctionnant sans risque de déclencher une explosion.

Écran facial.

Masque d'évacuation.

Sous-vêtement en coton.

Couvre-tout.

Couvre-bottes jetables.

Protecteurs auditifs.

Protection

Les vêtements de protection sont les mêmes que ceux du niveau B. Mais la protection du système respiratoire est à un niveau inférieur.

Critère de sélection

Le degré de contamination de l'air par des substances connues et quantifiées permet l'utilisation de l'appareil filtrant.

Critères de restriction

Les substances sont connues et leurs concentrations mesurées ne dépassent pas la concentration HDVS.

L'atmosphère doit contenir au moins 19,5 % d'oxygène par volume.

Les parties exposées de la peau ne seront pas affectées par les contaminants de l'air, par les éclaboussures des substances ou par les autres contacts directs.

Source: Référence 9

Figure 5

Ensemble de protection de niveau C

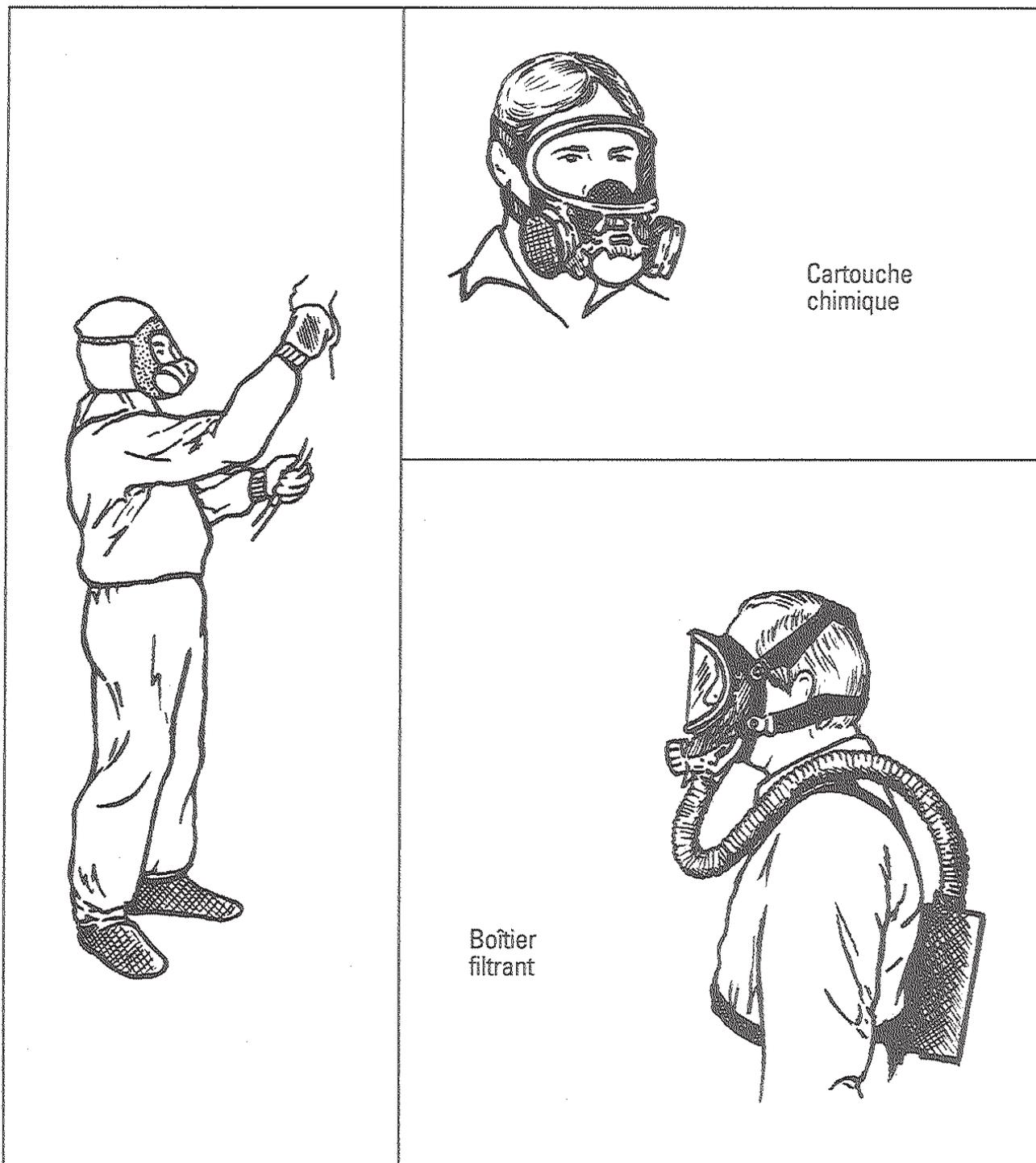


TABLEAU 4
SÉLECTION D'UN ENSEMBLE DE PROTECTION NIVEAU D

Description (figure 6), page 39

Couvre-tout.

Bottes ou chaussures de sécurité.

Lunettes de sécurité.

Casque de sécurité.

Accessoires facultatifs

Gants.

Écran facial.

Masque d'évacuation.

Protection auditive.

Protection

Aucune protection du système respiratoire.

Protection minimale de la peau.

Critère de sélection

L'atmosphère ne présente aucun danger connu ou soupçonné.

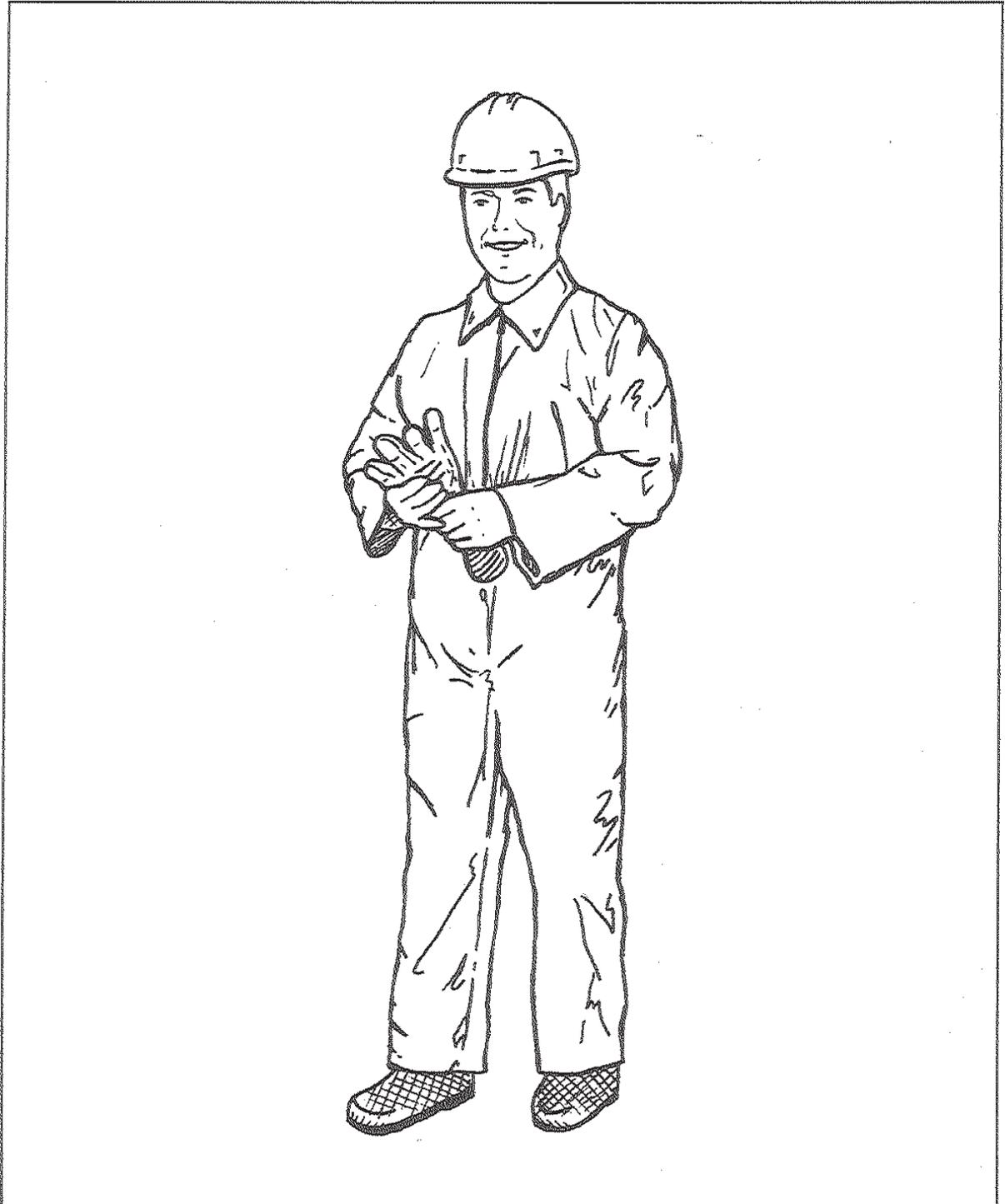
Critères de restriction

L'atmosphère doit contenir au moins 19,5 % d'oxygène par volume.

Les conditions de travail éliminent toute possibilité d'éclaboussures, d'immersion, d'inhalation ou de contact avec des niveaux dangereux de tous les produits chimiques.

Figure 6

Ensemble de protection de niveau D



5.5 Utilisation des équipements et des vêtements individuels de protection

Seule une utilisation correcte de l'ensemble individuel peut assurer un degré de protection efficace. Plusieurs aspects de cette utilisation doivent être planifiés et mis en oeuvre: les cours sur l'utilisation de l'équipement, la durée du travail, les facteurs d'usage personnel, le test d'étanchéité du masque et de la tenue, l'habillage, la surveillance durant l'usage, le déshabillage, l'inspection, l'entreposage, l'entretien. Il est donc obligatoire d'avoir une bonne formation et un entraînement régulier avant d'utiliser des appareils respiratoires autonomes et des tenues étanches.

Il est préférable de recevoir de l'aide pour revêtir et retirer l'ensemble entièrement étanche muni d'un appareil respiratoire autonome. À la fin de l'habillage, l'ajustement de l'ensemble doit être évalué.

Il est important de noter que l'utilisation d'une tenue entièrement étanche impose des contraintes, tels une vision et une audition restreintes, une mobilité limitée, une communication affaiblie, un stress psychologique et une contrainte thermique qui, en plus de certains effets directs et potentiels sur la santé et la sécurité, influencent le rythme de travail. Ces contraintes, particulièrement importantes dans le cas des ensembles de niveau A, incitent à appliquer la règle du travail en tandem pour assurer une surveillance mutuelle et une aide immédiate en cas d'urgence.

Le mauvais usage d'un ensemble, particulièrement d'un ensemble entièrement étanche, peut provoquer l'asphyxie. Le préleveur doit être à l'affût des éventuelles défaillances de son ensemble de protection, qui peuvent conduire à sa propre contamination.

Il serait bien avisé de surveiller:

- la dégradation de l'ensemble;
- la présence d'odeurs;
- la température du corps;
- une irritation de la peau;
- des résidus inhabituels sur l'ensemble;
- des sensations inhabituelles d'inconfort;
- une difficulté inhabituelle à respirer;
- une fatigue inhabituelle due à l'usage du masque;
- une interférence avec la vision ou la communication;
- une certaine gêne dans les mouvements;
- certaines réactions physiologiques: pouls rapide, nausées et douleurs à la poitrine.

5.6 Décontamination

La décontamination est une opération qui consiste à enlever ou à neutraliser les substances dangereuses qui adhèrent à l'ensemble de protection ou à l'équipement de travail. Les masques et les coquilles doivent être bien lavés au savon et à l'eau entre chaque utilisation et surtout lorsqu'il y a plusieurs utilisateurs pour le même équipement. Les équipements jetables doivent être jetés dans un endroit prévu à cet effet, immédiatement après usage. Les survêtements utilisés uniquement contre la saleté peuvent être nettoyés dans une blanchisserie. Les combinaisons non jetables, qui ont été contaminés avec des substances susceptibles d'être dangereuses, doivent subir l'un des différents traitements de décontamination énumérés au tableau 5 (page 42) et cela, en suivant les recommandations du fabricant.

TABLEAU 5
DIFFÉRENTES MÉTHODES DE DÉCONTAMINATION

Élimination

- Élimination du contaminant
 - . rinçage à l'eau, par écoulement pressurisé ou par gravité
 - . lessivage ou extraction chimique
 - . évaporation / vaporisation
 - . jet d'air pressurisé
 - . brossage / grattage, généralement au moyen de brosses, de grattoirs ou d'éponges et de solutions nettoyantes d'un solvant compatible avec l'eau
 - . jet de vapeur
-

Désactivation

- Détoxification chimique
 - . neutralisation
 - . oxydation / réduction
 - . dégradation thermique

 - Désinfection / stérilisation
 - . désinfection chimique
 - . stérilisation par chaleur sèche
 - . stérilisation par gaz ou par vapeur
 - . stérilisation par irradiation
 - . stérilisation par vapeur d'eau
-

Quelques équipements recommandés pour la décontamination du personnel et de l'ensemble individuel de protection:

- contenants, tels les barils ou les poubelles, ayant un revêtement approprié dans lesquels on peut jeter les vêtements et équipements individuels de protection dont on doit se débarrasser;
- boîtes ayant un revêtement approprié pour contenir des tissus absorbants qui servent à essuyer ou à rincer les contaminants en général et les liquides en particulier;
- grandes cuves galvanisées ou bassins pour recueillir les solutions de nettoyage ou de rinçage. Ces contenants doivent être de dimensions suffisantes pour qu'un préleveur muni d'un équipement de protection puisse y être à l'aise. Si les contenants possèdent des drains, ils doivent être connectés à un réservoir d'accumulation ou à un dispositif de traitement approprié;
- solutions de nettoyage sélectionnées pour déloger les contaminants;
- solutions de rinçage sélectionnées pour enlever les contaminants et les solutions de nettoyage contaminées;
- brosses à manche long, à poils souples, pour faciliter le lavage et le rinçage;
- serviettes en papier ou en tissu pour sécher les vêtements et les équipements de protection;
- casiers pour entreposer les vêtements et les équipements décontaminés;
- boîtes ou barils en métal ou en plastique pour entreposer les solutions contaminées de nettoyage et de rinçage;
- douches ou éviers pour le lavage personnel (connectés par drain à un réservoir d'accumulation ou à un dispositif de traitement approprié);
- accessoires de nettoyage personnel (savons, serviettes, etc.);
- casiers ou armoires pour ranger les vêtements propres et les articles d'usage personnel.

6. Rationalisation des programmes d'échantillonnage

Cette section vise à orienter les personnes responsables de l'échantillonnage vers une diminution, lorsque possible, du nombre d'échantillons à prélever ou vers une prise d'échantillons composés et de bien déterminer les paramètres d'intérêt de même que le type d'analyses requis.

Pour déterminer les paramètres d'intérêt qui doivent être analysés, une recherche d'information devrait être réalisée avant toute campagne d'échantillonnage car chacune revêt un caractère particulier. L'analyse d'un contaminant ne devrait pas être effectuée si sa présence n'est pas soupçonnée.

La rationalisation doit être faite de façon logique et scientifique pour ne pas altérer la représentativité de la caractérisation. La nécessité de rationaliser est déterminée par les buts fixés lors de la planification de la campagne d'échantillonnage. La séquence logique des étapes à suivre dans un contexte de rationalisation est la suivante:

- 1) identifier les paramètres d'intérêt en fonction de la source de contamination;
- 2) utiliser des paramètres indicateurs de la source de contamination pour vérifier s'il y a contamination ou vérifier son étendue;
- 3) utiliser des analyses de dépistage pour cerner la nature de la contamination;
- 4) utiliser des analyses spécifiques si nécessaires;
- 5) déterminer le nombre d'échantillons à prélever.

La pertinence et le contexte d'application de ces étapes sont expliqués en détail dans les sous-sections suivantes. Il peut tout de même s'avérer opportun de consulter des spécialistes pour obtenir des précisions particulières concernant chacune de ces étapes.

6.1 Présence relative de contaminants

Afin de déterminer quels sont les paramètres d'intérêt, les utilisations et les sources majeures de contamination potentielle de certains contaminants sont des informations très utiles. Ces informations sont présentées en fonction des paramètres réglementés ou de ceux susceptibles d'être utilisés pour évaluer une contamination et aussi, en fonction de la complexité de l'analyse des paramètres en question.

6.1.1 Analyses complexes

Ces analyses sont coûteuses en temps et en argent par les nombreuses manipulations qu'elles exigent, tels l'extraction de l'échantillon, la purification, la concentration, le dosage, *etc.*, et par l'utilisation d'appareils dispendieux. Parmi les paramètres dont l'analyse est complexe, on retrouve quelques paramètres inorganiques et pratiquement tous les paramètres organiques. Le tableau 6 de la page suivante présente les sources de contamination en fonction des contaminants inorganiques qui nécessitent une préparation de l'échantillon particulière pour chaque paramètre. Le tableau 7 de la page 47 présente les contaminants organiques.

Tableau 6

Utilisations et sources de contaminants inorganiques complexes à analyser

ÉLÉMENT	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Argent (Ag)	<ul style="list-style-type: none"> - Électrodéposition à l'argent - Industrie photographique
Arsenic (As)	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie minière et métallurgique du plomb, du cuivre, du fer, du zinc et de l'or - Combustion à haute température du charbon et des dérivés du pétrole - Peinture - Pesticides - Agents de préservation pour le bois
Antimoine (Sb)	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulateurs au plomb - Alliages
Mercure (Hg)	<ul style="list-style-type: none"> - Peinture - Extraction de l'or et de l'argent - Amalgame (alliage à base de mercure) - Production de chlore et de soude - Piles sèches
Sélénium (Se)	<ul style="list-style-type: none"> - Acier inoxydable - Semi-conducteurs - Photocellules - Production du cuivre et du plomb
ANION	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Cyanure (CN ⁻)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction de l'or - Galvanoplastie - Aciéries
Sulfures (S ²⁻)	<ul style="list-style-type: none"> - Produits chimiques - Tanneries - Industrie pétrolière - Industrie papetière

Tableau 7

Utilisations et sources de contaminants organiques complexes à analyser

COMPOSÉS	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Biphényles polychlorés (BPC)	<ul style="list-style-type: none"> - Fluides diélectriques - Machineries hydrauliques
Composés phénoliques	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie pétrochimique - Fonderies - Industrie papetière - Agents de préservation pour le bois - Industrie pharmaceutique - Cellulose
Dioxines et furanes	<ul style="list-style-type: none"> - Combustion de matières organiques chlorées (Ex.: BPC) - Combustion de matières organiques en présence de produits chlorés - Chauffage de matières organiques en présence de produits chlorés - Synthèse de pesticides chlorés - Procédé de blanchiment du papier
Huiles et graisses minérales	<ul style="list-style-type: none"> - Toute activité industrielle - Industrie pétrolière - Industrie chimique - Industrie de fabrication et d'entretien des automobiles
Huiles et graisses végétales et animales	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie alimentaire - Industrie laitière - Abattoirs - Équarrissage
Hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM)	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie de synthèse de ces produits - Industrie chimique - Produits pétroliers légers - Solvants - Peinture et teinture - Détergents - Caoutchouc - Industrie des explosifs

Tableau 7	
Utilisations et sources de contaminants organiques complexes à analyser	
COMPOSÉS	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	<ul style="list-style-type: none"> - Combustion incomplète de matières organiques - Produits pétroliers lourds
Hydrocarbures halogénés totaux (HHT)	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage à sec - Solvants pour huiles, gras, peintures, laques, vernis, cires, résines, alcaloïdes, <i>etc.</i> - Agents dégraissants de métaux, du cuir, de la laine, <i>etc.</i> - Agents extincteurs - Agents de fumigation (mites, <i>etc.</i>) - Synthèses de composés phénoliques, de pesticides (DDT) et autres composés organiques - Industrie des caoutchoucs et des colorants - Agents réfrigérants - Gaz propulseurs d'aérosols

6.1.2 Analyses simples

Les analyses simples sont relativement rapides et peu coûteuses. Cela est dû en partie aux nouvelles technologies tels l'informatisation de la saisie de données expérimentales, la robotisation et le traitement informatique des résultats. Toutefois, l'analyse d'une multitude de ces paramètres (souvent n'ayant pas d'intérêt particulier pour la campagne en question) dans un nombre abusif d'échantillons engendre des coûts en temps et en argent aussi élevés que les analyses plus complexes (section 6.1.1). Le tableau 8 de la page suivante présente les sources de contamination en fonction des contaminants inorganiques simples à analyser.

