

CODE DE BONNES PRATIQUES N°3

Code de bonnes pratiques pour la prise d'échantillon de sol, d'eau souterraine, de sédiment et d'air du sol, ainsi que la préservation (conservation et récipients) des échantillons prélevés



Version [20/04/2021](#)

3	Code de bonnes pratiques pour la prise d'échantillon de sol, d'eau souterraine, de sédiment et d'air du sol, ainsi que la préservation (conservation et récipients) des échantillons prélevés.....	3
3.1	Prélèvement d'échantillon de sol	3
3.1.1	Examen visuel et/ou description des forages.....	3
3.1.2	Sélection des échantillons de sol.....	4
3.1.3	Composition des échantillons de sol.....	4
3.1.4	Echantillonnage pour analyse des composés volatils.....	4
3.1.5	Récipients et conservation des échantillons	5
3.2	Prélèvement d'eau souterraine	9
3.2.1	Délai	9
3.2.2	Les pompes non appropriées.....	9
3.2.3	Les pompes uniquement dédiées au prépompage.....	9
3.2.4	Les pompes adaptées au prépompage et au prélèvement d'eau souterraine.....	10
3.2.5	Evaluation de l'état d'un piézomètre	11
3.2.6	Mesure du niveau d'eau souterraine et profondeur du piézomètre	11
3.2.7	Mesure de la couche flottante ou plongeante	11
3.2.8	Le prépompage.....	12
3.2.9	Mesures de terrain	13
3.2.10	Remplissage des récipients	14
3.2.11	Filtration	15
3.2.12	Piézomètres avec une « mauvaise » alimentation en eau	15
3.2.13	Récipients, préservation et conservation des échantillons.....	16
3.2.14	Prélèvement de produit pur.....	18
3.2.15	Evacuation de l'eau souterraine pompée	18
3.3	Echantillons de sédiment	19
3.3.1	Prélèvement	19
3.3.2	Récipients, préservation et conservation des échantillons.....	20
3.4	Echantillons d'air du sol	22
3.4.1	Conditions préalables	22
3.4.2	Le prélèvement d'air du sol à l'aide d'un filtre à installer dans le trou de forage	22
3.4.3	Echantillonnage d'air du sol à l'aide de la méthode dite de la « pointe perdue »	23
3.4.4	Prépompage.....	23
3.4.5	Mesures de terrain sur site	23
3.4.6	Echantillonnage actif d'air du sol	23
3.4.7	Echantillonnage passif d'air du sol	24
3.4.8	Choix de la méthode d'échantillonnage	24

3.5	Phases critiques lors des travaux avec des sous-traitants	24
-----	---	----

3 Code de bonnes pratiques pour la prise d'échantillon de sol, d'eau souterraine, de sédiment et d'air du sol, ainsi que la préservation (conservation et récipients) des échantillons prélevés.

Ce code de bonnes pratiques est d'application pour la prise d'échantillon de sol, d'eau souterraine, de sédiment et d'air du sol, ainsi que la préservation des échantillons (conservation et récipients) faites à partir du **1^{er} juin 2013**.

Conformément à l'article 19 de l'arrêté du 15 décembre 2011 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'agrément des experts en pollution du sol et à l'enregistrement des entrepreneurs en assainissement du sol (M.B. 30/01/2012) l'expert en pollution du sol est tenu d'exécuter les travaux de terrain ou veiller à leur exécution, conformément aux codes de bonnes pratiques.

Ce document comporte le code de bonnes pratiques qui devra être suivi lors de la prise d'échantillons de sol, d'eau souterraine, de sédiment et d'air du sol, ainsi que la préservation (conservation et récipients) des échantillons prélevés. **Les dispositions sous-mentionnées doivent obligatoirement être suivies, sauf si le texte indique explicitement qu'il est recommandé ou approprié de suivre une disposition spécifique.** Si des circonstances exceptionnelles (exclusivement de nature technique) imposent que les obligations de ce code de bonnes pratiques ne puissent être respectées, une concertation doit avoir lieu entre la société de forage et l'expert en pollution du sol, pour autant que celles-ci ne soient pas les mêmes personnes. Sur base de cette concertation, l'expert en pollution du sol prend les décisions. Toute dérogation au code de bonnes pratiques doit être clairement motivée (exclusivement de nature technique) dans le rapport de l'étude de sol. **L'expert en pollution du sol demeure, conformément à l'article 20 de l'arrêté susmentionné du 15 décembre 2011, le responsable final des travaux de terrain.**

3.1 Prélèvement d'échantillon de sol

3.1.1 Examen visuel et/ou description des forages

L'examen visuel et/ou la description consiste en l'enregistrement des observations sensorielles sur base du matériau foré. Les perceptions olfactives délibérées (actives) ne sont pas autorisées (protection de la santé). La description est effectuée immédiatement sur site dans le rapport de terrain. Lorsque des liners sont utilisés, la description peut se faire ultérieurement, lors de l'ouverture de ces derniers.