Tableau 8

Utilisations et sources de contaminants inorganiques simples à analyser

ÉLÉMENT	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Aluminium (Al)	<ul style="list-style-type: none"> - Agent floculant (traitement des eaux) - Alumineries - Matériaux de construction - Usinage de métaux - Industrie électrique - Peinture
Baryum (Ba)	<ul style="list-style-type: none"> - Alliages - Peinture
Béryllium (Be)	<ul style="list-style-type: none"> - Composantes d'ordinateurs
Bore (B)	<ul style="list-style-type: none"> - Métallurgie - Pesticides
Cadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Pile Ni-Cd - Électrodéposition - Alliages - Production du cuivre et du nickel
Chrome (Cr)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Acier inoxydable - Huiles usées (moteur) - Métallurgie - Plaquage - Agents de préservation pour le bois
Cobalt (Co)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Électrodéposition - Alliages - Peinture
Cuivre (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Industrie électrique - Plomberie - Alliages (laiton, bronze, Be-Cu, etc.) - Électrodéposition - Usinage de métaux - Agents de préservation pour le bois

Tableau 8

Utilisations et sources de contaminants inorganiques simples à analyser

ÉLÉMENT	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Étain (Sn)	<ul style="list-style-type: none"> - Alliages - Soudure
Fer (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Métallurgie
Magnésium (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> - Alliage (surtout avec l'aluminium) - Production du fer, du nickel, du titane, du zinc et du zirconium - Mines d'amiante - Piles sèches et humides - Industrie pyrotechnique
Manganèse (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> - Acier - Peinture - Agents anti-détonants (essence)
Molybdène (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> - Alliages - Peinture - Industrie électronique
Nickel (Ni)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Alliages (acier inoxydable, laiton) - Piles sèches alcalines - Électrodéposition - Usinage de métaux
Plomb (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> - Huiles usées (moteur) - Extraction du minerai - Accumulateurs - Production du cuivre, du nickel et du zinc - Alliages - Peinture
Vanadium (V)	<ul style="list-style-type: none"> - Aciers spéciaux
Zinc (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> - Extraction du minerai - Alliages (bronze, laiton) - Piles sèches - Extraction de l'or

Tableau 8	
Utilisations et sources de contaminants inorganiques simples à analyser	
ANION/CATION	UTILISATIONS ET SOURCES DE CONTAMINATION
Azote ammoniacal (NH_4^+)	<ul style="list-style-type: none"> - Engrais - Épandage agricole - Industrie pétrolière - Affinage de métaux
Fluorures (F^-)	<ul style="list-style-type: none"> - Électrodéposition - Production de l'aluminium et de l'acier - Industrie pétrolière - Cimenteries - Production du phosphate
Nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-)	<ul style="list-style-type: none"> - Engrais - Combustion de produits pétroliers - Industrie des explosifs

6.2 Détermination de paramètres indicateurs

Lorsque la présence d'un contaminant dans l'environnement est suspectée et qu'un aperçu qualitatif de sa dispersion ou de son étendue est désiré, l'utilisation de paramètres indicateurs peut s'avérer très pertinente. Qu'il s'agisse de cours d'eau, d'eaux souterraines, de sols, *etc.*, l'utilisation d'un paramètre indicateur adéquat relativement simple à analyser évite à la fois le prélèvement d'échantillons superflus et l'analyse de paramètres complexes.

Il est indispensable d'avoir une idée de la concentration initiale (avant contamination ou bruit de fond) du paramètre indicateur utilisé. Un échantillon prélevé en amont de la source de contamination ainsi que la consultation d'études antérieures peuvent fournir ces renseignements.

Les résultats d'analyse du paramètre indicateur doivent être interprétés en fonction de la concentration initiale du paramètre indicateur. Une fois complétée, cette approche renseignera le responsable de la caractérisation sur la nature de la contamination, son étendue, ainsi que son ampleur.

6.2.1 Le pH

L'analyse du pH est pertinente dans le cas de contaminants fortement acides ou basiques. Les eaux naturelles sont généralement sensibles aux changements de pH, selon le pouvoir tampon de ces dernières. Les bases augmentent le pH alors que les acides abaissent le pH des eaux.

6.2.2 La conductivité spécifique

La conductivité des eaux dépend de leurs concentrations ioniques. Elle donne une bonne indication des changements de la composition de cette eau et ce, spécialement pour les éléments inorganiques que l'on peut associer aux rejets liquides industriels et municipaux, aux ruissellements agricoles, ainsi qu'aux retombées atmosphériques. De plus, la conductivité est proportionnelle à la teneur en solides dissous qui augmentent la charge ionique.

6.2.3 Le carbone organique total

Dans le cas d'une contamination par des composés organiques, l'analyse du COT est un excellent paramètre indicateur. Beaucoup plus simple et approprié que l'analyse de la demande biochimique et chimique en oxygène (respectivement DBO et DCO), le COT s'avère directement proportionnel à celles-ci. L'analyse du COT peut être révélatrice de la présence de composés organiques tels les HAP, HAM, HHT, BPC, huiles et graisses, composés phénoliques, *etc.*, en fonction de la limite de détection du COT, qui est de l'ordre du mg/L. Une augmentation de la concentration du COT est souvent occasionnée par l'activité humaine comme les rejets liquides industriels (ex.: agro-alimentaire, pâtes et papiers), les eaux domestiques, l'apport d'engrais naturels par le ruissellement des terres agricoles, *etc.*

6.2.4 Autres paramètres indicateurs

Hormis les trois paramètres présentés à la page précédente, il est possible que d'autres paramètres indicateurs soient plus appropriés aux besoins d'un projet en particulier. Le choix d'un paramètre indicateur doit se faire selon sa capacité à représenter la contamination et sa facilité d'analyse. De plus, il est essentiel de connaître les limites du paramètre indicateur par rapport au contexte du prélèvement (sources de contamination). Un exemple serait l'analyse des huiles et graisses dans un sol pour vérifier une contamination par les BPC provenant d'un déversement d'huile à transformateur. L'absence d'huile implique normalement l'absence de BPC, mais la présence d'huile ne signifie pas directement qu'il y a présence de BPC (ex.: un transformateur dont l'huile ne contient pas de BPC).

6.3 Analyses de dépistage et analyses spécifiques

Il peut être opportun d'investir dans une analyse de dépistage, préalablement aux analyses spécifiques, afin de mieux déterminer la nature du problème d'environnement. À la lumière des résultats obtenus par l'analyse de dépistage, une analyse spécifique pourrait être effectuée si une classe de contaminants a été identifiée par le dépistage et qu'un seuil de détection inférieur est plus approprié aux buts de la caractérisation.

Les analyses de dépistage sont utilisées en chimie, en microbiologie et en biologie. Les spécialistes concernés peuvent fournir plus de précisions en ce qui a trait aux particularités de chacune des analyses spécifiques ou de dépistage.

Dans les deux cas, les préleveurs devraient spécifier sur la demande d'analyse la limite de détection souhaitée surtout si la limite la plus basse n'est pas requise (ex. BPC < 50 mg/L).

6.3.1 Analyses de dépistage

L'analyse des composés organiques semi-volatils (COSV) est fréquemment utilisée comme analyse de dépistage en chimie et sera utilisée dans cette sous-section à titre d'exemple. L'analyse des composés organiques semi-volatils est connue sous plusieurs appellations plus ou moins justes comme le balayage organique et EPA-625.

Cette méthode permet de doser environ 70 composés organiques semi-volatils de façon quantitative, d'identifier et de doser semi-quantitativement certains composés organiques présents dans l'extrait et de doser semi-quantitativement par classe tout autre composé organique aussi présent dans l'extrait (ex. alcanes, BPC, *etc.*).

Le tableau 9, à la page suivante, présente la liste des composés organiques semi-volatils ainsi que la limite de détection atteinte pour chacun des composés. La limite est de l'ordre du $\mu\text{g/L}$ pour les échantillons liquides ou de 0,1 mg/kg pour les échantillons solides. Les composés qui sont ombragés dans le tableau serviront d'exemples à la prochaine sous-section.

TABLEAU 9

Analyse de dépistage des composés organiques semi-volatils (COSV)

Composé	Limite de détection (µg/L)
phénol	< 1
2-chlorophénol	< 1
o-crésol	< 1
m,p-crésol	< 1
2-méthoxyphénol	< 2
2-nitrophénol	< 2
2,4-diméthylphénol	< 2
2,4-dichlorophénol	< 1
α-terpinéol	< 1
4-chloro-3-méthylphénol	< 2
2,4,6-trichlorophénol	< 1
eugénol	< 1
isoeugénol	< 3
2,4-dinitrophénol	< 10
4-nitrophénol	< 6
2-méthyl-4,6-dinitrophénol	< 6
pentachlorophénol	< 5
bis(2-chloroéthyl) éther	< 1
1,3-dihlorobenzène	< 1
1,4-dihlorobenzène	< 1
1,2-dihlorobenzène	< 1

TABLEAU 9

Analyse de dépistage des composés organiques semi-volatils (COSV)

Composé	Limite de détection (µg/L)
bis(2-chloroisopropyl) éther	< 2
hexachloroéthane	< 3
N-nitrosodi-n-propylamine	< 2
nitrobenzène	< 2
isophorone	< 1
bis(2-chloroéthoxy) méthane	< 1
1,2,4-trichlorobenzène	< 1
naphtalène	< 1
hexachlorobutadiène	< 2
hexachlorocyclopentadiène	< 3
2-chloronaphtalène	< 1
acénaphthylène	< 1
diméthylphthalate	< 1
2,6-dinitrotoluène	< 2
acénaphène	< 1
2,4-dinitrotoluène	< 2
fluorène	< 1
4-chlorophénylphényl éther	< 2
diéthylphthalate	< 1
azobenzène	< 2
4-bromophénylphényl éther	< 2

TABLEAU 9

Analyse de dépistage des composés organiques semi-volatils (COSV)

Composé	Limite de détection (µg/L)
hexachlorobenzène	< 1
phénanthrène	< 1
pyrène	< 1
anthracène	< 1
di-n-butyl phthalate	< 1
fluoranthène	< 1
butyl benzylphthalate	< 1
3,3'-dichlorobenzidine	< 3
benzo(a)anthracène	< 1
chrysène	< 1
bis(2-éthylhexy) phthalate	< 1
di-n-octylphthalate	< 1
benzo(b)fluoranthène	< 1
benzo(k)fluoranthène	< 1
benzo(a)pyrène	< 1
indeno(1,2,3-cd)pyrène	< 2
dibenzo(ah)anthracène	< 2
benzo(ghi)pérylène	< 2

Un exemple type de l'utilisation d'une analyse de dépistage pourrait être le cas d'une première caractérisation et, en l'absence d'historique, de données de procédé, etc. Le dépistage

permettrait de cerner le type de contamination et d'utiliser si nécessaire des analyses spécifiques.

6.3.2 Analyses spécifiques

En chimie analytique organique, les analyses spécifiques permettent de doser des classes de composés tels les BPC, HAM, HAP, HHT, composés phénoliques, *etc.* Ce type d'analyse peut être plus ou moins laborieux que les analyses de dépistage selon la méthode utilisée. Les seuils de détection sont inférieurs mais les résultats sont limités uniquement à la classe chimique visée (ex.: produits pétroliers).

Afin de démontrer la différence entre une analyse spécifique et une analyse de dépistage, la classe des HAP servira d'exemple puisque l'analyse de dépistage des composés organiques semi-volatils inclut certains HAP (voir les zones ombragées du tableau 9, sous-section précédente). Le tableau 10 de la page suivante présente la limite de détection atteinte pour chacun des HAP dosés dans des échantillons liquides. La limite est de l'ordre de 0,1 µg/L. La comparaison des limites de détection présentées aux tableaux 9 et 10 démontre que l'analyse des HAP par la méthode spécifique est 10 fois plus sensible que par la méthode de dépistage.

De plus, l'analyse spécifique des HAP permet de doser 21 composés de ce type alors que l'analyse des composés organiques semi-volatils (analyse de dépistage) permet de doser seulement 14 HAP.

Tableau 10

Analyse spécifique des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Composé	Limite de détection (µg/L)
naphtalène	0,1
acénaphthylène	0,1
acénaphthène	0,1
fluorène	0,1
phénanthrène	0,1
anthracène	0,1
fluoranthène	0,1
pyrène	0,1
benzo(a)anthracène	0,1
chrysène	0,1
benzo(bjk)fluoranthène	0,1
benzo(e)pyrène	0,1
benzo(a)pyrène	0,1
pérylène	0,1
3-méthyl cholanthrène	0,1
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1
dibenzo(ah)anthracène	0,1
benzo(ghi)pérylène	0,1
dibenzo(ai)pyrène	0,1
dibenzo(ai)pyrène	0,1
dibenzo(ah)pyrène	0,1

Un exemple type de l'application d'une analyse spécifique pourrait être le cas d'une caractérisation dont l'historique est connue ou pour vérifier la conformité à un règlement exigeant la quantification d'une classe de contaminants.

6.4 Détermination du nombre d'échantillons à prélever

La détermination du nombre d'échantillons à prélever lors d'une campagne de caractérisation s'applique lorsqu'il y a plusieurs points à échantillonner d'un même milieu. Les méthodes de prélèvement pour caractériser un point d'échantillonnage d'un milieu donné sont décrites en détail dans les cahiers subséquents. La présente sous-section doit être utilisée uniquement pour déterminer le nombre d'échantillons à prélever afin d'obtenir une caractérisation représentative d'un milieu et non d'un point d'échantillonnage.

6.4.1 La recherche des informations

L'historique des différents points d'échantillonnage est crucial pour déterminer le nombre d'échantillons à prélever. Il est impératif d'obtenir le plus de renseignements possible; exemple : bonne connaissance des procédés industriels, de l'origine des sols contaminés, des déchets, des mélanges ayant pu être effectués, *etc.*

Cette recherche doit être complétée par une analyse qualitative des points d'échantillonnage. Les caractéristiques du milieu échantillonné telles que la nature, la couleur, l'odeur, l'état physique, la viscosité, la granulométrie, *etc.*, sont autant d'indices utilisés pour déterminer les similitudes entre les différents points d'échantillonnage.

6.4.2 Nombre d'échantillons

Les points d'échantillonnage doivent être classés selon les informations recueillies. Le regroupement est basé sur les similitudes ou les différences entre les points d'échantillonnage. En présence de plusieurs points d'échantillonnage ayant à la fois des similitudes et des différences, le préleveur doit regrouper ensemble les points qui présentent des caractéristiques semblables et appliquer la procédure qui convient. Le nombre d'échantillons à prélever est déterminé en fonction du degré de similitude entre les points d'échantillonnage. L'approche proposée n'a pas été développée pour constituer une référence scientifique officielle mais plutôt comme outil de travail et ce, uniquement à titre indicatif. Les procédures à suivre sont décrites ci-dessous selon la situation rencontrée soit A, B ou C:

- A. Les points d'échantillonnage présentent de très fortes similitudes tant en ce qui a trait à la provenance qu'aux caractéristiques physiques :
- prélever un échantillon tous les 10 points d'échantillonnage (10 %), pour assurer une certaine rigueur scientifique.
- B. Les points d'échantillonnage présentent de fortes différences :
- prélever un échantillon par point d'échantillonnage.
- C. Autres cas :
- prélever un échantillon à tous les points et former des échantillons composés en suivant la méthodologie proposée au tableau 11 de la page suivante.

Tableau 11

Nombre d'échantillons composés à analyser
en fonction du nombre de points d'échantillonnage

Nombre de points d'échantillonnage	Nombre d'échantillons composés à analyser ^a
≤ 2	1 à 2 ^b
3 à 5	2
6 à 15	3
16 à 40	4
$\geq 41^c$	≥ 5

- ^a: Les échantillons composés sont formés de tous les points d'échantillonnage de façon à obtenir le nombre suggéré. Exemple : si on est en présence de 25 points d'échantillonnage, on aura 4 échantillons composés à analyser, soit 3 formés chacun de 6 points d'échantillonnage et un 4^e échantillon formé de 7 points d'échantillonnage.
- ^b: Prélever un échantillon par point d'échantillonnage.
- ^c: Si le nombre de points d'échantillonnage est ≥ 41 , un échantillon composé est formé à tous les 10 points d'échantillonnage (constitué de chacun de ces 10 points d'échantillonnage). Exemple: si on est en présence de 68 points d'échantillonnage, on aura 7 échantillons composés à analyser, soit 6 formés chacun de 10 points d'échantillonnage et un 7^e échantillon formé de 8 points d'échantillonnage. De cette façon, le nombre d'échantillons composés analysés par rapport au nombre de points d'échantillonnage est toujours égal à environ 10 %.

6.4.3 Mise en garde

Il faut toujours s'assurer que l'échantillon composé permet de respecter les objectifs de la campagne d'échantillonnage. D'où l'importance de bien connaître la limite de détection du contaminant selon la méthode d'analyse utilisée, de façon à ne pas diluer sous le seuil de détection des échantillons qui seraient au-dessus de la norme ou de la valeur à respecter.

CONCLUSION

La réussite d'une campagne d'échantillonnage repose sur sa planification, sur la qualité de son exécution et sur les moyens utilisés pour en contrôler la validité.

Le type d'échantillonnage, le type de prélèvement, les paramètres à analyser et les contrôles de la qualité sont établis lors de la planification et ce, en fonction des objectifs de la campagne d'échantillonnage.

Les mesures de sécurité que doivent observer les préleveurs varient de faibles à élevées en fonction du milieu de travail, des contaminants en présence et des manipulations à effectuer.

Le succès des travaux dépend de la rigueur appliquée lors de l'exécution des procédures techniques tels le lavage des équipements, l'identification et la conservation des échantillons.

RÉFÉRENCES

1. KEITH, Lawrence H. Environ. Sci. Technol. 1990, 5, 610.
2. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. Accréditation des laboratoires d'analyses: Microbiologie. Manuel de l'assurance de la qualité, Québec, 1986.
3. ASSOCIATION PARITAIRE POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL, SECTEUR CONSTRUCTION. Code de sécurité pour les travaux de construction, Éditeur officiel du Québec, 1990.
4. ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC. Règlement sur la qualité du milieu de travail, S-2.1, r.15, 1990, article 38, page 6.
5. ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC. Règlement sur la qualité du milieu de travail, S-2.1, r.15, 1990, Annexe «D», Tableau I, p.61.
6. ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC. Règlement sur la qualité du milieu de travail, S-2.1, r.15, 1990, Annexe «A», p.12 à p.51.
7. INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, Direction des laboratoires, Méthode de laboratoire.
8. ASSOCIATION PARITAIRE POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL, SECTEUR «ADMINISTRATION PROVINCIALE». Sécurité générale sur les chantiers de construction - 2^e partie, note de cours, p.97-99.
9. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (CSST). Guide Série 5, Le danger ça se prévient, Méthodes et procédés de travail, sites de déchets dangereux, Québec, 1988.

BIBLIOGRAPHIE

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 17th edition, 1989.
- ASSOCIATION PARITAIRE POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL SECTEUR CONSTRUCTION. Code de sécurité pour les travaux de construction, Éditeur officiel du Québec, 1990.
- BEAUDET, Maurice et al. Hygiène du travail, Les éditions Le griffon d'argile inc., Sainte-Foy, 1985.
- BRYDEN, G.W., L.R. SMITH. American Laboratory 1989, July, 30.
- BRYDEN, G.W., L.R. SMITH. American Laboratory 1989, September, 19.
- BUDAVARI, Susan *et al.* The Merck Index, 11^e edition, Merck & Co inc., Rahway USA, 1989.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Arsenic - BEST-13, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Benzène - BEST-14, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Composés phénoliques - BEST-18, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Cyanures - BEST-20, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Fluorures - BEST-21, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Huiles et graisses - BEST-22, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Métaux lourds - BEST-23, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Plomb - BEST-24, Québec, 1980.
- BUREAU D'ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES TOXIQUES. Polluants atmosphériques - BEST-19, Québec, 1980.
- CARRIER, Gaétan. BPC, dioxines et furannes et analyse des risques toxiques, Le Passeur, 1991.
- COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (CSST). Guide Série 5, Le danger ca se prévient, Méthodes et procédés de travail, sites de déchets dangereux, Québec, 1988.

- COMPAGNIE ROCMER. Catalogue de produits.
- ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC. Règlement sur la qualité du milieu de travail,
S-2.1, r.15, 1990.
- ENVIRONNEMENT CANADA. Références sur la qualité des eaux, Guide des paramètres
de la qualité des eaux, Ottawa, 1980.
- ÉQUIPEMENT DE SÉCURITÉ SAFETY SUPPLY. Catalogue de produits.
- GY, Pierre. Analysis 1983, 11(9), 413.
- HAWLEY, Gessner G. The Condensed Chemical Dictionary, 10^e edition, Van Nostrand
Reinhold Company, New York, 1981.
- INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Guide
d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, Direction des
laboratoires, Méthode de laboratoire.
- KEITH, Lawrence H. Environ. Sci. Technol. 1990, 24(5), 610.
- KRATOCHVIL, Byron et al. Anal. Chem. 1984, 56, 113R.
- KIRK-OTHMER. Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd edition, volume 1, John
Wiley & Sons, New York, 1978.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Test Method for Evaluating Solid Waste -
Physical/Chemical Methods - SW-846 Part III: Sampling, vol 1B, 3rd edition, September
1986.

ANNEXE 1

DEVIS D'ÉCHANTILLONNAGE

Préparé par: Sylvain Le prêt

Date: 14 août 1993

Révisé le 12 septembre 1993

COMPAGNIE : ACMÉ INC.

ADRESSE : 3900, rue Marly, boîte 24
Sainte-Foy

Tél.: (123) 456-7890

CONTACT : Marcel Acmé

TITRE: Président

PRODUITS FABRIQUÉS : Transformation et préparation de viande pour consommation animale

MESURES DE SÉCURITÉ: Protection individuelle de base (voir section 5)

POINT	DESCRIPTION
1	Entrée de la trappe à graisse de 1 000 gal. (procédé de transformation)
2	Regard en aval de la trappe à graisse de 1 000 gal. (regard no.1)
3	Entrée de la trappe à graisse de 2 200 gal. (laveuses de viandes)

ÉCHANTILLONS :

POINT	TYPE	PÉRIODE	FRÉQUENCE	DURÉE/JRS	PARAMÈTRES
1	comp.	Production (7 h à 24 h)	4 heures	5 jours	DBO ₅ (t), DBO ₅ (f), DBO ₂₀ , DCO(t), NH ₃ , DCO(f), H&G, MEST, ST, MESTV, STV, p(t), NtK, NO ₂ - NO ₃ , sol. déc. en mg/L.
1	comp.	Temps mort (24 h à 7 h)	4 heures	5 jours	Idem + débit ins- tantané
2	comp.	Production (7 h à 24 h)	5 min	5 jours	Idem à 1 + pH, débit et température en continu.
2	comp.	Temps mort (24 h à 7 h)	5 min	5 jours	Idem à 1 + pH, débit et température en continu.
3	inst.	Production (7 h à 24 h)	3 fois/j	5 jours	Idem à 1
3	inst.	Temps mort (24 h à 7 h)	1 fois/j	5 jours	Idem à 1

AUTRES TRAVAUX:

Lectures de compteur : début de chaque période d'échantillonnage, lecture des deux compteurs: usine et bureaux

Activités de l'usine : production quotidienne en kg/j de viande transformée

Étalonnage de pompes : _____

Installation de minuterie: _____

- L'échantillonnage devra avoir lieu en période de production normale, incluant le lavage des équipements et du plancher, et lorsque la laveuse de viande sera en fonction.
- L'échantillonnage devra être effectué sur une semaine complète de production, soit du lundi au vendredi.

**POUR FACILITER LA TÂCHE DU LABORATOIRE, VEUILLEZ RÉPONDRE
SOIGNEUSEMENT À TOUTES LES QUESTIONS POSÉES AU RECTO DU FORMULAIRE.**

1. - Inscrive le nom du projet dans le cadre duquel l'échantillon a été prélevé
Ex: Soufre dans l'huile, Rivière Saguenay, Plaintes, etc.
2. - Inscrive le nom du Responsable du projet : c'est la personne qui a déterminé les paramètres à analyser nécessaires à son projet.
N.B. Le rapport d'analyse sera expédié au Responsable du projet.
3. - Inscrive le nom de la Direction régionale, de la Direction ou du Service dont fait partie le Responsable du projet.
Ex:- Direction régionale de Montréal.
- Direction de l'assainissement de l'air.
- Service de l'assainissement urbain.
4. - Inscrive la date tel que stipulé soit : année. mois, jour.
Ex: 92-07-25
5. - Inscrive la nature de l'échantillon : air ambiant, déchet liquide, déchet solide, eau potable, eau de surface, eau usée, lixiviation, rejet à l'atmosphère, sol, sédiment, tissus biologiques, tissus végétaux, autres (spécifier).
6. - Spécifier l'endroit du prélèvement.
7. - Spécifier si nécessaire le type d'échantillon.
8. - Spécifier le nom de celui qui a fait le prélèvement.
9. - Spécifier l'adresse de celui qui a fait le prélèvement.

ANNEXE 3

Ministère de l'Environnement
Direction des enquêtes

FORMULAIRE DE CHAÎNE DE POSSESSION

1. IDENTIFICATION

Numéro du dossier : _____

Identification du dossier: _____

Adresse civique du lieu : _____
des prélèvements

2. PRÉLÈVEMENT

Date du prélèvement: _____ Heure: _____

Lot n°: _____ Nb de contenant(s): _____ N° de laboratoire: _____

Lot n°: _____ Nb de contenant(s): _____ N° de laboratoire: _____

Lot n°: _____ Nb de contenant(s): _____ N° de laboratoire: _____

Lot n°: _____ Nb de contenant(s): _____ N° de laboratoire: _____

Lot n°: _____ Nb de contenant(s): _____ N° de laboratoire: _____

Nom: _____ Signature: _____
(Lettres moulées) (Préleveur)

Nom: _____ Signature: _____
(Lettres moulées) (Préleveur)

3. INTERMÉDIAIRES

Les intermédiaires qui prennent charge des échantillons doivent remplir la partie concernée au verso de ce formulaire.

4. RÉCEPTION AU LABORATOIRE

J'atteste avoir reçu de _____ le lot ou les lots indiqués au point n° 2 et leur avoir attribué le numéro ou les numéros de laboratoire mentionnés. J'atteste aussi que les contenants et les sacs scellés ou les scellés sont en bon état.

Remarques: _____

Nom : _____ Signature: _____
(Lettres moulées)

Date: _____ Heure: _____

3. LES INTERMÉDIAIRES

Je soussigné, certifie que j'ai reçu de _____

Les lots numéros _____

indiqués au recto du présent formulaire le _____ à _____ heures.

Occupation: _____ Employeur: _____

Nom : _____ Signature: _____

(Lettres moulées)

Je soussigné, certifie que j'ai reçu de _____

les lots numéros _____

indiqués au recto du présent formulaire le _____ à _____ heures.

Occupation: _____ Employeur: _____

Nom : _____ Signature: _____

(Lettres moulées)

Je soussigné, certifie que j'ai reçu de _____

les lots numéros _____

indiqués au recto du présent formulaire le _____ à _____ heures.

Occupation: _____ Employeur: _____

Nom : _____ Signature: _____

(Lettres moulées)

Je soussigné, certifie que j'ai reçu de _____

Les lots numéros _____

indiqués au recto du présent formulaire le _____ à _____ heures.

Occupation: _____ Employeur: _____

Nom : _____ Signature: _____

(Lettres moulées)

Achévé d'imprimer
en avril 1994 sur les presses
des Ateliers Graphiques Marc Veilleux Inc.
Cap-Saint-Ignace, (Québec).



GUIDE

d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales



Québec 



les éditions
Le Griffon d'argile

**GUIDE D'ÉCHANTILLONNAGE
À DES FINS D'ANALYSES ENVIRONNEMENTALES**

CAHIER 5

**ÉCHANTILLONNAGE
DES SOLS**

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA FAUNE**

DIRECTION DES LABORATOIRES

Note au lecteur : Les renseignements relatifs aux marques déposées ou aux produits commerciaux ne sont donnés qu'à titre indicatif et des produits équivalents peuvent être substitués.

Le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* comprend actuellement cinq cahiers; il s'agit de :

- Cahier 1 Généralités
- Cahier 2 Échantillonnage des rejets liquides
- Cahier 3 Échantillonnage des eaux souterraines
- Cahier 4 Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes
- Cahier 5 Échantillonnage des sols

TOUS DROITS RÉSERVÉS

Il est interdit de reproduire cet ouvrage,
en tout ou en partie,
sous quelque forme que ce soit,
sans la permission de l'éditeur.

Copyright © 1995
Les éditions le Griffon d'argile
7649, boulevard Wilfrid-Hamel
Sainte-Foy (Québec)
G2G 1C3
Téléphone (418) 871-6898 • Télécopieur (418) 871-6818

Cahier 5: Échantillonnage des sols ISBN 2-89443-023-X

DÉPÔT LÉGAL
Bibliothèque nationale du Canada
Bibliothèque nationale du Québec

IMPRIMÉ AU CANADA

Envirodoq EN940116
QEN/LAB-28/1

AVANT-PROPOS

Le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* regroupe une série de cahiers traitant de façon spécifique de l'échantillonnage de divers milieux. Il décrit un ensemble de bonnes pratiques qui régissent la planification et la réalisation des travaux d'échantillonnage et vise ainsi à assurer la qualité des prélèvements d'échantillons ainsi que la validité de l'information scientifique qui en découle.

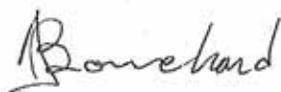
L'ouvrage dans son ensemble a été mis en oeuvre par le ministère de l'Environnement et de la Faune, et plus particulièrement par la Direction des laboratoires, après que l'ont eût constaté que les préleveurs n'avaient pas à leur disposition les instruments nécessaires pour acquérir rapidement une connaissance générale des pratiques d'échantillonnage au Québec.

Conçu à des fins d'information, ce document de référence s'adresse aux préleveurs travaillant dans le cadre d'une campagne de caractérisation environnementale et a comme objectif de fournir à l'utilisateur des lignes directrices de base pour la planification d'une campagne d'échantillonnage. Bien que pouvant s'avérer d'une grande utilité, il peut exister des situations où son application ne garantisse pas le succès escompté, auxquels cas on devra recourir à l'expertise de spécialistes.

Ce 5^e cahier, intitulé « Échantillonnage des sols », s'applique principalement aux terrains dont les sols n'ont pas été remaniés, et où aucune restauration n'a été entreprise. Il présente le cheminement à suivre pour réaliser une campagne d'échantillonnage des sols à des fins d'analyses environnementales, de même que les bonnes pratiques qui y sont associées.

L'utilisation de ce 5^e cahier doit être faite en prenant en compte l'information décrite préalablement dans le cahier numéro 1, intitulé « Généralités ». Rappelons que ce premier cahier traite du cadre général de la planification d'une campagne d'échantillonnage et des procédures techniques sur les plans de la qualité, de la santé et de l'intégrité de l'échantillon aux fins de mise en preuve devant les tribunaux.

Le présent document a été réalisé en consultation auprès d'intervenants des secteurs municipal et industriel, de même que de l'Ordre des chimistes du Québec. Nous tenons à les remercier très sincèrement pour leur contribution. Nous remercions également les membres du groupe de travail qui ont réalisé cet ouvrage et toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à la préparation de ce document.



Aristide BOUCHARD
Directeur des laboratoires

Le 1^{er} avril 1995

GROUPE DE TRAVAIL

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce au travail concerté de plusieurs personnes.

Coordination :

Serge Morissette, chimiste, B.Sc., B.A.A.
Direction des laboratoires

Mario Boucher, chimiste, M.Sc.
Direction des laboratoires

Recherche et rédaction :

Ruth Drouin, ingénieure, M.Sc.
Direction des politiques du secteur industriel
Service des lieux contaminés

Mise en page :

Nicole Audet
Direction des politiques du secteur industriel

Céline Tanguay
Direction des laboratoires

Révision linguistique :

Pierre Lafrenière
Direction des communications et du marketing

De nombreux collaborateurs ont assisté les auteures et auteurs en leur fournissant des renseignements précieux sur certains aspects de l'échantillonnage ou en acceptant de commenter les versions successives de l'ouvrage. Nous tenons à les remercier pour leur apport inestimable à la réalisation de ce guide d'échantillonnage.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant-propos	I
Groupe de travail	II
Table des matières	III
Liste des tableaux et des figures	V
Introduction	1
1. Information préliminaire	2
1.1 Définition des objectifs	2
1.2 Revue des données existantes	2
1.2.1 Historique du terrain	3
1.2.2 Caractéristiques du terrain	3
2. Patron d'échantillonnage	5
2.1 Localisation des échantillons en plan	5
2.1.1 Échantillonnage ciblé	5
2.1.2 Échantillonnage systématique	6
2.1.3 Échantillonnage aléatoire	7
2.1.4 Échantillonnage combiné	8
2.2 Localisation des échantillons en coupe	8
2.3 Types d'échantillons	10
3. Paramètres à analyser	11
4. Méthodes d'échantillonnage	12
4.1 Échantillonnage de surface	14
4.2 Échantillonnage dans une tranchée d'exploration	18
4.3 Échantillonnage à partir d'un forage	19
4.3.1 Équipement de forage	19
4.3.2 Types d'échantillonneur	24
5. Prélèvement des échantillons	32
5.1 Matériel utilisé	33
5.1.1 Outils	33
5.1.2 Contenants	33
5.1.3 Produits de lavage	39
5.2 Lavage du matériel utilisé	39
5.2.1 Lavage des outils	40
5.2.2 Lavage des contenants	41
5.3 Préparation de l'échantillon	42
5.3.1 Échantillon composé	42
5.3.2 Échantillon en duplicata	42
5.3.3 Échantillon pour produits volatils	43

IV

5.4	Description des échantillons	44
5.5	Identification des échantillons	44
5.6	Conservation des échantillons	44
6.	Contrôle de qualité des échantillons de sols	45
6.1	Sur le terrain	45
6.2	En laboratoire	46
7.	Santé et sécurité	46
8.	Compte rendu d'échantillonnage	47
8.1	Cahier de terrain	47
8.2	Carte de localisation	47
8.3	Fiche de sondage ou de tranchée d'exploration	48
8.4	Fiche de forage	48
8.5	Document photographique	48
9.	Particularités	48
9.1	Échantillonnage de sols en piles	49
9.2	Échantillonnage de sols sur des terrains en restauration	52
	9.2.1 Lors de travaux d'excavation de sols contaminés	52
	9.2.2 Lors du traitement de sols contaminés	52
Annexes		55
1.	Liste du matériel utilitaire à apporter sur le terrain lors d'une campagne d'échantillonnage de sols	55
2.	Fiche de sondage ou de tranchée d'exploration	59
3.	Fiche de forage et notes explicatives sur les rapports de forage	63
Références		69
Bibliographie		71

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

page

TABLEAUX

1 Principaux types d'échantillonneurs de sol	13
2 Conservation des échantillons de sol	35

FIGURES

1 Tarière manuelle	16
2 Tubes d'échantillonnage de sol	17
3 Schéma d'un échantillonneur de type «cuillère fendue»	26
4 Systèmes de rétention d'échantillons	27
5 Schéma d'un tube à paroi mince	29
6 Carottier utilisé avec une foreuse à tarière creuse	31
7 Échantillonnage des sols en piles	51

INTRODUCTION

La *Politique de réhabilitation des terrains contaminés*¹, publiée en février 1988, a amené la population à prendre conscience des problèmes associés à la contamination des sols. Plusieurs études de caractérisation ont depuis ce temps été effectuées sur différents terrains susceptibles d'être contaminés, dans le but de les réhabiliter lorsque nécessaire. L'échantillonnage des sols constitue une partie importante d'une étude de caractérisation d'un terrain, et fait aussi partie intégrante des travaux de restauration.

Les modes d'échantillonnage des sols doivent tenir compte des différentes particularités associées aux sols. En effet, le sol se distingue des autres milieux (eau, air) par son degré d'hétérogénéité. Étant donné les différents modes de déposition géologique, la nature et la composition du sol peuvent varier rapidement sur de courtes distances, aussi bien dans le plan horizontal que vertical. Les sols de surface ont également souvent été remaniés par l'action de l'homme. Par ailleurs, le type de contaminants, de même que le degré et l'étendue de la contamination d'un terrain, peut montrer une grande variabilité selon les activités qui y ont été réalisées. Certains terrains ont pu être contaminés par des déchets enfouis, par des fuites provenant d'un réservoir souterrain ou par toute activité contaminante de surface.

Le présent cahier s'applique principalement aux terrains dont les sols n'ont pas été remaniés et où aucune restauration n'a été entreprise. Il présente le cheminement à suivre pour réaliser une campagne d'échantillonnage des sols pour analyses environnementales, de même que les bonnes pratiques qui y sont associées. Ce cahier a comme objectif de fournir à l'utilisateur des lignes directrices de base pour planifier une campagne d'échantillonnage.

Toutefois, ce cahier ne constitue pas une revue exhaustive de toutes les techniques et méthodes existantes dans l'échantillonnage des sols et ne garantit pas le succès dans toutes les situations. La planification d'une campagne d'échantillonnage et l'échantillonnage lui-même doivent être effectués par des spécialistes dans le domaine qui sont en mesure d'émettre une opinion professionnelle pour chaque cas particulier.

1. Information préliminaire

Avant d'entreprendre une campagne d'échantillonnage, le chargé de projet doit tout d'abord définir ses objectifs et faire une revue des données existantes.

1.1 Définition des objectifs

La définition des objectifs est la première étape de l'élaboration d'une campagne d'échantillonnage. Les principaux objectifs poursuivis consistent à démontrer la présence de contamination dans les sols, à définir le degré de contamination, la distribution spatiale des contaminants, l'incidence des contaminants et des sols contaminés sur la santé, l'environnement et les biens.

Selon l'objectif fixé, la campagne d'échantillonnage sera plus ou moins détaillée. Dans le cas où il est nécessaire d'atteindre plusieurs objectifs, il est recommandé de planifier une campagne d'échantillonnage en plus d'une étape. Par exemple, une étude de caractérisation préliminaire du terrain pourra être effectuée dans un premier temps afin de définir la présence de contamination et le type de contaminants présents. Par la suite, une étude de caractérisation exhaustive pourra être entreprise afin de déterminer la distribution spatiale des contaminants et d'en évaluer les effets. Une telle évaluation de la contamination permettra de planifier des mesures de restauration du terrain, le cas échéant. Le *Guide standard de caractérisation*² décrit plus en détails les différentes étapes d'une étude de caractérisation.

1.2 Revue des données existantes

Il est très important d'effectuer la revue des données existantes afin de se familiariser avec le terrain à l'étude. Cela permet de mieux orienter la campagne d'échantillonnage et ainsi de gagner un temps précieux.

La collecte de données existantes se fait par la revue de la documentation disponible et par une visite de reconnaissance du terrain. Les principales informations à recueillir portent sur l'historique du terrain et sur ses caractéristiques de surface et souterraines.

1.2.1 Historique du terrain

Les données sur l'historique du terrain peuvent fournir des informations pertinentes sur le type de contaminants potentiellement présents, de même que sur les endroits susceptibles d'être contaminés. Ces données comprennent des informations sur les activités présentes et passées, notamment sur les procédés industriels utilisés, sur les matières premières employées, sur les produits et les résidus générés, de même que sur les pratiques de disposition et de gestion (enfouissement et entreposage) de ces résidus. De plus, des informations sur les déversements accidentels de même que sur les zones remblayées et la provenance des remblais peuvent être disponibles.

Le propriétaire du terrain représente souvent la principale source d'information. Lorsqu'il s'agit d'une entreprise, elle possède généralement des cartes du terrain, des plans, des diagrammes de procédés, des rapports d'échantillonnage déjà effectués, ou autres. D'autres informations peuvent provenir de dossiers municipaux et gouvernementaux (provincial et fédéral), comprenant notamment des rapports d'inspection, des bilans annuels, des permis et des certificats d'autorisation. Des informations très pertinentes peuvent également être tirées d'anciennes photos aériennes, de discussions avec les employés ou avec d'anciens employés, de même qu'avec des résidents avoisinants. De plus, une consultation des actes notariés au bureau d'enregistrement peut s'avérer très utile pour établir la chaîne de possession des terrains.

1.2.2 Caractéristiques du terrain

Avant d'entreprendre une campagne d'échantillonnage, il est important de connaître le plus précisément possible les caractéristiques du terrain à l'étude, autant en surface qu'en profondeur. Ces informations permettent de mieux comprendre les phénomènes de migration des contaminants présents et ainsi de mieux localiser les points d'échantillonnage. Les principales caractéristiques à connaître et à identifier sur le terrain sont les suivantes :

- **Les caractéristiques de surface**

Les caractéristiques à identifier à la surface du terrain sont constituées, d'une part, de tous les indicateurs de contamination. La présence de déchets, de résidus ou de contenants

entreposés sur le sol, l'état de la végétation, la présence d'odeurs, de taches et de suintements d'huile sont tous des indicateurs de contamination des sols. D'autre part, toute information concernant la topographie du terrain, le réseau de drainage et le réseau hydrographique avoisinant doit être recueillie. Cette information aide à comprendre la migration des contaminants en surface.

Certaines de ces informations peuvent être obtenues à partir de cartes topographiques ou de photos aériennes. Toutefois, une inspection du terrain est nécessaire pour obtenir d'autres informations ou mettre à jour les informations déjà obtenues.

Finalement, la direction des vents dominants est également une composante à considérer lors de la planification d'une campagne d'échantillonnage. En effet, dans certains cas, des particules contaminées ou des poussières peuvent se déplacer en suspension dans l'air, se déposer et causer une contamination des sols de surface environnants.

- **Le contexte géologique et hydrogéologique**

Afin de définir le contexte géologique et hydrogéologique du terrain, il est important de recueillir des données, notamment sur la stratigraphie des unités géologiques, les propriétés de ces unités, le niveau de la nappe phréatique et son utilisation. Ces données proviennent généralement de cartes géologiques, de cartes géomorphologiques et de rapports de forage. L'inspection de coupes géologiques sur le lieu, ou à proximité, (ex. : observation d'une paroi dans une gravière), lorsque c'est possible, fournit des informations additionnelles.

Ces informations, couplées avec la connaissance des mécanismes de migration des contaminants dans le sol, permettent d'identifier approximativement les zones les plus susceptibles d'être contaminées et ainsi d'orienter la campagne d'échantillonnage.

- **Les infrastructures enfouies**

Toute information concernant les infrastructures enfouies, réservoirs, réseaux d'égouts pluvial et sanitaire, réseaux de drainage souterrain, lignes électriques ou de téléphone, dalles de béton ou autres doit être recueillie. La présence de ces infrastructures dans le sol peut modifier considérablement les caractéristiques du sous-sol et affecter la migration des contaminants.