Les observations comprennent: la couleur, la texture, la présence de pierres d'origine non naturelle, de matériaux pierreux et de matériaux exogènes, la consistance, l'odeur.

Lors de l'extraction du matériau foré, celui-ci est déposé dans une gouttière en plastique ou sur un film plastique. Si les gouttières sont réutilisées, elles doivent toujours être soigneusement nettoyées et séchées. Il est nécessaire d'avoir une répartition spatiale suffisante des différents horizons ou couches de pollution. Les parties extraites sont

déposées de plus en plus proche du trou de forage à mesure que progresse le forage, afin d'éviter que les échantillons provenant des horizons plus profonds ne tombent de l'outil de prélèvement (tarière) sur les échantillons déjà déposés.

3.1.2 Sélection des échantillons de sol

L'intervalle d'échantillonnage maximum est de 50 cm.

Un échantillon de sol doit être constitué de matériau de caractéristiques similaires telles que: texture, lithologie, caractéristiques sensorielles (couleur, odeur), proportion de pierres non naturelles, de matériau pierreux et exogène, niveau de pollution présumé et caractéristiques éventuelles définies sur base des mesures de terrain (PID, essai huile/eau, rouge du Soudan, languettes de mesure de pH, mesures Xref, etc.).

3.1.3 Composition des échantillons de sol

L'échantillonnage est effectué dès que possible après l'extraction du matériau.

Des gants jetables sont utilisés lors du prélèvement, ceux-ci sont changés régulièrement.

Il est toujours prélevé la même quantité de matériau foré, sur toute la longueur de l'intervalle d'échantillonnage. Par conséquent, l'intervalle d'échantillonnage sera choisi de telle manière à ne pas mélanger les terres provenant du forage en des diamètres distincts.

Le prélèvement se fait d'abord au sein des parties les moins susceptibles de contenir de la contamination puis au sein des zones les plus suspectes. Un échantillon de sol est constitué du matériau qui n'a pas été en contact avec le matériel de forage ni avec la paroi du puits de forage. Le flacon d'échantillonnage est rempli à l'aide d'une spatule inerte et/ou en poussant le récipient dans le matériau à échantillonner.

Le récipient contenant l'échantillon doit contenir suffisamment de matériau. La quantité est déterminée en fonction de l'analyse envisagée.

3.1.4 Echantillonnage pour analyse des composés volatils

Toute possibilité de volatilisation est évitée au maximum lors du prélèvement.

A cette fin, les dispositions mentionnées ci-après **doivent** être d'application dans les cas suivants :

- Si un forage est réalisé à hauteur d'une zone à risque avec des composés volatils parmi les paramètres suspectés¹ ;
- Si, lors de la réalisation d'un forage, des observations organoleptiques ou des tests de terrain (mesures PID) indique la présence de composés volatils ;
- Si un forage est effectué dans le cadre d'une délimitation verticale ou horizontale d'une pollution liée à des composés volatils.

¹ Par exemple : dans la stratégie de forage d'une reconnaissance de l'état du sol, les paramètres attendus pour un atelier d'entretien de véhicules (rubr. 13) sont les huiles minérales, les **BTEX**, les **HAP**, les **solvants chlorés** et les métaux lourds. Dans ce cas, les échantillons de sol à analyser des forages à hauteur de l'atelier de garage doivent obligatoirement être prélevés en accord avec les dispositions du §3.1.4 puisque les BTEX et les solvants chlorés sont des composés volatils.

. Dans tous les autres cas, l'application des dispositions ci-dessous est **recommandée** si les échantillons de sol sont analysés sur des composés volatils.