Étant donné que les matériaux de remblais autour de ces infrastructures ont généralement une grande perméabilité, ils peuvent servir de réservoirs d'accumulation de contaminants ou devenir des chemins favorisant la migration de ces contaminants.

2. Patron d'échantillonnage

L'élaboration du patron d'échantillonnage consiste à déterminer l'endroit des prélèvements en plan et en coupe, de même qu'à définir le type d'échantillons à prélever

2.1 Localisation des échantillons en plan

La localisation des points de prélèvement est généralement initiée à partir de cartes et les emplacements sont ensuite localisés sur le terrain. Le patron d'échantillonnage élaboré sur cartes doit être suffisamment flexible pour permettre des ajustements sur le terrain.

Il existe trois approches pour la localisation des échantillons : l'échantillonnage ciblé, systématique et aléatoire³. Ces approches peuvent également être combinées pour donner plus de précision.

2.1.1 Échantillonnage ciblé

L'échantillonnage ciblé consiste à prélever des échantillons de sols à un endroit où l'on suspecte une contamination à la suite des informations obtenues. En effet, la revue des données existantes a pu fournir des indices apparents (ou cachés) de pollution qui nécessitent une investigation. Par exemple, une tache d'huile sur le sol, un réservoir enfoui, une ancienne zone d'entreposage sont autant de zones cibles à retenir lors de la caractérisation.

Des méthodes indirectes d'investigation du sol peuvent également être utilisées afin de mieux localiser les zones cibles à échantillonner. Une revue des principales méthodes utilisées pour l'investigation indirecte des terrains est fournie dans Le Bris (1992)⁴. Il s'agit de la télédétection et des photographies aériennes, des méthodes géophysiques de prospection telles que l'induction électromagnétique, le radar pénétrant, la résistivité électrique, la

réfraction sismique. On retrouve aussi, dans Le Bris, la méthode radioactive de prospection du radon et les méthodes de détection des gaz interstitiels du sol.

Toutefois, ces méthodes ne peuvent pas remplacer la méthode d'échantillonnage, mais doivent plutôt être employées conjointement avec celle-ci. Elles peuvent permettre de localiser les points de prélèvement aux meilleurs endroits sur le terrain contaminé, ce qui permet de réduire les coûts d'une campagne d'échantillonnage.

L'échantillonnage ciblé peut être utilisé, par exemple, lors d'une caractérisation préliminaire d'un terrain afin d'identifier les contaminants majeurs qu'il sera nécessaire d'analyser dans une seconde phase. Dans ce cas, les échantillons sont prélevés aux endroits où il est le plus probable de trouver de la contamination. Cette approche d'échantillonnage a toutefois comme caractéristique de faire ressortir les plus forts niveaux de contamination sur un terrain donné et non pas la contamination moyenne du terrain.

L'échantillonnage ciblé requiert des informations préliminaires suffisantes. Dans le cas contraire, il est préférable de localiser ses échantillons par une approche différente.

2.1.2 Échantillonnage systématique

L'échantillonnage systématique consiste à prélever des échantillons selon une structure régulière. Il existe différentes configurations de maillage, toutefois l'échantillonnage systématique à partir d'un maillage carré est le plus souvent utilisé. Dans ce cas, les échantillons de sols sont prélevés sur chacune des intersections du maillage. Cette méthode permet une couverture uniforme du terrain à l'étude. De plus, elle est simple à implanter sur le terrain et il est facile de cartographier les données.

Le point de départ et l'orientation du maillage peuvent être choisis au hasard ou en tenant compte des obstacles présents sur le terrain. Toutefois, dans le cas où la contamination est susceptible de se retrouver selon une orientation précise, le maillage devrait être orienté de façon à ce que les lignes d'une direction soient parallèles à l'orientation de la contamination. Cette façon de faire facilite l'interprétation des résultats d'analyses en permettant, par exemple, de tracer des profils longitudinaux et transversaux de la contamination.

L'échantillonnage systématique, à partir d'un maillage carré, a de plus l'avantage de faciliter le calcul de la surface et du volume des sols contaminés.

La détermination de la dimension des mailles est un élément de décision important dans l'élaboration d'un plan d'échantillonnage systématique. Cette dimension est choisie en fonction de la précision désirée. Par exemple, lors d'une campagne de caractérisation préliminaire, le maillage est généralement plus lâche que lors d'une caractérisation exhaustive, où une plus grande précision dans la localisation des contaminants est requise. Dans ce dernier cas cependant, un maillage plus serré peut être nécessaire uniquement dans certaines zones plus contaminées. En pratique, la dimension des mailles est souvent établie à partir de l'expérience et du jugement du spécialiste responsable de la caractérisation.

Dans certains cas, la géostatistique permet de calculer la dimension optimale des mailles. La géostatistique est définie comme étant une méthode statistique pour l'analyse de données linéaires, corrélées dans l'espace. Pour permettre de calculer la dimension des mailles, la géostatistique exige qu'un certain nombre d'analyses préliminaires soient effectuées pour vérifier la variabilité des échantillons. Pour être utilisée de façon efficace, la géostatistique doit être incorporée au projet dès le début, soit lors de la caractérisation préliminaire. La géostatistique demande en général qu'un nombre important d'échantillons soient prélevés. Elle ne sera donc pas utilisée lors de la caractérisation de cas mineurs, nécessitant un nombre restreint d'échantillons.

2.1.3 Échantillonnage aléatoire

L'échantillonnage aléatoire consiste à prélever des échantillons à des endroits choisis au hasard sur le terrain.

L'approche d'échantillonnage aléatoire simple (non combinée avec une autre méthode) n'est pas recommandée pour localiser des points de prélèvement. D'un point de vue statistique, cette approche ne peut pas donner à elle seule la précision désirée étant donné la grande variabilité de la contamination souvent présente dans les sols⁵. D'autre part, la mise en plan et l'interprétation des résultats d'analyse provenant d'échantillons prélevés de façon aléatoire peuvent s'avérer laborieuses.

Les approches d'échantillonnage ciblé ou systématique sont donc favorisées au détriment de l'échantillonnage aléatoire.

2.1.4 Échantillonnage combiné

Lors de la caractérisation de terrains contaminés, il peut s'avérer nécessaire de séparer le terrain en zones distinctes. Ces zones peuvent se différencier par le type de contaminants susceptibles d'être rencontrés, par le degré de contamination suspecté et par le mode de dispersion des contaminants.

Les zones ainsi formées peuvent alors être échantillonnées avec une approche différente. Dans certaines zones, il peut s'avérer plus pertinent d'utiliser une approche ciblée, alors que d'autres peuvent demander une approche systématique. De même, certaines zones pourront demander l'utilisation d'une grille d'échantillonnage plus serrée, selon le degré de la contamination suspectée.

2.2 Localisation des échantillons en coupe

La profondeur d'échantillonnage doit être déterminée pour chaque cas particulier. Dans le cas où les contaminants ont été dispersés par le vent, ceux-ci se retrouvent souvent dans la couche superficielle. Dans d'autres cas, par exemple à la suite de déversements de liquide ou d'enfouissement de matériaux, les contaminants peuvent se retrouver à des profondeurs de plusieurs mètres.

Afin de planifier la localisation et le nombre d'échantillons à prélever en profondeur pour une bonne représentativité du milieu, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la stratigraphie des sols en place. Les données déjà existantes peuvent fournir des informations suffisantes; cependant, une vérification préliminaire par sondage ou forage peut s'avérer nécessaire.

Différentes couches stratigraphiques sont susceptibles d'être rencontrées lors de l'échantillonnage en profondeur. Ces couches ont leurs caractéristiques géologiques propres qui

impliquent une migration différente des contaminants. Par exemple, les horizons de sols argileux qui ont une bonne capacité d'adsorption auront plus tendance à retenir les contaminants que les horizons de sols sableux. De plus, la profondeur de la nappe phréatique doit être considérée lors de la localisation des échantillons en coupe puisque les mécanismes de transport des contaminants sont différents en zone non saturée par rapport à la zone saturée. Une connaissance générale du comportement des contaminants dans le sol en fonction de leurs propriétés et des propriétés du sol, de même que des mécanismes de transport existant en zone saturée ou non, permettra de mieux localiser les points d'échantillonnage en profondeur.

Dans le cas d'une contamination superficielle, la présence de matière organique peut également influencer la migration des contaminants vers des couches plus profondes. La matière organique a généralement un grand pouvoir d'adsorption et sa présence devra être considérée lors de l'échantillonnage des sols, de même que dans l'interprétation des résultats.

En considérant tous ces aspects et afin d'obtenir des échantillons représentant le mieux possible les conditions du milieu, certaines règles de base sont recommandées pour l'échantillonnage des sols en coupe :

- prélever au moins un échantillon dans chaque unité stratigraphique rencontrée;
- prélever un échantillon pour chaque horizon dont la contamination est perceptible;
- lorsqu'une seule unité stratigraphique est rencontrée et que la contamination n'est pas perceptible, prélever un échantillon par mètre de profondeur. Cet intervalle peut varier selon la distance de l'échantillon par rapport à la source de contamination;
- lorsqu'il s'agit d'une contamination uniquement de surface (due, par exemple, au dépôt de poussières), un premier échantillon devrait être prélevé dans les quelques premiers centimètres (0-5 cm) de sol. Par la suite, les intervalles d'échantillonnage devraient être suffisamment rapprochés (par exemple, 5-10 cm, 20-30 cm).

2.3 Types d'échantillons

Deux types d'échantillons peuvent être prélevés lors de la caractérisation des sols : ponctuels et composés.

Un échantillon ponctuel est défini comme étant un échantillon de sol prélevé à un emplacement précis sur le terrain. Le prélèvement d'échantillons ponctuels permet d'avoir une idée précise de la contamination à différents endroits sur le terrain et de définir la variabilité de la contamination dans l'espace.

Un échantillon composé est constitué d'un ensemble d'échantillons individuels, combinés en proportions égales ou de façon proportionnelle au poids ou au volume du secteur ou du lot que chaque échantillon représente⁹. Contrairement à l'échantillon ponctuel, ce type d'échantillon ne fournit qu'une valeur moyenne de la contamination pour un volume donné de sol.

La décision de procéder à un échantillonnage ponctuel ou composé dépend de plusieurs facteurs, tels le degré d'homogénéité des sols, le type d'échantillonneurs, l'objectif poursuivi par cet échantillonnage ou autres considérations.

Dans le cadre d'une étude de caractérisation d'un terrain, il est généralement recommandé de prélever des échantillons ponctuels. En effet, étant donné le degré d'hétérogénéité des sols et des contaminants, le prélèvement d'échantillons ponctuels permet de mieux définir la présence de contaminants dans les différents secteurs du terrain, le degré de contamination et la distribution spatiale des contaminants.

Toutefois, dans le cas où le matériel a subi une certaine homogénéisation et que la variabilité de la contamination est jugée négligeable, la connaissance de la contamination moyenne peut être suffisante. Le prélèvement d'échantillons composés doit alors être considéré. Cela peut être approprié dans le cas de remblais homogènes ou de sols en piles. De plus, le prélèvement d'échantillons composés est souvent rendu nécessaire lorsque la méthode d'échantillonnage ne permet pas la prise d'un volume suffisant de sols pour les besoins d'analyse. Ce cas est souvent rencontré avec l'utilisation de tubes d'échantillonnage lors d'échantillonnage de sols de surface (voir section 4.1).

Lors des travaux d'excavation de sols contaminés⁹, le prélèvement d'échantillons composés est recommandé dans les tranchées afin de s'assurer que l'excavation est terminée.

3. Paramètres à analyser

L'identification des paramètres à analyser est un élément essentiel à la planification d'une campagne d'échantillonnage. Considérant le coût important des analyses chimiques, il est nécessaire de faire un choix judicieux des paramètres à analyser dans chacun des cas particuliers.

La revue des informations existantes, notamment le type de procédés, donne généralement des renseignements très utiles qui permettent d'orienter le choix des paramètres à analyser. Cependant, ces informations ne sont pas toujours suffisantes et demandent à être complétées.

Dans le cas de déversements récents, une analyse du produit déversé peut s'avérer nécessaire si les contaminants qu'il contient ne sont pas connus. Dans les cas complexes de contamination ancienne, il est généralement nécessaire, dans une phase de caractérisation préliminaire, d'effectuer l'analyse d'un grand nombre de paramètres sur quelques échantillons de sol. L'éventail des résultats analytiques permettra d'identifier les paramètres chimiques pertinents à analyser sur l'ensemble des échantillons de sols lors d'une caractérisation ultérieure.

La plupart des analyses permettent d'identifier et de quantifier directement les contaminants présents dans le milieu. Par contre, l'analyse de paramètres intégrateurs tels les huiles et graisses minérales permet de quantifier un ensemble de composés sans les identifier. Bien que fort utile pour avoir une idée générale du degré de contamination, l'analyse de paramètres intégrateurs doit être utilisée avec discernement.

La sélection de paramètres analytiques sur des terrains contaminés par des produits pétroliers a pour sa part été décrite en détail dans le document *Problématique des sols et des eaux souterraines contaminés par des produits pétroliers : sélection des paramètres analytiques* (novembre 1993)¹⁰.

L'analyse du pH du sol prise directement sur le terrain peut être une information intéressante, plus particulièrement dans les cas où une modélisation de la migration des contaminants est prévue. De plus, en dépit du fait que le pH du sol varie rarement de façon importante, cette donnée peut s'avérer judicieuse si des informations liées à la mobilité potentielle des espèces métalliques sont nécessaires.

Pour certains paramètres, il peut exister plus d'une méthode d'analyse recommandée. Il est important de choisir la méthode d'analyse appropriée à la précision désirée en vérifiant avec le laboratoire les limites de détection de chacune des méthodes. La méthode d'analyse choisie doit permettre d'obtenir des résultats appropriés à des fins de comparaison avec les normes et les critères à respecter.

4. Méthodes d'échantillonnage

Une méthode d'échantillonnage de sol pour analyses environnementales doit permettre de prélever un échantillon de bonne qualité et n'ayant subi aucune altération. De plus, l'échantillon doit être représentatif d'un emplacement précis et avoir un volume suffisant pour les besoins d'analyses.

Les méthodes d'échantillonnage de sol peuvent être divisées en trois catégories : l'échantillonnage de surface, l'échantillonnage dans une tranchée, et l'échantillonnage à partir d'un forage. On utilise différents types d'échantillonneurs pour chacune de ces catégories. Le tableau 1 présente un résumé des principaux échantillonneurs de sols décrits dans la présente section pour ces trois catégories.

TABLEAU 1
PRINCIPAUX TYPES D'ÉCHANTILLONNEURS DE SOL

	APPLICATION GÉNÉRALE	AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS
Pelle et truelle (p. 15)	Sol en surface (0-1 m) ou dans une tranchée d'exploration	Facile à utiliser, très facilement disponible, peu coûteux, prélèvement d'un échantillon remanié
Tarière manuelle (p. 16)	Sol en surface (0-1 m)	Facile à utiliser, peu coûteux, prélèvement d'échantillons remaniés, peu utilisable dans les sols compacts ou rocailleux
Tube d'échantillonnage (p. 16)	Sol en surface (0-0,5 m) ou dans une tranchée d'exploration	Facile à utiliser, peu coûteux, faible remaniement du sol (souhaitable pour des composés volatils), volume restreint de sol, difficile à utiliser dans les sols compacts
Cuillère fendue (p. 26)	Généralement utilisé avec un équipement de forage (0 cm - roc)	Peu de remaniement de l'échantillon, permet l'utilisation de manchons pour aider à maintenir l'intégrité de l'échantillon, durable, peut être utilisé dans des sols durs, permet l'échantillonnage en continu
Tube à paroi mince (p. 29)	Généralement utilisé avec un équipement de forage Sols argileux et silteux (0 cm - roc)	Prélèvement d'échantillons non remaniés, peut être utilisé directement pour le transport au laboratoire, permet l'échantillonnage en continu, pas utilisable dans les sols rocailleux
Tube carottier de tarières creuses (p. 31)	Utilisé avec une foreuse à tarières creuses Sols argileux et silteux (0 cm - roc)	Prélèvement d'échantillons non remaniés, facilite l'échantillonnage en continu des sols silteux et argileux, pas utilisable dans les sols rocailleux
Tube carottier pour foreuses rotatives (p. 33)	Sol et roc Utilisé avec une foreuse rotative uniquement	Permet l'échantillonnage de formations de sols contenant des blocs, facilite l'échantillonnage en continu, les fluides de forage peuvent altérer l'échantillon, carottiers à triple parois peuvent minimiser ce problème

Ce tableau ne constitue pas un relevé exhaustif des types d'échantillonneurs de sol.

4.1 Échantillonnage de surface

L'échantillonnage de surface réfère au prélèvement d'échantillons à moins de 1 mètre de profondeur. Il nécessite généralement le recours à des techniques simples et peu coûteuses ainsi qu'à un équipement facilement disponible et transportable. De plus, les échantillons peuvent être prélevés rapidement.

Il existe sur le marché différents types d'échantillonneurs de surface. Plusieurs d'entre eux ont été mis au point pour répondre à des besoins d'échantillonnage de sols en agriculture et en foresterie. Certains de ces échantillonneurs peuvent aussi être utilisés pour des analyses environnementales.

La partie qui suit ne constitue pas un relevé exhaustif de toutes les méthodes d'échantillonnage de sols de surface. Elle présente plutôt une description de trois méthodes couramment utilisées. Pour obtenir plus d'information sur les méthodes existantes, il est préférable de consulter directement les fournisseurs d'équipement d'échantillonnage de sols.

● Pelle et truelle

Lorsque l'échantillon à prélever se situe très près de la surface, une pelle ou une truelle peuvent être utilisées.

La méthode d'échantillonnage consiste essentiellement à creuser un trou à l'aide de la pelle ou de la truelle et à prélever le volume désiré de sol, à une profondeur bien définie, soit au fond ou sur les parois du trou. Le préleveur doit procéder de la façon la plus systématique possible afin de pouvoir reproduire les mêmes conditions d'échantillonnage d'un emplacement à l'autre.

Cette méthode a comme principal inconvénient de remanier considérablement le sol lors de l'échantillonnage et ainsi de favoriser la volatilisation des composés volatils, le cas échéant.

- **Tarière manuelle**

Ce système d'échantillonnage comprend une tarière, une rallonge et une poignée en T, reliées ensemble au moyen de raccords permettant de les démonter facilement (figure 1). Des modèles de tarières sont conçus pour prélever des échantillons dans différents types de sols, de sableux jusqu'à argileux. Leur utilisation est cependant plus difficile dans les sols compacts ou rocailloux.

Le prélèvement d'un échantillon de sol à l'aide d'une tarière se fait en enfonçant manuellement la tarière dans le sol par un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre. Généralement, deux ou trois révolutions permettent d'enfoncer la tarière d'environ 10 cm. Une fois la tarière enfoncée sur toute sa longueur, elle est retirée du sol et l'échantillon est recueilli en renversant la tarière. L'échantillon ainsi prélevé est généralement remanié.

Bien que la tarière manuelle soit le plus souvent utilisée pour l'échantillonnage de la couche de surface, l'ajout de rallonges supplémentaires peut permettre, à certaines conditions, d'échantillonner plus en profondeur.

Les tarières dont le diamètre est égal ou supérieur à 5 cm sont recommandées par rapport aux tarières de plus petit diamètre, puisqu'elles permettent de récupérer un volume supérieur de sols.

- **Tube d'échantillonnage**

Cette méthode consiste à prélever un échantillon en enfonçant un tube dans le sol à partir de la surface. Une fois enfoncé au maximum, le tube est ressorti et l'échantillon de sol est récupéré.

Il existe différents modèles de tubes d'échantillonnage sur le marché, selon les types de sol. La longueur du tube proprement dit varie de 20 à 52 cm, selon le modèle. La figure 2 présente deux exemples de tubes d'échantillonnage. Le modèle (a) est ouvert sur sa longueur, ce qui permet une observation des couches de sols, directement sur le terrain. Le modèle (b) est conçu de façon à pouvoir exercer une pression avec le pied, permettant ainsi un

Figure 1
Tarière manuelle

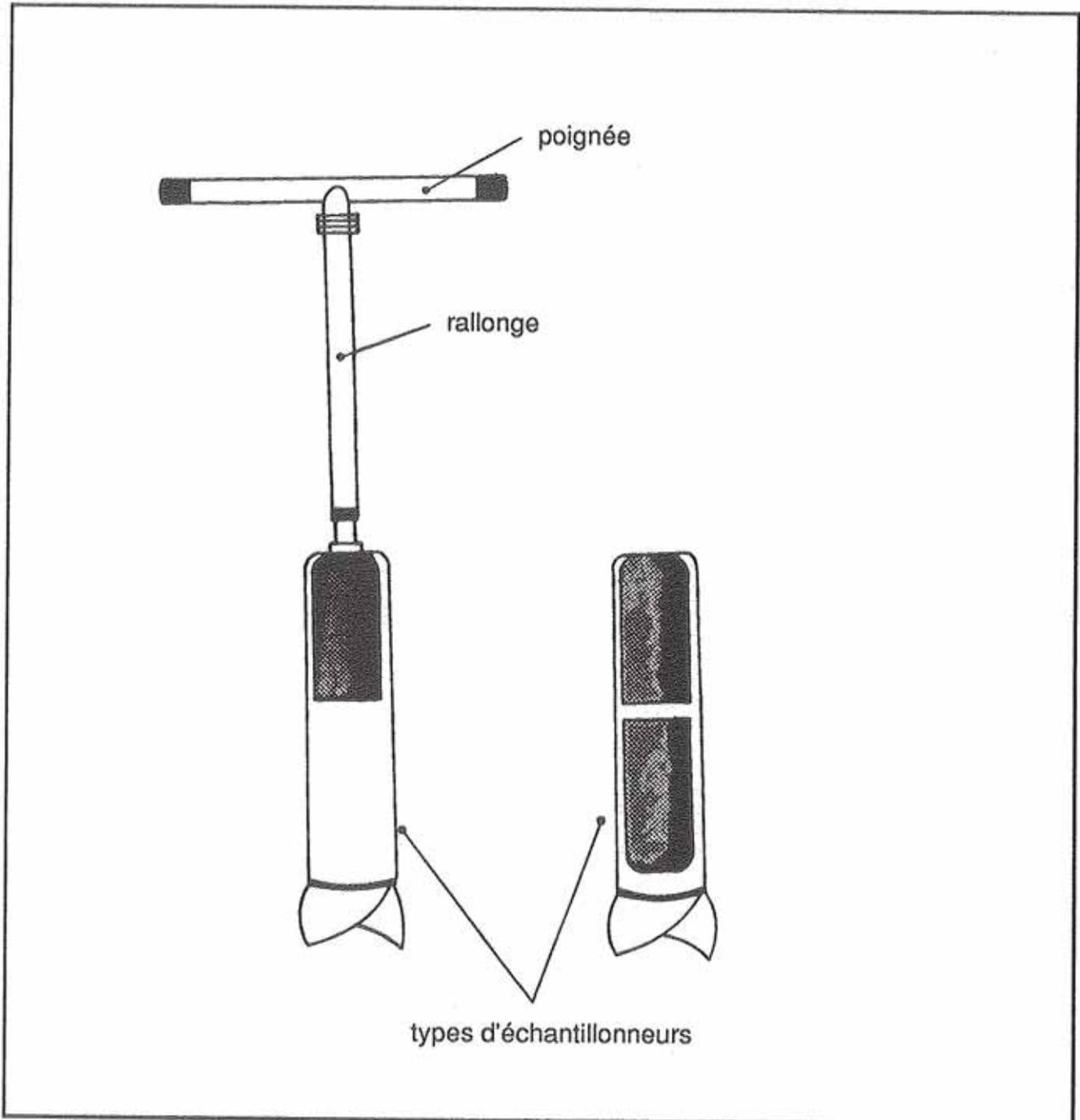
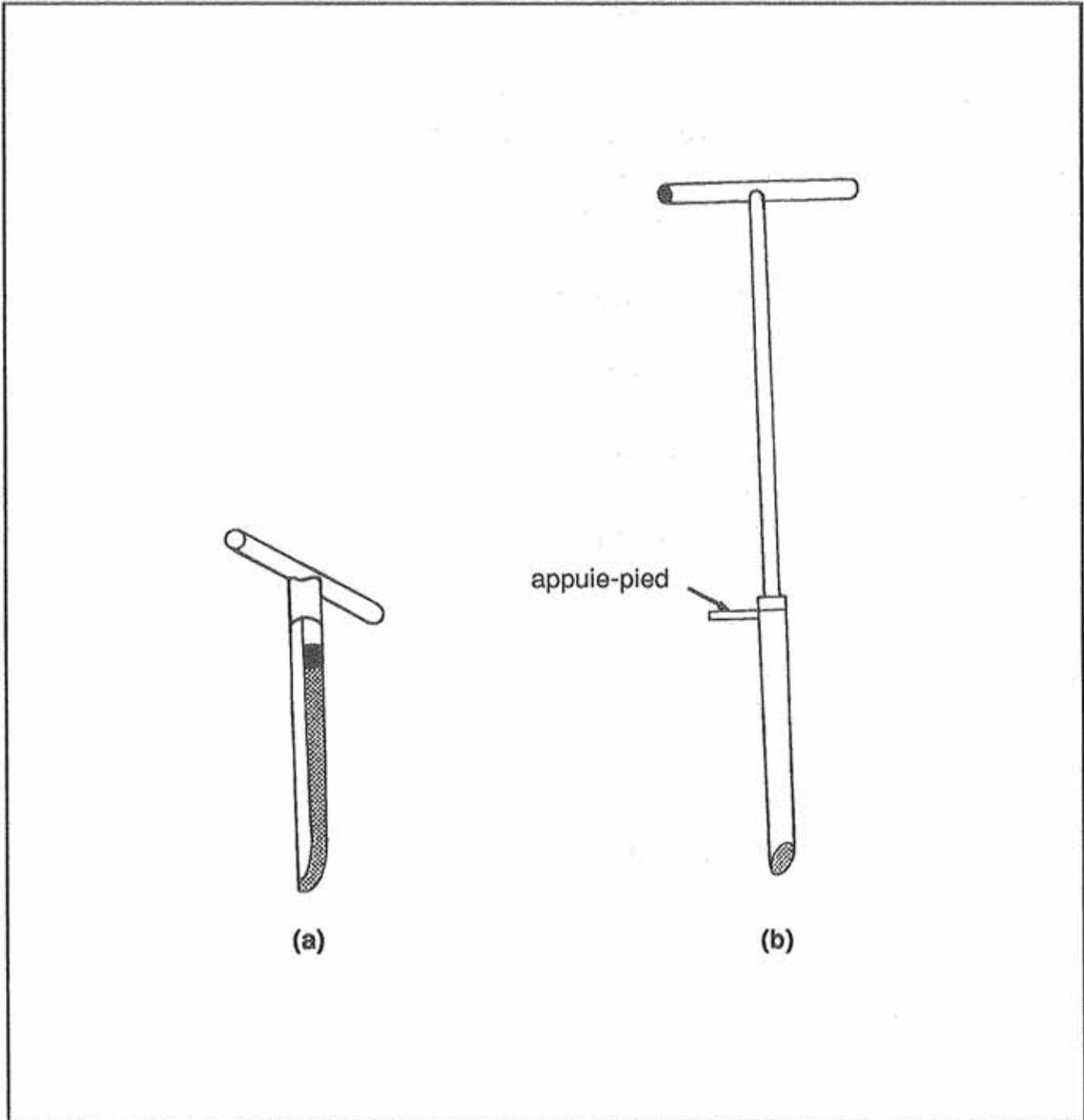


Figure 2
Tubes d'échantillonnage de sol



échantillonnage dans des sols plus compacts. De plus, ce modèle permet l'utilisation de manchons (membranes intérieures en forme de tube), fabriqués généralement de plastique résistant, qui peuvent être retirés du tube d'échantillonnage, bouchés et acheminés directement au laboratoire. Le matériau utilisé dans la fabrication du manchon doit toutefois être en mesure de résister aux propriétés du contaminant.

L'utilisation de tubes d'échantillonnage permet de prélever des échantillons non remaniés, ce qui facilite l'identification des couches de sols rencontrées. En outre, cette particularité est intéressante lorsque les sols sont prélevés pour l'analyse de composés volatils, puisque les risques de volatilisation lors du prélèvement sont minimisés.

Les tubes d'échantillonnage de 2 à 3 cm de diamètre ont cependant l'inconvénient de prélever un volume restreint de sols à un même emplacement, ce qui nécessite souvent plus d'un prélèvement pour obtenir un volume suffisant d'échantillons.

Bien que le tube d'échantillonnage soit généralement utilisé pour l'échantillonnage de surface, l'ajout de rallonges supplémentaires peut permettre de descendre à une plus grande profondeur. Certains fabricants ont mis au point des systèmes de levier permettant d'échantillonner les sols plus profondément, à peu d'effort.

4.2 Échantillonnage dans une tranchée d'exploration

La tranchée d'exploration est une excavation effectuée dans le but de prélever un échantillon à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 7 mètres. Cette méthode d'échantillonnage requiert l'utilisation d'une rétrocaveuse ou d'une pelle hydraulique, selon la profondeur désirée.

À l'intérieur d'une tranchée, le sol peut être échantillonné directement sur la paroi lorsque la profondeur et les pentes d'excavation permettent au préleveur d'y descendre sans danger (voir section 5.3.1 du Cahier 1 sur la sécurité dans les excavations et tranchées). Dans ce cas, il est recommandé de faire une excavation excédant de 30 cm la profondeur à échantillonner, et de prélever l'échantillon de sol sur une seule des parois de la tranchée d'exploration. Avant d'échantillonner, le préleveur doit enlever la couche de sol (environ 2 cm) ayant été en contact

avec l'équipement d'excavation. Il doit également éviter que la zone qui a été dégagée ne soit recouverte à nouveau par les sols environnants.

Lorsqu'il n'est pas possible de descendre dans la tranchée, l'échantillon pourra être prélevé dans le godet de l'excavatrice. Dans ce cas, le préleveur et le manipulateur de l'équipement d'excavation devront s'assurer d'échantillonner les sols provenant d'une profondeur bien précise.

En plus de permettre l'échantillonnage de sol, cette méthode offre l'avantage de pouvoir examiner en détails la stratigraphie des sols en place, de même que de faire des observations sur la présence de déchets ou autres contaminants. Cette méthode permet également de vérifier la qualité des eaux souterraines si la nappe d'eau est rencontrée. Pour ces raisons, cette méthode est fréquemment utilisée lors de campagnes d'échantillonnage.

4.3 Échantillonnage à partir d'un forage

L'échantillonnage de sols à partir d'un forage requiert l'utilisation d'équipement de forage et d'échantillonneurs adaptés à cet équipement. L'utilisation d'une foreuse permet d'échantillonner les sols à des profondeurs supérieures à celles atteintes lorsqu'on a recours aux méthodes décrites précédemment. Cette méthode a aussi l'avantage de moins perturber les lieux que l'échantillonnage en tranchées.

4.3.1 Équipement de forage

Lors d'une campagne d'échantillonnage de sols, l'équipement de forage choisi doit permettre le prélèvement d'échantillons de bonne qualité, non mélangés avec d'autres produits, et représentatifs d'une profondeur précise.

Pour ce faire, l'équipement de forage doit permettre l'utilisation des types d'échantillonneurs décrits à la section 4.3.2. Les types d'équipement qui ne permettent l'échantillonnage qu'à partir des sols remontés à la surface le long des parois du forage ne conviennent pas.

Les méthodes de forage utilisées pour l'échantillonnage des sols peuvent être divisées en trois grandes catégories : les foreuses à tarières, les foreuses rotatives et les foreuses à câble. Ces catégories sont décrites séparément bien que certains types d'équipement de forage puissent combiner deux catégories, les rendant ainsi plus polyvalents.

La partie qui suit ne constitue pas une description exhaustive des divers types d'équipement de forage. Les détails de chaque équipement sont présentés dans Aller et al. (1989)¹¹, Davis et al.¹² (1991) et Poulin et Liard (1989)¹³. Cette section se veut plutôt une présentation des principaux types d'équipement de forage pour l'échantillonnage de sols.

- **Foreuse à tarières**

Il existe un seul type de foreuse à tarières recommandée pour l'échantillonnage des sols à des fins d'analyses environnementales, soit la foreuse à tarières creuses. Une tarière creuse peut être décrite comme étant une tige d'acier au centre creux, généralement de 1,5 mètre de longueur, autour de laquelle a été soudé un ruban d'acier en spirale. Le forage s'effectue par rotation des tarières dans le sol, raccordées entre elles au fur et à mesure de leur pénétration.

Cette méthode est la plus fréquemment employée pour obtenir des échantillons de sols. Elle permet l'utilisation de différents types d'échantillonneurs, tels que la cuillère fendue et le tube à parois minces, en les introduisant au centre de la tarière. Elle permet aussi de réaliser des échantillonnages en continu avec des tubes carottiers de tarières. Le diamètre extérieur maximal de l'échantillonneur est limité par le diamètre intérieur de la tarière creuse.

Cette méthode est la plus recommandée pour le prélèvement d'échantillons de sol pour analyses environnementales puisqu'elle n'utilise pas de fluides de forage pouvant altérer l'échantillon.

L'utilisation de la foreuse à tarières creuses de type conventionnel est indiquée uniquement pour des forages dans les dépôts meubles, et à des profondeurs inférieures à 45 mètres¹¹. La profondeur de pénétration est plus limitée dans les formations saturées, à cause du problème de remontée des sols dans les tarières. De plus, la présence de blocs rocheux dans la formation peut limiter l'utilisation de ce type d'équipement.

- **Foreuse rotative**

Les différents types de foreuse rotative permettent d'effectuer un forage par rotation d'un foret placé à l'extrémité d'un tubage. Un fluide est injecté à l'intérieur du tubage et du foret, permettant ainsi de refroidir le foret et de ramener les résidus de forage à la surface. Le fluide de forage peut être de la boue, de l'eau ou de l'air, selon le type d'équipement utilisé.

Cet équipement peut permettre de prélever des échantillons de sols à l'aide d'une cuillère fendue ou d'un tube à parois minces.

Dans certains cas, l'échantillon peut être prélevé en utilisant un foret avec une ouverture suffisante pour y introduire l'échantillonneur¹¹. Dans ces cas, la circulation du fluide est arrêtée, l'échantillonneur est introduit dans le tubage et passé au travers du foret pour collecter l'échantillon.

Par ailleurs, l'échantillon peut être prélevé à la suite de la stabilisation des parois du trou avec la boue de forage ou un tubage extérieur. L'échantillon est alors prélevé au fond du trou après avoir remonté le train de tige et le foret.

Finalement, certaines méthodes rotatives permettent le carottage du sol simultanément au forage du trou. Le carottage est défini comme étant le découpage et la récupération d'un échantillon cylindrique. Dans ce cas, des tubes carottiers sont utilisés pour l'échantillonnage.

Cependant, toutes ces méthodes demandent l'utilisation d'un fluide de forage. Étant donné que le fluide peut venir en contact avec l'échantillon, il pourra avoir pour effet d'altérer physiquement ou chimiquement les caractéristiques du sol. **Pour cette raison, l'utilisation de ce type de méthode n'est recommandée que dans les cas où une foreuse à tarière creuse ne peut être utilisée.**

- **Foreuse à câble**

La **foreuse à câble** est une des plus anciennes méthodes de forage. Elle consiste à enfoncer un tubage par battage sous le poids d'un marteau suspendu à un câble d'acier. Le matériel foré est alors retiré de la formation à l'aide d'un tube à clapet qu'on introduit dans le tubage.

L'utilisation de ce tube à clapet exige qu'il y ait suffisamment d'eau dans le trou de forage. Dans une zone non saturée, on ajoutera alors de l'eau dans le trou lors des activités de forage.

Des échantillons de sols peuvent être prélevés avec une cuillère fendue ou un tube à parois minces, en introduisant l'échantillonneur dans le tubage après qu'il a été vidé de son contenu.

Lorsque le forage s'effectue dans une formation à granulométrie grossière, comme des sables et graviers, l'utilisation d'échantillonneurs conventionnels ne permet généralement pas une bonne récupération. Dans ce cas, des échantillons représentatifs de la formation peuvent être prélevés directement dans le tube à clapet servant à vider le forage. La technique consiste à enfoncer le tubage sur une profondeur de 60 cm à 1,5 mètres et à retirer l'échantillon remanié avec le tube à clapet. Des tubages de large diamètre peuvent être foncés et de larges tubes à clapet peuvent être utilisés. Cette technique d'échantillonnage est souvent la meilleure méthode dans les formations de sables et graviers¹¹.

Cette foreuse peut fonctionner dans tous les types de matériaux géologiques, autant dans les dépôts meubles que dans le roc. Elle est toutefois peu utilisée puisqu'il faut beaucoup de temps pour effectuer un forage et que les coûts sont, par conséquent, relativement élevés. De plus, ce type d'équipement est peu recommandé pour l'échantillonnage de sols pour analyses environnementales puisqu'il nécessite l'ajout d'eau lors du forage. Enfin, comme la vidange des matériaux forés avec le tube à clapet n'est pas toujours complète, il est difficile d'assurer que l'échantillon prélevé avec une cuillère fendue ou un tube à paroi mince est représentatif du sol à la profondeur désirée.

Outre la foreuse à câble conventionnelle, il existe **des types d'équipement de sondage légers** permettant d'enfoncer, par battage, un tubage dans lequel est introduite une pointe sèche. Lorsque le tubage et la pointe sèche ont atteint le niveau à échantillonner, cette dernière est retirée du tubage afin de permettre l'échantillonnage à partir de ce point avec une cuillère fendue ou un tube à parois minces. Ces types d'équipement permettent généralement d'échantillonner des sols peu compacts et libres de graviers jusqu'à une profondeur de 15 mètres. Ils ont comme principal avantage de ne pas utiliser d'eau.

- **Sélection d'un équipement de forage**

Lors d'une campagne d'échantillonnage de sols, la sélection d'une méthode de forage doit avoir comme principal objectif le prélèvement d'un échantillon de bonne qualité pour effectuer des analyses environnementales. Par conséquent, le recours à **des types d'équipement de forage n'utilisant pas de fluides de forage doit être privilégié dans tous les cas**. Toutefois, certains autres facteurs doivent également être considérés dans le choix, soit :

- la disponibilité des divers types d'équipement de forage;

- l'accessibilité sur le terrain;

- le type de matériaux géologiques rencontrés :

La méthode de forage ainsi que l'échantillonneur utilisé doivent être adaptés aux types de sols qui seront rencontrés. De plus, dans certains cas, le forage dans le sol est combiné à un forage dans le roc sous-jacent. Il peut alors être important de choisir une méthode de forage qui puisse combiner les deux;

- la profondeur de forage et de la nappe d'eau souterraine :

Certains types d'équipement de forage permettent de forer et d'échantillonner des sols à des profondeurs plus importantes. La profondeur de pénétration d'une foreuse peut être plus limitée dans la zone saturée, sous le niveau de la nappe (ex. : la foreuse à tarière creuse);

- l'installation d'un puits d'observation pour l'eau souterraine :

Il arrive très fréquemment qu'un forage soit effectué avec les objectifs combinés d'échantillonner les sols pour analyses environnementales, et d'installer un puits d'observation pour échantillonner l'eau souterraine. Dans ce cas, l'équipement de forage doit être choisi dans le but de répondre à ces deux besoins. La sélection d'un équipement de forage pour l'installation d'un puits d'observation est traitée dans le Cahier 3.

- les coûts et le temps requis pour le forage.

4.3.2 Types d'échantillonneur

Différents types d'échantillonneur ont été mis au point pour le prélèvement des échantillons de sols à partir des divers types d'équipement de forage. La cuillère fendue et le tube à paroi mince sont les deux types d'échantillonneur les plus utilisés dans les dépôts meubles. Les tubes carottiers ou d'autres échantillonneurs plus spécialisés peuvent aussi être utilisés dans certains cas particuliers.

- **Cuillère fendue**

L'échantillonneur de type «cuillère fendue», illustré à la figure 3, consiste en un cylindre solide, de 45 ou 60 cm de longueur, fileté aux deux extrémités, et qui peut être séparé en deux parties égales sur le sens de la longueur. Lorsque assemblées, les deux parties sont maintenues ensemble par un sabot de battage effilé, permettant une bonne pénétration dans le sol, et un joint de tête, permettant le raccord aux tiges de forage. Ces deux joints sont vissés aux deux extrémités de la cuillère fendue sur les parties filetées.

Cet échantillonneur est disponible en acier ou en acier inoxydable, le diamètre extérieur variant de 5 à 10 cm . Il peut être utilisé seul ou avec des manchons d'échantillonnage (membranes intérieures), lorsqu'il ne doit y avoir aucun contact entre le sol et l'échantillonneur. De plus, des paniers de rétention, tels qu'illustrés à la figure 4, peuvent être installés à l'extrémité inférieure de l'échantillonneur afin de retenir les sols lors de sa remontée. Ces paniers sont particulièrement utiles pour l'échantillonnage dans des matériaux moins compacts, tels les sables et les graviers.

Pour prélever un échantillon de sol, la cuillère fendue est attachée au bout du train de tige de la foreuse et est descendue au fond du trou de forage, jusqu'au contact avec la formation à échantillonner. Le prélèvement est alors obtenu en enfonçant par battage la cuillère fendue, ce qui force ainsi le sol à pénétrer à l'intérieur du cylindre. Le nombre de coups requis pour enfoncer la cuillère fendue sur une épaisseur prédéterminée fournit une indication qui permet de déterminer le type de sol. L'échantillonneur est ensuite retiré du trou de forage, les joints aux deux extrémités sont dévissés, le cylindre est ouvert en deux et le sol peut alors être récupéré pour les analyses. La méthode standard d'échantillonnage de sols avec une cuillère

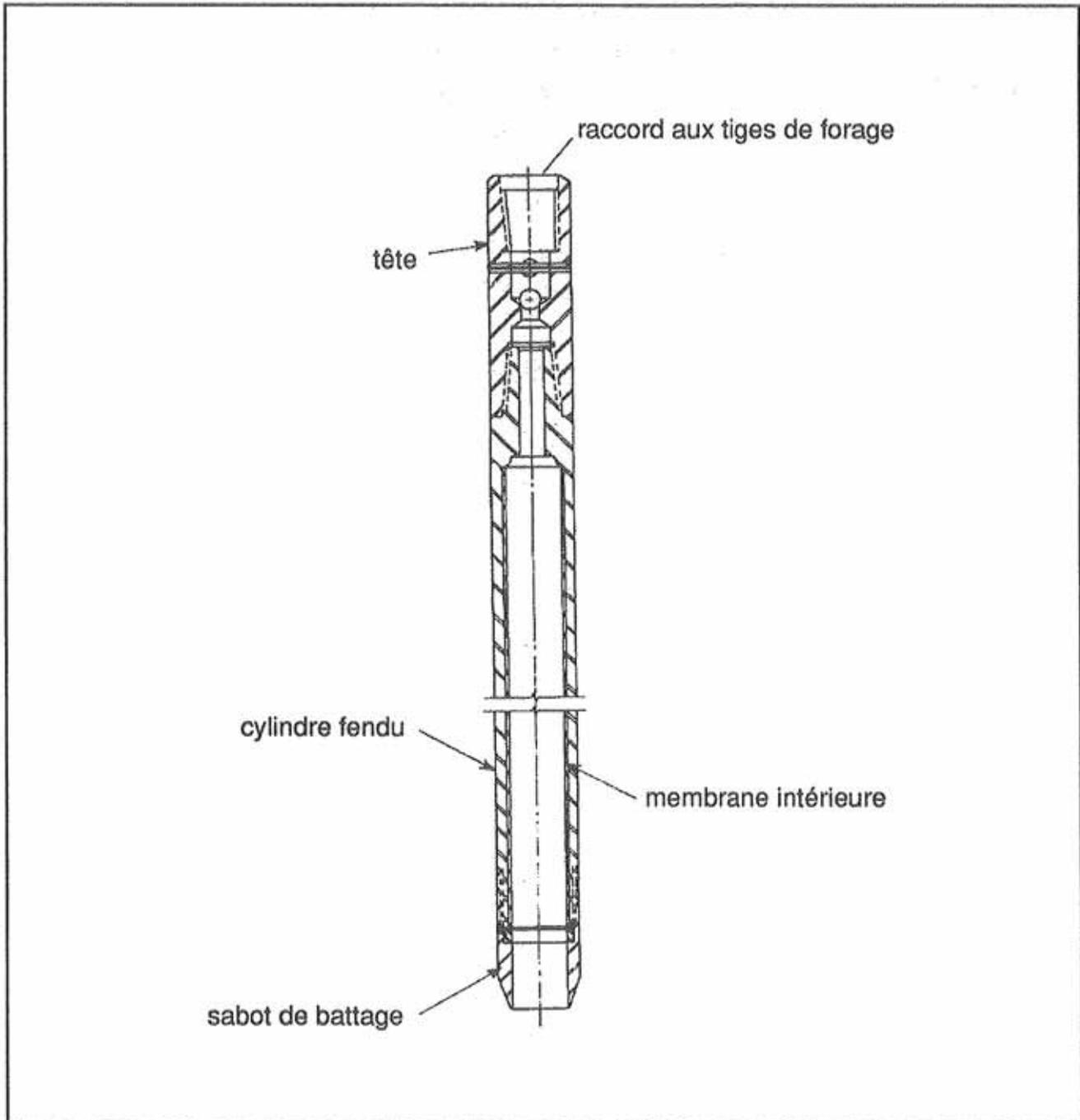
fendue, pour des travaux en géotechnique, est décrite dans une norme du Bureau de normalisation du Québec (2501-140)¹⁴ et dans la norme ASTM D1586¹⁵.

L'échantillonnage avec une cuillère fendue permet de récupérer des échantillons à une profondeur précise, avec peu de remaniement. Ce type d'échantillonneur peut être utilisé dans tous les types de sol mais il est particulièrement utile dans les sols durs (silt sableux, sable, till, etc.). Il est possible d'échantillonner les sols en continu avec une cuillère fendue (méthode communément appelée «échantillonnage en continu») en suivant les étapes suivantes :

- 1) prélever un échantillon;
- 2) retirer l'échantillonneur du trou de forage;
- 3) forer le trou jusqu'au bout de l'intervalle préalablement échantillonné;
- 4) réinsérer l'échantillonneur;
- 5) répéter l'opération d'échantillonnage.

Bien que cette procédure soit particulièrement lente, l'échantillonnage en continu est la meilleure façon de définir la stratigraphie en profondeur.

Figure 3
Schéma d'un échantillonneur de type cuillère fendue



Source : référence 12, p. 112.

Figure 4

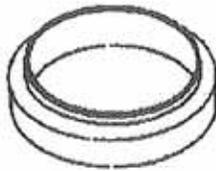
Systèmes de rétention d'échantillons



a) panier



b) panier à ressort



c) anneau de raccord



d) clapet à rabat

● Tube à paroi mince

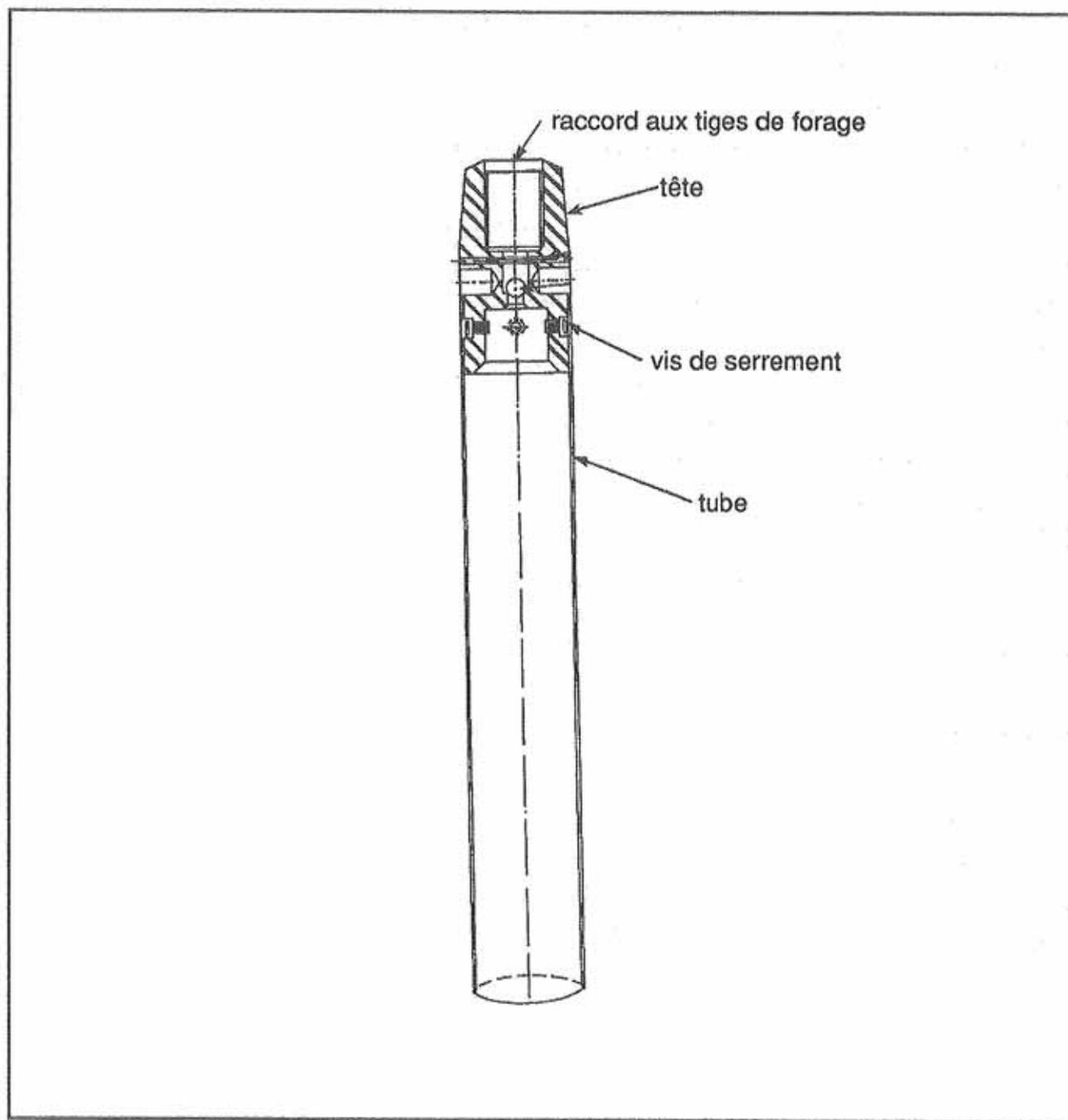
L'appellation tube à «paroi mince» se réfère à un tube d'échantillonnage dont le rapport entre l'épaisseur de la paroi et la surface totale du diamètre extérieur de l'échantillonneur est inférieur à 10%¹¹. Ce type d'échantillonneur est conçu pour prélever des échantillons non remaniés (ou intacts) dans des formations de sols cohérents (argile, silt). Il est toutefois peu recommandé dans des sols rocaillieux où il peut être endommagé.

Le tube à paroi mince, tel qu'illustré à la figure 5, comprend deux parties distinctes, le tube lui-même contenant l'échantillon, et la tête permettant le raccord aux tiges de forage. Le tube à paroi mince est disponible en longueurs de 76 ou 91 cm, de diamètre de 5 ou 7,6 cm, et est fabriqué de différents matériaux, dont l'acier inoxydable.

Pour prélever un échantillon, le tube à paroi mince, communément appelé tube «*Shelby*», est relié au train de tiges de la foreuse. Il est ensuite descendu dans le trou de forage, à l'intérieur du tubage, jusqu'au contact de la formation à échantillonner. Plutôt que d'être enfoncé par battage, comme la cuillère fendue, le tube à paroi mince est foncé dans le sol par pression exercée par l'équipement de forage. L'échantillonneur est ensuite retiré du sol et la tête est dévissée. Le tube peut alors être scellé et utilisé comme contenant pour le transport de l'échantillon au laboratoire. L'échantillon peut également être retiré du tube directement sur le terrain à l'aide d'un fonceur dont le diamètre correspond au diamètre intérieur du tube à paroi mince. Le sol peut alors être récupéré pour les analyses. La méthode standard d'échantillonnage avec un tube à paroi mince, pour des travaux de géotechnique, est décrite en détail dans la norme ASTM D1587¹⁶.

L'échantillonnage en continu avec un tube à paroi mince peut être effectué de la même façon que pour la cuillère fendue.

Figure 5
Schéma d'un tube à paroi mince



- **Tubes carottiers**

Les tubes carottiers, tels qu'ils sont définis ici, sont des tubes échantillonneurs qui pénètrent et découpent un cylindre de sol (carotte) simultanément à l'avancement du forage. Il existe deux types de tube carottier, ceux utilisés avec une foreuse à tarières creuses et ceux utilisés avec une foreuse rotative.

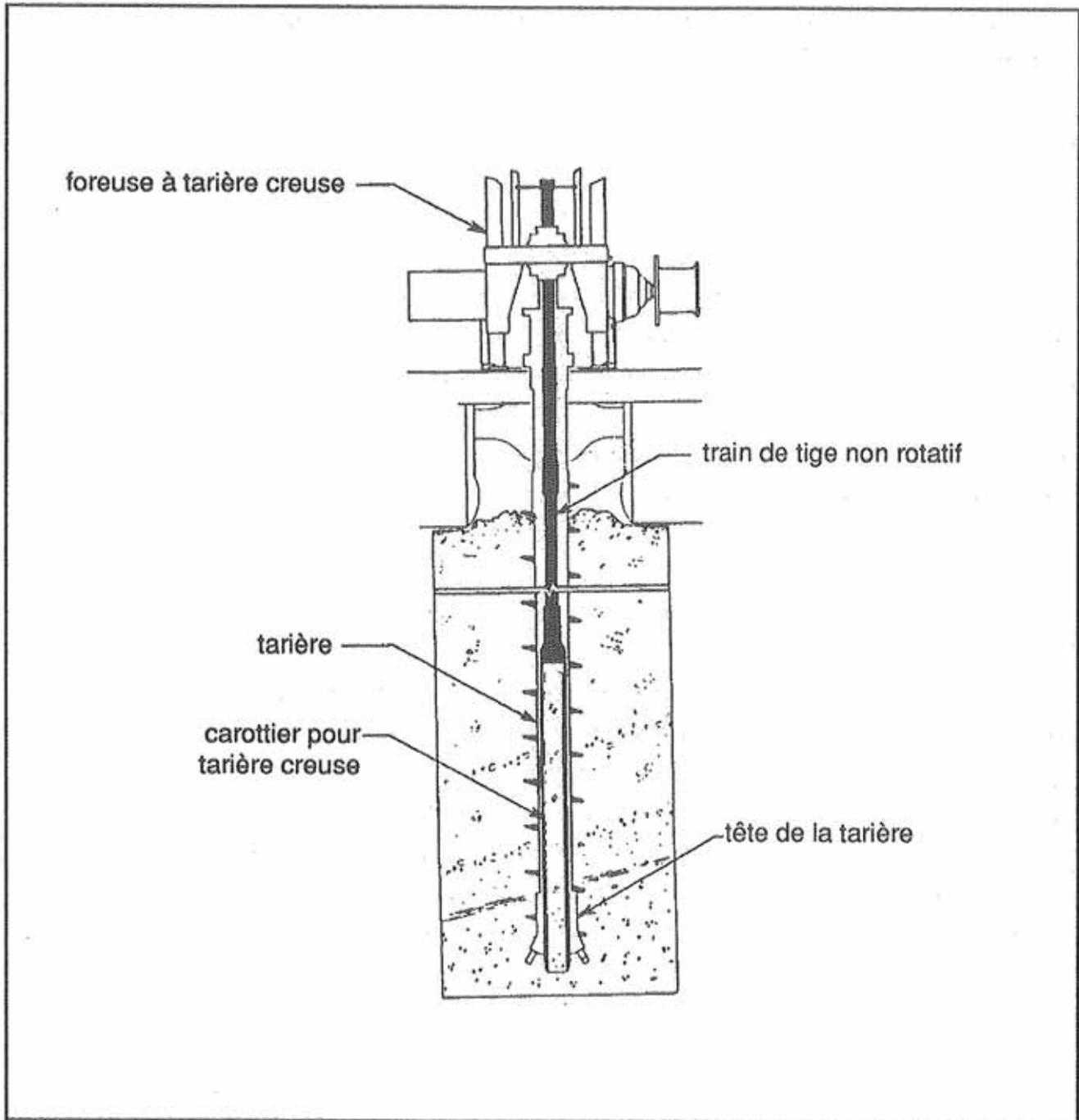
Les **tubes carottiers «de tarières creuses»** consistent en un tube à paroi mince de 1,5 mètre de longueur. Tel qu'il est illustré à la figure 6, le tube est attaché au train de tiges de la foreuse, est introduit dans la tarière et est foncé dans le sol pendant la rotation des tarières. Après que le trou est foré sur une distance égale à la longueur de l'échantillonneur, la tarière est arrêtée et le tube plein est remonté à la surface. L'échantillon de sol est extrait du tube et un tube vide est réintroduit.

L'utilisation de ces carottiers en tarières creuses permet l'échantillonnage en continu du sol, principalement dans les sols argileux et silteux. Cette méthode est rapide et permet de bien définir la stratigraphie du lieu.

Les **tubes carottiers pour foreuses rotatives** ont d'abord été mis au point pour le carottage du roc. Toutefois, l'utilisation de ce type d'échantillonneur peut être rendue nécessaire dans les dépôts meubles lorsque la formation de sols à échantillonner contient des blocs de dimension importante, ce qui empêche la récupération d'échantillons à partir d'échantillonneurs standards. Cela peut être le cas dans les formations de till.

La méthode d'échantillonnage consiste à attacher un foret à l'extrémité inférieure du tube carottier. Ce dernier est ensuite relié au train de tige de la foreuse et descendu au fond du trou de forage. Le carottier est alors descendu dans la formation de sols à échantillonner par rotation. Il est ensuite remonté à la surface pour la récupération de l'échantillon et l'opération est répétée. La méthode permet ainsi un échantillonnage continu.

Figure 6
Carottier utilisé avec une foreuse à tarière creuse



Les tubes carottiers de rocher peuvent posséder une, deux ou trois parois. Lors de l'utilisation d'un tube à simple paroi, le fluide de forage circule directement le long de l'échantillon. L'utilisation de carottiers doubles ou triples minimise ce problème puisque le fluide de forage peut circuler entre les tubes et non pas le long de l'échantillon. Par conséquent, afin d'éviter l'altération des échantillons de sols, l'utilisation de tubes carottiers triples (à trois parois) est recommandée. **Malgré tout, l'utilisation d'un tube carottier avec une foreuse rotative utilisant des fluides de forage doit être limitée au maximum.**

- **Échantillonneurs spécialisés**

Des échantillonneurs spécialisés ont été mis au point afin de répondre à des conditions particulières de prélèvement, où les échantillonneurs conventionnels ne sont pas efficaces. Ces équipements spécialisés peuvent être des tubes à paroi mince dont la structure a été renforcée, des échantillonneurs de large diamètre, des échantillonneurs à piston, etc.

Pour avoir plus d'informations sur les échantillonneurs spécialisés, il est nécessaire de consulter les fournisseurs d'équipement de forage.

5. Prélèvement des échantillons

Les échantillons pour analyses environnementales doivent être prélevés de façon à limiter les possibilités de contamination de l'échantillon. D'une part, l'échantillonnage doit s'effectuer autant que possible de l'endroit le moins contaminé vers l'endroit le plus contaminé. Cela aura pour effet de minimiser la contamination de l'équipement d'échantillonnage. D'autre part, lors du prélèvement des échantillons, il est nécessaire d'utiliser du matériel approprié, nettoyé de façon adéquate, et selon une procédure bien établie. De plus, les échantillons doivent être décrits et identifiés, de façon à ce qu'il n'y ait aucune ambiguïté sur leur provenance lors de l'analyse au laboratoire. Finalement, les échantillons doivent être conservés de façon adéquate.

La partie qui suit décrit en détail les différents aspects relatifs au prélèvement des échantillons de sols.

5.1 Matériel utilisé

Le prélèvement d'échantillons de sol requiert l'utilisation de différents outils, contenants et produits de lavage qu'il est nécessaire d'apporter sur le terrain lors d'une campagne d'échantillonnage. L'annexe 1 fournit une liste du matériel utilitaire à apporter sur le terrain.

5.1.1 Outils

Plusieurs types d'outil peuvent être utilisés pour échantillonner les sols, selon qu'il s'agisse d'un prélèvement en surface, dans une tranchée ou à partir d'un forage. Les différents types d'échantillonneur ont été décrits à la section 4 et résumés au tableau 1. D'autres outils, telles une cuillère ou une spatule, peuvent aussi être utilisés comme matériel complémentaire.

De plus, un récipient ou une plaque peuvent également être utilisés pour préparer l'échantillon, lorsqu'il est nécessaire de l'homogénéiser ou de le fractionner.

Tous les outils de prélèvement et de préparation doivent être propres, en acier inoxydable, et exempts de corrosion, de peinture ou de vernis.

5.1.2 Contenants

Une fois prélevé, l'échantillon de sol est transféré dans un contenant approprié pour être conservé et transporté au laboratoire.

Selon les paramètres à analyser, le contenant peut être un sac de plastique, un contenant de verre ou de plastique rigide. De façon générale, les contenants de plastique ne sont acceptables que lorsque les sols sont analysés pour des contaminants inorganiques, alors que des contenants de verre sont mieux adaptés pour l'analyse de contaminants organiques. Le contenant doit être muni d'un dispositif ou d'un bouchon permettant de le fermer hermétiquement. Toutes les spécifications concernant le type de contenant et son bouchon sont fournies au tableau 2 pour chaque paramètre à analyser.

Le contenant doit avoir une capacité suffisante pour contenir au minimum la quantité de sol nécessaire pour l'analyse de tous les paramètres désirés, tel qu'il est présenté au tableau 2. Toutefois, il est toujours préférable de prélever une quantité de sol plus importante que celle requise afin de permettre une reprise des analyses, si nécessaire. De façon générale, pour effectuer l'analyse d'une gamme de produits organiques et inorganiques, le remplissage d'un contenant d'un litre de sol est suffisant.

TABLEAU 2				
CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS DE SOL				
PARAMÈTRES	CONS.	CONTENANT	MASSE	DÉLAI
CHIMIE INORGANIQUE				
ACIDITÉ	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
ARSENIC	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
ARSENIC LIXIVIÉ	N	P,S,T,V	0,5 kg	6 mois
AZOTE AMMONIACAL	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
AZOTE TOTAL KJELDAHL	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
BORE	N	P,S,T	0,1 kg	6 mois
BORE LIXIVIÉ	N	P,S,T	0,5 kg	6 mois
BROMURES DISPONIBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
CARBONE INORGANIQUE	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
CARBONE ORGANIQUE	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
CARBONE TOTAL	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
CHLORURES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
CYANURES DISPONIBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
CYANURES TOTAUX	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
FLUORURES DISPONIBLES	N	P,S,T	0,1 kg	6 mois
FLUORURES TOTAUX	N	P,S,T	0,1 kg	6 mois
GRANULOMÉTRIE	N	P,S,T,V	0,4 kg	6 mois
MERCURE	N	T,V	0,1 kg	6 mois
MÉTAUX	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
MÉTAUX LIXIVIÉS	N	P,S,T,V	0,5 kg	6 mois
NITRATES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
NITRITES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
NITRITES & NITRATES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
PERTE DE POIDS À 105°C	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
PERTE DE POIDS À 550°C	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
pH	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
PHOSPHORE ASSIMILABLE	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
PHOSPHORE TOTAL	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois

36
TABLEAU 2

CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS DE SOL				
PARAMÈTRES	CONS.	CONTENANT	MASSE	DÉLAI
POTENTIEL GÉNÉRATEUR ACIDE	N	P,S,T,V	0,25 kg	6 mois
SÉLÉNIUM	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
SÉLÉNIUM LIXIVIÉ	N	P,S,T,V	0,5 kg	6 mois
SOUFRE TOTAL	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
SULFATES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	6 mois
SULFURES	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
TANNINS & LIGNINES SOLUBLES	N	P,S,T,V	0,1 kg	1 mois
AUTRES	LAB	LAB	LAB	LAB
CHIMIE ORGANIQUE				
BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
CAPTANE / CAPTAFOL	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
CHLOROBENZÈNES	CONG	VA,VAT;(X)	0,3 kg	3 mois
COMPOSÉS ORGANIQUES SEMI-VOLATILS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS	CONG	VA,VT;(X)	0,3 kg	1 mois
COMPOSÉS PHÉNOLIQUES	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
COMPOSÉS PHÉNOLIQUES LIXIVIÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
DIOXINES & FURANES	CONG	VA,VT;(A)	0,3 kg	3 mois
GLYPHOSATE	CONG	P,T	0,3 kg	3 mois
HEXAZINONE	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
HUILES & GRAISSES TOTALES	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES	CONG	VA,VT;(A)	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (ARYLOXYACIDES)	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (ARYLOXYACIDES) LIXIVIÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (CARBAMATES)	CONG	P,T	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (CARBAMATES) LIXIVIÉS	CONG	P,T	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (ORGANOCHLORÉS)	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (ORGANOCHLORÉS) LIXIVIÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (ORGANOPHOSPHORÉS)	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois

TABLEAU 2
CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS DE SOL

PARAMÈTRES	CONS.	CONTENANT	MASSE	DÉLAI
PESTICIDES (ORGANOPHOSPHORÉS) LIXIVIÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (TRIAZINES)	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (TRIAZINES) LIXIVIÉS	CONG	VA,VT	0,3 kg	3 mois
PESTICIDES (AUTRES)	LAB	LAB	LAB	LAB
PRODUITS PÉTROLIERS	CONG	VA,VT;(X)	0,3 kg	3 mois
AUTRES	LAB	LAB	LAB	LAB
MICROBIOLOGIE				
TOUS LES PARAMÈTRES	N	PPS	0,03 kg	48 h
TOXICITÉ ET GÉNOTOXICITÉ				
ALGUES (SUR LE LIXIVIAT)	N	P,V	0,2 kg	7 j
DAPHNIES (SUR LE LIXIVIAT)	N	P,V	0,2 kg	7 j
GERMINATION	N	P,V	2 kg	7 j
MICROTOX (SUR LE LIXIVIAT)	N	P,V	0,2 kg	7 j
TEST DE AMES	CONG	PO,V;(A)	0,03 kg	30 j
VERS DE TERRE	N	P,V	2 kg	7 j
AUTRES	LAB	LAB	LAB	LAB

Un délai maximal de 48 heures est autorisé, entre le prélèvement et la congélation au laboratoire, pour les paramètres le nécessitant. Après le prélèvement et au cours du transport, les échantillons doivent être conservés à environ 4° C au moyen de glacières et de « Ice packs ». La congélation n'est donc pas requise lorsque l'analyse est effectuée en-deçà du délai de 48 heures.

Le délai de conservation du lixiviat est de 7 jours pour les paramètres de la chimie organique, de la toxicité et de la génotoxicité.

TABLEAU 2 (LÉGENDE)

CONSERVATION = AGENTS DE CONSERVATION	
CONG	CONGELER L'ÉCHANTILLON À UNE TEMPÉRATURE MINIMALE DE -15° C, LAISSER UN ESPACE D'ENVIRON 5 CM POUR UNE BOUTEILLE DE 1 LITRE
LAB	CONTACTER LE LABORATOIRE CONCERNÉ AVANT L'ÉCHANTILLONNAGE
N	AUCUN AGENT DE CONSERVATION (4°C)
CONTENANT	
(A)	VERRE AMBRÉ ABSOLUMENT SINON ENTOURER L'EXTÉRIEUR DE LA BOUTEILLE AVEC DU PAPIER D'ALUMINIUM
LAB	CONTACTER LE LABORATOIRE CONCERNÉ AVANT L'ÉCHANTILLONNAGE
P	LES BOUTEILLES ET LES REVÊTEMENTS DES BOUCHONS NE SONT COMPOSÉS QUE DES PLASTIQUES SUIVANTS: POLYÉTHYLÈNE DE BASSE OU HAUTE DENSITÉ, POLYPROPYLENE, POLYSTYRÈNE ET CHLORURE DE POLYVINYLE
PO	BOUTEILLE EN PLASTIQUE (VOIR P) OPAQUE OU BRUN
PPS	BOUTEILLE EN POLYPROPYLENE STÉRILE
S	SAC DE PLASTIQUE EX: WHIRL-PAK® OU L'ÉQUIVALENT
/T	LES BOUTEILLES ET LES REVÊTEMENTS DES BOUCHONS NE SONT COMPOSÉS QUE DES TYPES DE TÉFLON® SUIVANTS: POLYTÉTRAFLUOROÉTHYLÈNE (TFE), FLUOROÉTHYLÈNE-PROPYLÈNE (FEP), PERFLUOROALKOXY (PFA), CHLOROTRIFLUOROÉTHYLÈNE (CTFE), COPOLYMÈRE D'ÉTHYLÈNE AVEC DU TÉTRAFLUOROÉTHYLÈNE (ETFE) OU AVEC DU CHLOROTRIFLUOROÉTHYLÈNE (ECTFE)
V	BOUTEILLE EN VERRE CLAIR OU AMBRÉ
VA	BOUTEILLE EN VERRE CLAIR OU AMBRÉ AVEC JOINT EN PAPIER D'ALUMINIUM
VT	BOUTEILLE EN VERRE CLAIR OU AMBRÉ AVEC JOINT EN TÉFLON®
(X)	REMPHIR LE CONTENANT AU MAXIMUM DE FAÇON À LIMITER LES ESPACES D'AIR ET FERMER LE CONTENANT HERMÉTIQUEMENT
VOLUME = VOLUME D'ÉCHANTILLON MINIMUM POUR L'ANALYSE	
LAB	CONTACTER LE LABORATOIRE CONCERNÉ AVANT L'ÉCHANTILLONNAGE
DÉLAI = DÉLAI DE CONSERVATION MAXIMUM AVANT ANALYSE	
LAB	CONTACTER LE LABORATOIRE CONCERNÉ AVANT L'ÉCHANTILLONNAGE

Selon le mode de fonctionnement du laboratoire qui effectue les analyses, il peut être préférable d'utiliser deux contenants différents lorsqu'une analyse des paramètres organiques et inorganiques est requise. Un contenant individuel est recommandé pour l'analyse des composés volatils dans les sols afin de minimiser les risques de perte lors de la manipulation de l'échantillon au laboratoire. Il est important de s'informer auprès du laboratoire pour connaître les spécifications à ce sujet.

5.1.3 Produits de lavage

Le préleveur doit apporter avec lui sur le terrain tous les produits nécessaires pour effectuer un lavage adéquat des outils d'échantillonnage. Ces produits sont :

- eau du robinet,
- détergent sans phosphate,
- eau purifiée,
- acétone,
- hexane.

L'eau purifiée, l'acétone et l'hexane doivent être conservés dans des contenants appropriés. La qualité requise pour ces produits est décrite à la section 2 du Cahier 1.

Le préleveur doit également avoir avec lui un contenant permettant de récupérer tous les résidus de nettoyage. L'utilisation d'un entonnoir peut, dans ce cas, s'avérer fort utile. Ces résidus de lavage doivent par la suite être entreposés, transportés et éliminés selon les lois et règlements en vigueur.

5.2 Lavage du matériel utilisé

Avant de procéder à l'échantillonnage des sols, tout le matériel utilisé doit être lavé de façon adéquate. Le lecteur doit se référer à la section 2 du Cahier 1 afin de se familiariser avec les procédures techniques générales de lavage du matériel d'échantillonnage. Le lavage du

matériel pour l'échantillonnage des sols contient toutefois certaines caractéristiques qui lui sont propres. Il doit être réalisé selon la procédure décrite aux sections suivantes.

5.2.1 Lavage des outils

Tous les outils servant au prélèvement et à la préparation des échantillons de sol doivent être nettoyés sur le terrain, avant le prélèvement de chaque échantillon ponctuel ou composé.

La **première étape** du nettoyage doit suivre la séquence suivante :

- rincer l'outil d'échantillonnage à l'eau provenant du robinet pour enlever les résidus majeurs;
- brosser les surfaces avec une brosse à poils doux, de l'eau du robinet et un détergent sans phosphate;
- rincer à l'eau du robinet pour enlever le détergent.
- rincer à l'eau purifiée et égoutter le surplus.

Un rinçage adéquat consiste à mettre en contact le solvant avec toutes les surfaces de l'équipement d'échantillonnage. La quantité du solvant utilisé varie selon la surface du matériel à rincer.

Dans le cas où les échantillons de sol sont soumis uniquement aux analyses de chimie inorganique, la première étape de nettoyage est suffisante.

Dans le cas où les échantillons de sols sont soumis aux analyses de chimie organique, une **deuxième étape** de nettoyage doit être effectuée. Cette étape consiste à :

- rincer à l'acétone;
- rincer à l'hexane;

- rincer de nouveau à l'acétone;
- rincer généreusement à l'eau purifiée, de façon à enlever toute trace d'acétone et égoutter le surplus.

Toutefois, advenant le cas où l'acétone ou l'hexane serait un contaminant recherché, il est nécessaire de le remplacer par un produit équivalent.

Dans le cas où l'échantillonneur est très huileux, il peut être nécessaire de le nettoyer à l'aide d'un chiffon imbibé de solvant avant d'entreprendre les étapes de rinçage.

Le préleveur doit porter des gants résistant aux solvants utilisés lors du nettoyage. De plus, comme la manipulation d'acétone et d'hexane peut devenir inconfortable, le port d'un masque peut s'avérer nécessaire.

L'outil nettoyé peut être enveloppé dans un papier d'aluminium neuf, afin de le protéger des risques de contamination entre le nettoyage et le prélèvement de l'échantillon.

5.2.2 Lavage des contenants

Le préleveur doit généralement utiliser les contenants d'échantillon fournis par le laboratoire. Ce dernier est alors responsable de fournir des contenants lavés de façon adéquate, et le préleveur n'a pas à les rincer ou les laver. Cependant, le préleveur doit prendre le soin de bien préciser ses besoins au laboratoire car pour certains paramètres analytiques, les contenants peuvent nécessiter un nettoyage plus exhaustif (ex. : dioxines et furannes).

Le préleveur peut également utiliser un contenant neuf, après s'être assuré auprès du laboratoire que cette procédure est acceptable pour les analyses de sol requises. Dans ce cas, le nettoyage ou le rinçage du contenant n'est pas obligatoire, à la condition qu'il soit exempt de preuve de contamination et encore dans son emballage d'origine.

5.3 Préparation de l'échantillon

La préparation d'un échantillon de sol consiste à enlever tous les cailloux, déchets et autres résidus dont la dimension est supérieure à 2,5 cm. Lorsque le préleveur le juge pertinent, il pourra faire analyser ces résidus séparément. De plus, lors d'un échantillonnage de surface, le préleveur doit enlever la partie visible de la végétation (ex. : pelouse, graminées), mais en prenant bien soin de conserver la partie organique sous la végétation.

Par ailleurs, la préparation d'un échantillon composé, d'un échantillon en duplicata ou d'un échantillon pour l'analyse de produits volatils contient certaines particularités.

5.3.1 Échantillon composé

Tel qu'il a été défini précédemment, un échantillon composé est constitué d'un ensemble d'échantillons individuels, combinés en proportions égales ou de façon proportionnelle au poids ou au volume du secteur ou du lot que chaque échantillon représente.

Lorsqu'un échantillon composé doit être réalisé sur le terrain, utiliser un récipient en acier inoxydable propre et suffisamment grand. Prélever un volume égal de chaque sous-échantillon à partir de la même méthode d'échantillonnage. Bien mélanger les sous-échantillons dans le récipient pour en former un seul. Transférer ensuite l'échantillon composé dans un contenant approprié pour conservation et transport au laboratoire. Dans le cas où les conditions de terrain (climatiques ou autres) ne permettent pas l'homogénéisation sur le terrain, faire une note spéciale au laboratoire lui demandant spécifiquement une homogénéisation avant l'analyse.

5.3.2 Échantillon en duplicata

Un duplicata est un échantillon prélevé en double dans un but de contrôle et d'assurance de la qualité. Le duplicata doit donc être le plus identique possible à l'échantillon original.

Pour former deux échantillons identiques, prélever le sol et le transférer dans un récipient en acier inoxydable propre et suffisamment grand. Bien mélanger le sol et séparer l'échantillon en deux parties distinctes. Transférer chacune des parties dans un contenant approprié.

Dans le cas où les contaminants présents dans le sol sont des produits volatils, aucun mélange ne devra être effectué. Le sol devra plutôt être déposé directement dans des contenants distincts. Lorsque le sol provient d'un échantillonneur cylindrique, couper l'échantillon dans le sens de la longueur et transférer chaque segment dans un contenant distinct.

5.3.3 Échantillon pour produits volatils

Une attention spéciale doit être accordée aux échantillons prélevés pour l'analyse des produits volatils. Le prélèvement sur le terrain doit être fait de façon à minimiser le contact de l'échantillon avec l'atmosphère. Ainsi, on accordera la priorité aux méthodes d'échantillonnage impliquant le moins de remaniement des sols.

Étant donné que le mélange d'un échantillon permet la volatilisation des produits volatils, aucun échantillon composé ne doit être réalisé dans ce cas.

Pour une meilleure conservation des produits volatils dans l'échantillon de sol, le contenant doit être rempli à sa pleine capacité, de façon à limiter les espaces d'air au-dessus de l'échantillon, puis fermé hermétiquement.

Lorsque le sol est soumis à plusieurs types d'analyse, l'utilisation d'un contenant individuel pour effectuer l'analyse des produits volatils est recommandé. Cela aura pour effet de minimiser les risques de perte de produits volatils lors de la manipulation de l'échantillon au laboratoire.

5.4 Description des échantillons

Chaque échantillon prélevé doit être décrit en notant la composition granulométrique du sol selon la dimension visuelle des particules. De plus, le préleveur doit fournir tous les détails pertinents à une bonne description de l'échantillon tels la couleur du sol, son odeur, la présence de contamination visuelle, la présence de toute matière autre que du sol ou tout autre élément jugé approprié (voir à cette fin les notes explicatives de l'annexe 3).

L'environnement dans lequel l'échantillon a été prélevé doit également être décrit et le préleveur doit fournir tous les détails pertinents. Dans le cas où un échantillon est prélevé en surface ou en tranchée, le responsable doit remplir une fiche de sondage ou tranchée d'exploration. De même, lorsqu'un échantillon est prélevé à partir d'un forage, une fiche de forage doit être remplie. Des exemples de fiche de sondage ou tranchée d'exploration et de fiche de forage sont fournis aux annexes 2 et 3.

5.5 Identification des échantillons

Chaque contenant doit être clairement identifié et le numéro choisi doit correspondre à un emplacement précis sur le terrain, autant en plan qu'en profondeur. De plus, un formulaire de demande d'analyses doit être rempli pour chaque échantillon.

Les détails concernant l'identification des échantillons de sols sont semblables à ceux des autres secteurs d'activité; le lecteur doit donc se référer à la section 2.5 du Cahier 1. Cependant, dans le cas précis d'échantillons de sol, l'information sur la profondeur de prélèvement doit être ajoutée.

5.6 Conservation des échantillons

Une fois prélevés, les échantillons de sol doivent être conservés au frais (à une température inférieure ou égale à 4°C) et, dans la mesure du possible, à l'abri de la lumière. Ils doivent être transportés au laboratoire dans les plus brefs délais. Aucun agent de conservation n'est requis pour la conservation des échantillons de sols.

La durée maximale de conservation des échantillons de sol au laboratoire avant l'analyse est fournie dans le tableau 2 pour chaque paramètre à analyser.

6. Contrôle de qualité des échantillons de sols

Un programme d'assurance et de contrôle de la qualité est un ensemble d'opérations permettant de s'assurer que les résultats fournis ont une qualité satisfaisante pour répondre aux objectifs visés. Les procédures de prélèvement employées sur le terrain, de même que celles utilisées en laboratoire pour la conservation, l'analyse et l'enregistrement des données sont toutes aussi importantes pour arriver à des résultats de qualité. Un programme d'assurance et de contrôle de la qualité doit donc s'appliquer autant sur le terrain qu'en laboratoire.

Une des étapes d'un programme d'assurance et de contrôle de la qualité consiste à préparer et/ou à analyser des échantillons de contrôle qui permettront de mieux vérifier la qualité des résultats d'analyse.

6.1 Sur le terrain

La section 3 du Cahier 1 décrit les types d'échantillon de contrôle couramment effectués sur le terrain lors de l'échantillonnage des différents milieux.

Lors d'une campagne d'échantillonnage de sols, le prélèvement d'échantillons en duplicata constitue un mode de contrôle nécessaire dans tous les cas. Un minimum de 10% des échantillons doit être prélevé en duplicata afin de contrôler la répliquabilité des travaux d'échantillonnage. Ils peuvent être acheminés dans le même laboratoire ou dans un laboratoire différent. Dans le dernier cas, il est important de s'assurer que le deuxième laboratoire utilise exactement les mêmes méthodes analytiques que le premier, afin d'être en mesure de comparer les résultats d'analyse.

Des échantillons en triplicata peuvent également être prélevés. Cela peut être rendu nécessaire lorsque l'on soupçonne des problèmes d'analyse à la suite de résultats obtenus

antérieurement, par exemple. Dans ce cas, l'échantillon prélevé en triplicata peut être conservé en laboratoire et analysé, si nécessaire.

Par ailleurs, lorsque des échantillons de sol sont prélevés pour l'analyse de composés volatils, des blancs de transport et des blancs de terrain sont généralement requis.

6.2 En laboratoire

Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité en laboratoire requiert également l'utilisation et l'analyse d'échantillons contrôles. Ces contrôles peuvent être sans s'y restreindre, des contrôles intégrés, des échantillons témoins, des échantillons de référence, des blancs de procédure et des échantillons en duplicata faits en laboratoire.

Il ne revient pas au responsable de l'échantillonnage de préparer ces contrôles. Cependant, lors de la planification de la campagne d'échantillonnage et du choix du laboratoire, il est important de s'assurer que le laboratoire applique en routine un programme d'assurance et de contrôle de la qualité adéquat. Le document *Guide de procédures d'assurance et de contrôle de la qualité pour les travaux analytiques contractuels en chimie* (1995)¹⁷ identifie les procédures minimales requises dans un laboratoire. Les données liées au contrôle de la qualité doivent toujours être fournies avec les résultats d'analyse.

7. Santé et sécurité

Le prélèvement d'échantillons de sol comporte des risques d'origine chimique ou biologique associés aux contaminants pouvant être présents dans le sol. Il comporte aussi des risques physiques associés aux procédures d'échantillonnage elles-mêmes. Afin de se protéger de ces différents dangers, le lecteur doit se référer à la section 5 du Cahier 1 concernant la santé et la sécurité.

8. Compte rendu d'échantillonnage

Toutes les informations relatives à l'échantillonnage des sols doivent être notées de façon adéquate sur le terrain. Ces informations doivent être conservées soigneusement afin de pouvoir y référer facilement si nécessaire et/ou doivent toujours être annexées au rapport de caractérisation d'un terrain.

Les informations relatives à l'échantillonnage des sols peuvent être compilées à partir des outils décrits dans les sous-sections 8.1 à 8.5 :

8.1 Cahier de terrain

Le responsable de l'échantillonnage doit tenir un cahier de terrain compilant toutes les investigations effectuées dans la campagne d'échantillonnage. Les données de température, les observations des conditions de terrain, les équipements utilisés, les procédures suivies et les coordonnées des membres de l'équipe doivent être fournis pour chaque journée d'échantillonnage.

8.2 Carte de localisation

De façon générale, la localisation de tous les points d'échantillonnage a été planifiée avant d'effectuer le prélèvement des sols sur le terrain. Chaque point est alors inscrit sur une carte de localisation et correspond à un numéro déterminé. C'est à partir de cette carte que le préleveur positionne tous les points d'échantillonnage sur le terrain.

Toute modification de l'emplacement prévu d'un point d'échantillonnage doit être notée sur la carte de localisation. Si nécessaire, le préleveur doit faire un croquis du nouvel emplacement, en indiquant les distances mesurées à partir de trois points fixes.

Le préleveur doit également reporter sur la carte de localisation les numéros de tous les échantillons qui ont été prélevés à chaque point d'échantillonnage.

8.3 Fiche de sondage ou de tranchée d'exploration

Une fiche de sondage ou de tranchée d'exploration, comme l'exemple fourni à l'annexe 2, doit être remplie pour tous les points d'échantillonnage de surface et en tranchée. Cette fiche est un outil essentiel permettant de compiler rapidement toutes les informations nécessaires pour une bonne description de l'échantillon et des unités stratigraphiques rencontrées. Elle permet également de bien localiser la profondeur de prélèvement des échantillons.

8.4 Fiche de forage

Une fiche de forage, comme l'exemple fourni à l'annexe 3, doit être remplie pour tous les points d'échantillonnage à partir d'un forage. Toutes les informations pertinentes sont incluses dans cette fiche et sont détaillées dans les notes explicatives annexées.

8.5 Document photographique

La prise de photographies est généralement recommandée lors d'une campagne d'échantillonnage. Des photographies peuvent permettre de bien visualiser les conditions de terrain, la stratigraphie du sol à l'intérieur d'une tranchée, ou la composition de l'échantillon lui-même. Les photographies fournissent des informations complémentaires mais ne peuvent toutefois pas remplacer la description textuelle requise.

9. Particularités

Cette section présente certaines particularités associées à l'échantillonnage des sols. Dans un premier temps, une procédure d'échantillonnage des sols en piles est fournie afin de répondre à un besoin particulier. Par la suite, l'échantillonnage des sols à l'intérieur d'un programme de restauration est discuté.

9.1 Échantillonnage de sols en piles

Il est généralement recommandé d'effectuer la caractérisation d'un terrain sur des sols non remaniés (non excavés). Les techniques et les méthodes d'échantillonnage décrites dans les sections précédentes du présent cahier sont alors applicables. Toutefois, il peut arriver des cas où des travaux, tels l'excavation et le démantèlement de structures enfouies, aient impliqué l'excavation et la mise en piles d'un certain volume de sol. La personne responsable de la caractérisation doit donc vérifier la qualité de ces sols, de façon à pouvoir en assurer une gestion adéquate.

Pour l'échantillonnage de sols excavés et en piles, il est recommandé de prélever des échantillons composés. Le nombre minimal d'échantillons requis par volume de sols excavés est le suivant (tel qu'il est précisé dans les *Lignes directrices d'intervention lors de l'enlèvement de réservoirs souterrains ayant contenu des produits pétroliers*¹⁸⁾ :

<u>Volume de sols excavés (m³)</u>	<u>Nombre d'échantillons composés</u>
Moins de 30 m ³	1
30 m ³ - 60 m ³	2
60 m ³ - 100 m ³	3
100 m ³ - 200 m ³	4
200 m ³ - 1 000 m ³	4 + 1/100 m ³ au-delà de 200
1 000 m ³ - 2 000 m ³	12 + 1/250 m ³ au-delà de 1 000
> 2 000 m ³	16 + 1/500 m ³ au-delà de 2 000

Dans le cas où il est impossible de respecter cette densité d'échantillonnage, il revient au responsable des sols de faire la preuve par méthodes statistiques que la densité qu'il propose est acceptable.

La procédure d'échantillonnage recommandée pour des sols en piles consiste à délimiter chaque pile en quatre sections plus ou moins égales en traçant deux lignes perpendiculaires, tel qu'il est montré à la figure 7. Cinq sous-échantillons de sol sont alors prélevés dans l'empilement aux emplacements suivants :

- un sous-échantillon au centre de l'empilement, à la rencontre des deux perpendiculaires,
- un sous-échantillon à mi-chemin entre le centre et l'extrémité de l'empilement, sur chacune des diagonales, pour un total de quatre sous-échantillons.

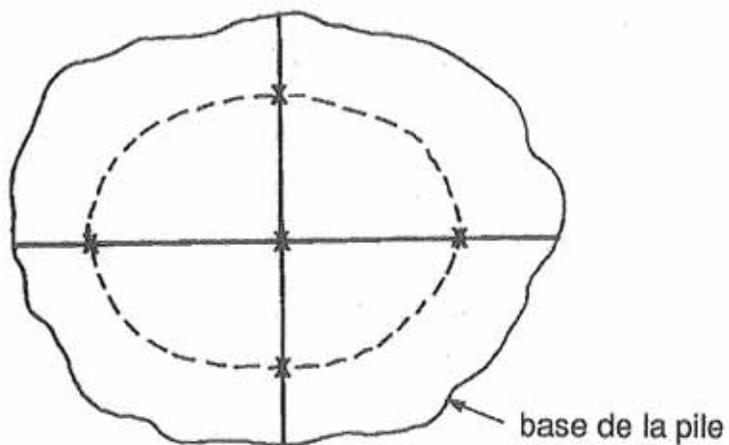
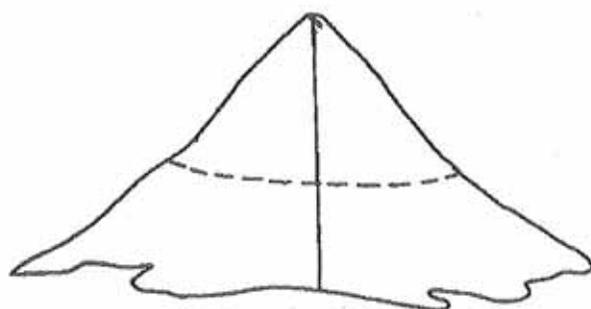
Chaque sous-échantillon est prélevé à une profondeur supérieure à 30 cm sous la surface de la pile, en utilisant l'une ou l'autre des méthodes d'échantillonnage de surface décrite à la section 4.1. La profondeur d'échantillonnage devrait être uniforme pour tous les points d'échantillonnage. Les sous-échantillons de sol sont ensuite mélangés pour former un échantillon composé.

Dans le cas où le volume de la pile nécessite le prélèvement de plus d'un échantillon, une procédure d'échantillonnage équivalente à celle présentée doit être proposée de façon à permettre une distribution uniforme des sous-échantillons.

Dans le cas de l'analyse de produits volatils, l'excavation des sols a probablement permis la volatilisation d'une partie importante des contaminants. L'échantillonnage de l'empilement ne permettra pas de déterminer les conditions initiales du sol à cet endroit et de comparer les résultats avec d'autres échantillons de sol en place. Cependant, lorsqu'un échantillonnage de l'empilement est tout de même requis, il est préférable de prélever des échantillons ponctuels au centre de l'empilement, à une profondeur supérieure à 30 cm de la surface.

Figure 7

Échantillonnage des sols en piles



X : emplacement des sous-échantillons

9.2 Échantillonnage de sol sur des terrains en restauration

Les travaux de restauration effectués sur des terrains contaminés requièrent également l'échantillonnage de sol. Les objectifs de l'échantillonnage sont toutefois différents de ceux d'une étude de caractérisation. En effet, l'échantillonnage consiste alors à effectuer une surveillance de la restauration et à vérifier que les objectifs de décontamination des sols sont atteints.

L'échantillonnage des sols sur des terrains en restauration s'effectue dans deux situations différentes, soit lors de travaux d'excavation de sols contaminés, ou lors du traitement de sols.

9.2.1 Lors de travaux d'excavation de sols contaminés

Les travaux de restauration d'un lieu contenant des sols contaminés comportent dans la majorité des cas une phase d'excavation dont l'étendue, en superficie et en profondeur, est déterminée au préalable par l'interprétation des résultats d'une étude de caractérisation.

Lors des travaux d'excavation, il importe donc de vérifier l'exactitude de cette interprétation, afin de s'assurer que tous les matériaux contaminés ont été enlevés et que les objectifs de décontamination sont atteints.

L'échantillonnage de sols lors des travaux d'excavation consiste donc à prélever des échantillons composés au fond et sur les parois de l'excavation. La stratégie d'échantillonnage est décrite en détails dans le *Guide technique des mesures de contrôle à effectuer lors des travaux d'excavation de sols contaminés*⁹.

9.2.2 Lors du traitement de sols contaminés

L'échantillonnage des sols lors du traitement de sols contaminés a pour but de vérifier l'efficacité du traitement dans le temps et de proposer des ajustements si nécessaire. De plus, cet échantillonnage doit permettre de confirmer que les objectifs de traitement sont atteints.

Le traitement de sols contaminés peut se faire *in situ*, lorsqu'il s'effectue sur les sols en place sans être excavés, ou hors terre, dans le cas de traitement de sols excavés. Dans les deux cas, l'échantillonnage des sols, lors du processus de traitement, implique une composante temporelle qui était absente lors de l'étude de caractérisation du terrain.

Un programme d'échantillonnage des sols doit faire partie intégrante d'un projet de traitement de sols contaminés. Un tel programme doit être élaboré pour chaque type de traitement et pour chaque cas de contamination. Ce programme d'échantillonnage doit répondre à tous les points discutés dans les sections précédentes du présent cahier, soit la localisation, le nombre et le type d'échantillons, les paramètres à analyser, les méthodes d'échantillonnage et de prélèvement des échantillons, de même que le contrôle de la qualité. La fréquence d'échantillonnage devra également être déterminée pour chaque type de traitement.

ANNEXE 1

**LISTE DU MATÉRIEL UTILITAIRE À APPORTER SUR LE TERRAIN
LORS D'UNE CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE SOLS**

LISTE DU MATÉRIEL UTILITAIRE À APPORTER SUR LE TERRAIN LORS D'UNE CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE SOLS

Outils de prélèvement ou de préparation de l'échantillon

- échantillonneurs (selon la méthode d'échantillonnage utilisée)
- cuillère, spatule, truelle en acier inoxydable
- récipient en acier inoxydable pour composer un échantillon

Matériel de conservation et d'identification des échantillons

- contenants appropriés fournis par le laboratoire ou contenants neufs, selon le cas (apporter 20% de plus que nécessaire)
- étiquettes autocollantes et crayons indélébiles
- formulaires de demande d'analyse
- glacière et "ice paks"

Instruments et produits nécessaires au lavage des instruments

- eau de lavage (eau du robinet)
- eau purifiée
- détergent sans phosphate
- solvants organiques : acétone et hexane
- chiffons de coton
- essuie-tout
- brosse à poils doux
- sceau ou tout contenant permettant le nettoyage à l'intérieur
- contenant permettant de récupérer les résidus de lavage
- entonnoir à large bord
- gants compatibles avec les solvants
- masque
- papier d'aluminium

Autres

- habit de protection (se référer à la section 1.5)
- cahier de note, cartable, crayons
- carte de localisation, photos aériennes
- ruban à mesurer
- caméra et film
- sac à déchets
- chasse-moustiques
- coffre à outils
- etc.

ANNEXE 2

FICHE DE SONDAGE OU DE TRANCHÉE D'EXPLORATION

ANNEXE 3

**FICHE DE FORAGE
ET
NOTES EXPLICATIVES
SUR LES RAPPORTS DE FORAGE**

NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE FORAGE

PROFONDEUR

Les distances sont mesurées en mètres à partir de la surface du terrain.

GÉOLOGIE

Description du milieu souterrain.

LITHOLOGIE

Les principaux types de sol et de roc sont désignés par les symboles suivants :



: terre végétale;



: remblais



: cailloux et/ou blocs;



: gravier;



: sable;



: silt;



: argile;



: till;



: roche ignée;



: schiste argileux;



: grès;



: conglomérat;



: calcaire;



: roche métamorphique.

PIÉZOMÉTRIE

- Faire un schéma de la conception du puits d'observation (ou piézomètre) s'il y a lieu. Inclure notamment les informations concernant la localisation de la crépine, du sable filtrant, du scellant, du bouchon de surface et des autres matériaux de conception le cas échéant;
- inscrire la profondeur du niveau d'eau.

DESCRIPTION

Chaque formation est identifiée et décrite après l'examen des échantillons.

DÉPÔT MEUBLES

les dépôts meubles sont classifiés suivant le diamètre équivalent des particules et la charte de plasticité. La proportion des divers éléments est donnée d'après la terminologie d'usage.

DIMENSION DES PARTICULES SELON LA CLASSIFICATION UNIFIÉE (ASTM D 2487) :

Blocs	> 300mm
Cailloux	76,2mm à 300mm
Gravier	4,76mm à 76,2mm
Sable	0,074mm à 4,76mm
Silt	0,005mm à 0,074mm
Argile	< 0,005mm

TERMINOLOGIE

PROPORTION

Traces	< 10%
Un peu	10% à 20%
Adjectif (e.g. : sableux, silteux)	20% à 35%
Nom (e.g. : sable, gravier)	> 35%

ESSAIS

N : indice de pénétration standard dans le sol (coups / 300mm)

<u>SOLS COHÉRENTS</u>		<u>SOLS PULVÉRULENTS</u>	
Consistance	Indice " N "	Compacité	Indice " N "
Très molle	< 2	Très lâche	< 4
Molle	2 à 4	Lâche	4 à 10
Moyenne à ferme	4 à 8	Moyenne ou compacte	10 à 30
Raïde	8 à 15	Dense	30 à 50
Très raïde	15 à 30	Très dense	> 50
Dure	> 30		

RQD. : indice de qualité du roc.

RQD (%) : $\frac{100 \times \text{longueur des sections de roc supérieures à 100mm}}{\text{longueur du forage}}$

	R.Q.D.
Très fracturé	0% à 25%
fracturé	25% à 50%
Moyennement fracturé	50% à 75%
Bon ou solide	75% à 90%
Excellent ou très solide	90% à 100%

CONTAMINATION

La contamination des échantillons doit être décrite selon des observations visuelles et olfactives.

VISUELLE : T : trace;
M : moyennement contaminé;
I : imbibé;

ODEUR : L : légère;
M : moyenne;
P : persistante.

REMARQUES

Noter toutes les observations pertinentes faites durant le forage.

DESCRIPTION

ROC :

les roches sont classifiées en trois groupes principaux, selon leur origine géologique respective. Par la suite, on décrit chaque spécimen selon ses caractéristiques et propriétés particulières.

CLASSIFICATION :

Ignée (granite, diorite);

Sédimentaire :

- terrigène (mudstone, grès, conglomérat);
- chimique (calcaire, dolomie);

Métamorphique (gneiss, schiste).

TERMINOLOGIE : la terminologie du roc est souvent associée à un indice de qualité RQD (voir page suivante).

Très fracturé

Fracturé

Moyennement fracturé

Bon ou solide

Excellent ou très solide

ÉCHANTILLON

ÉTAT : utiliser les symboles suivants :



: remanié;



: intact;



: perdu;



: carotte de roc.

RÉCUPÉRATION

La récupération des échantillons de sol et de roc est donnée en pourcentage d'échantillon dans l'échantillonneur, et ce pour chaque échantillon.

ANALYSES CHIMIQUES

TYPE : Li.: lixiviat;
 To.: total.

PARAMÈTRE : Inscrire tous les paramètres à analyser, si connu.

RÉFÉRENCES

1. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Politique de réhabilitation des terrains contaminés, Sainte-Foy, février 1988
2. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Guide standard de caractérisation, Sainte-Foy, mars 1988
3. KEITH, Lawrence H., Environmental Sampling and Analysis / A Practical Guide, Lewis Publishers, 1991
4. LE BRIS, Manuel, Problématique d'une étude de caractérisation d'un sol contaminé non excavé. Essai en vue de l'obtention du grade de maître en environnement, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke
5. MASON, Benjamin J., Preparation of Soil Sampling Protocol : Techniques and Strategies, Environmental Monitoring Systems Laboratory, U.S. Government Printing Office, 1983, EPA 600/54-83/020
6. MARCOTTE, Denis, La géostatistique appliquée à des problèmes de l'environnement, Notes de cours, École Polytechnique, Service de l'éducation permanente, Montréal, avril 1990
7. JOURNELL, A.G., Geostatistics for the Environmental Sciences. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Las Vegas, 135 pages
8. BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC, Sols - Prélèvement d'un échantillon dans une excavation pour la détermination de son degré de contamination, NQ-2501-375, Québec, 16 mars 1993
9. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Guide technique des mesures de contrôle à effectuer lors des travaux d'excavation de sols contaminés, Québec, janvier 1988
10. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Problématique des sols et des eaux souterraines contaminés par des produits pétroliers : sélection des paramètres analytiques, Sainte-Foy, novembre 1993
11. ALLER, Linda *et al.*, Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-water Monitoring Wells, National Water Well Association, Dublin, Ohio, 1989, EPA 600/4-89/034
12. DAVIS, H.E., JEHN, J. and SMITH, S., Monitoring Well Drilling, Soil Sampling, Rock Curing, and Borehole Logging, in Practical Handbook of Groundwater Monitoring, 1991, Lewis Publishers, pp. 195-239

13. POULIN, M. et LIARD, A., Aperçu des techniques de forage disponibles pour la construction de puits d'observation et l'échantillonnage des terrains, 1989, Forotek inc., Dorval, 25 pages
14. BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC, Sols - Essai de pénétration standard (SPT) et échantillonnage au carottier fendu, NQ-2501-140, 1987
15. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Method for Penetration Test and Split-barrel Sampling of Soils, Designation : D 1586-84, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Pa.
16. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Practice for Thin-walled Tube Sampling of Soils, Designation : D 1587-83, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Pa.
17. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, Guide de procédures d'assurance et de contrôle de la qualité pour les travaux analytiques contractuels en chimie, Les Publications du Québec, 1995
18. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, Lignes directrices d'intervention lors de l'enlèvement de réservoirs souterrains ayant contenu des produits pétroliers, Sainte-Foy, mars 1994

BIBLIOGRAPHIE

- ALLER, Linda et al., Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-water Monitoring Wells, National Water Well Association, Dublin, Ohio, 1989, EPA 600/4-89/034
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Method for Penetration Test and Split-barrel Sampling of Soils, Designation : D 1586-84, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Pa.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Practice for Thin-walled Tube Sampling of Soils, Designation : D 1587-83, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Pa.
- ASSOCIATION PARITAIRE POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL SECTEUR CONSTRUCTION, Code de sécurité pour les travaux de construction, Éditeur officiel du Québec, 1990, article 3.15, p. 74
- BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC, Sols - Prélèvement d'un échantillon dans une excavation pour la détermination de son degré de contamination, NQ-2501-375, Québec, 16 mars 1993
- GARETT, Peter, How to Sample Ground Water and Soils, A Manual for the Back Pocket, National Water Well Association, 1988
- HATAYAMA, H.K., Site investigation : a Review of Current Methods and Techniques, dans Contaminated soil : first international TNO conference on contaminated soil. Editeurs : J.W. Assink et W.J. Van Den Brink. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 315-324, 1986
- KEITH, Lawrence H., Environmental Sampling and Analysis, A Practical Guide, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, 1991
- KEITH, Lawrence H., Principles of Environmental Sampling, American Chemical Society, ACS Professional Reference Book, Washington, DC, 1988
- KRATOCHVIL, B. et J.K. Taylor, Sampling for Chemical Analysis, Analytical Chemistry, Vol. 53, No. 8, juillet 1981
- MARCOTTE, Denis, La géostatistique appliquée à des problèmes de l'environnement, Notes de cours, École Polytechnique, Service de l'éducation permanente, Montréal, Québec, avril 1990
- MASON, Benjamin J., Preparation of Soil Sampling Protocol : Techniques and Strategies, Environmental Monitoring Systems Laboratory, U.S. Government Printing Office, 1983, EPA 600/54-83/020

- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Guide des méthodes de conservation et d'analyses des échantillons d'eau et de sol, Sainte-Foy, mai 1990
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Guide technique des mesures de contrôle à effectuer lors des travaux d'excavation de sols contaminés, Sainte-Foy, janvier 1988
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, Lignes directrices d'intervention lors de l'enlèvement de réservoirs souterrains ayant contenu des produits pétroliers, Sainte-Foy, août 1994
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Politique de réhabilitation des terrains contaminés, Sainte-Foy, février 1988
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC, Guide de procédures d'assurance et de contrôle de la qualité pour les travaux analytiques contractuels en chimie, Sainte-Foy, juin 1994 (version préliminaire)
- NIELSEN, David M., Practical Handbook of Ground-Water Monitoring, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, 1991
- STRABBURGER, A., Environmental Geophysics in Contaminated Site Exploration, dans Contaminated soil : third international TNO conference on contaminated soil. Editeurs : F. Arendt, M. Hensenveld et W.J. Van Den Brink. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 651-658, 1990
- U.S. EPA ENVIRONMENTAL RESPONSE TEAM, Soil Sampling, Response engineering and analytical contract, Standard operating procedures, août 1988
- U.S. EPA, Field Measurements, Dependable Data When You Need it, Office of underground storage tanks, Washington, DC, 1990, EPA 530/UST-90/003
- VERLY, G., M. DAVID, A.G. JOURNEL et A. MARECHAL, Geostatistics for Natural Resources Characterization part. 182 Compagny, Dordrecht, Pays-Bas, 1 092 pages, D. Reidel Publishing
- WALSH, James P. and Associates, Soil Sampling Techniques, Understanding Site Remediation Conference, Orlando, Florida, 12-15 mars 1990



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune



Ce papier contient 50 % de fibres recyclées,
dont 10 % après consommation.