La méthode la plus appropriée pour le forage manuel est l'utilisation d'un carottier ('steekbus'). Lorsque l'on enlève le carottier ('steekbus') de l'appareil d'échantillonnage, le carottier est complété par des rondelles inertes et fermé avec des bouchons placés à ses extrémités de sorte à éviter toute volatilisation des polluants.

L'utilisation des carottiers ('steekbussen') est techniquement irréalisable dans les sols riches en remblais (cailloux, pierres, déchets de construction etc.) ou dans les sols très cohérents (argile sèche et/ou lourde). Dans de telles situations l'utilisation de la tarière Edelman est permise. Dans ce cas un échantillon de sol est prélevé au moyen d'un carottier au cœur de l'échantillon piégé dans la tarière, suite auquel l'échantillon est placé dans un carottier d'acier inoxydable pour être envoyé au laboratoire ('steekboorsetje'). En fonction de la durée de conservation nécessaire, l'échantillon contenu dans le carottier ('steekbusje') peut être plongé dans un flacon rempli de méthanol. Si l'utilisation du carottier ('steekbus') n'est pas possible, l'échantillon prélevé sera directement conservé dans un récipient en veillant à ce que ce dernier soit totalement rempli et fermé.

Lors du forage mécanique, des liners sont utilisés. En procédant à 2 découpes transversales, un échantillon peut être prélevé de manière précise au sein d'un intervalle spécifique. L'échantillon de sol est fermé à l'aide de bouchons placés à ses extrémités.

3.1.5 Récipients et conservation des échantillons

Les échantillons peuvent subir des modifications suite à des réactions physiques, chimiques ou biologiques, entre le moment du prélèvement et l'analyse. Pour éviter cela, toutes les précautions doivent être prises pour que l'échantillon reste représentatif.

Les méthodes et les durées de conservation pour les paramètres dans la matrice 'sol' sont basées sur :

- ISO 18512:2007 Soil quality - Guidance on long and short term storage of soil samples.
- EN ISO 5667-15:2009 Water quality - Sampling - Part 15: Guidance on the preservation and handling of sludge and sediment samples.

Le tableau 1 reprend les paramètres les plus fréquents et les intervalles de temps maximum entre le prélèvement et l'analyse. Pour les paramètres qui ne sont pas repris dans la liste ci-dessous, les méthodes standards concernées peuvent toujours être consultées.

Immédiatement après le remplissage des récipients, ceux-ci sont fermés hermétiquement, conservés dans l'obscurité, et ensuite réfrigérés entre 1 à 5°C. Sur le terrain, ces récipients peuvent être conservés dans une glacière approvisionnée en glace ('frigobox'). Les échantillons de sol conservés provisoirement dans le frigobox sont régulièrement transférés dans le frigo installé dans le véhicule de terrain. Ces conditions d'herméticité, d'obscurité et de température entre 1 à 5°C sont maintenues jusqu'au début de l'analyse.

Le choix du volume et du type de récipient se fait en fonction de l'analyse prévue. Le récipient peut être un pot de verre, un pot de plastique, un liner, un carottier ('steekbus'). Il sera toujours inutilisé et/ou propre avant utilisation. Les récipients sont toujours remplis

entièrement et sont conçus pour éviter tout espace libre au-dessus de l'échantillon ('head space') et par là toute dégradation de sa qualité à l'intérieur même du récipient. Les récipients sont étiquetés avec des codes-barres. L'étiquette reprend au minimum le code d'identification du projet, le code du forage et l'intervalle d'échantillonnage. Ces données et le code-barres sont repris dans le rapport de terrain.

Tableau 1: durée de conservation maximale entre le prélèvement et l'analyse d'échantillon de sol

Paramètre	Conservateur	Récipient	Durée	
			jours	mois
Matière sèche	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
pH	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
	si échantillon séché chimiquement	plastique (polyéthylène) ou verre	-	36
Argile	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
TOC	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
Cyanure	-	verre coloré	4	-
	si échantillon conservé à T < -18 °C*	plastique (polyéthylène)	-	1
Métaux	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	6
Test de lixiviation	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
Chlorobenzène	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
Chlorophénols	-	plastique (polyéthylène) ou verre	4	-
EOX	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
	si échantillon séché chimiquement	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
Huile minérale	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
	si échantillon séché chimiquement	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
	si échantillon conservé à T < -18 °C*	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
Pesticides organochlorés	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
	si échantillon conservé à T < -18 °C*	plastique (polyéthylène) ou verre	-	6
Pesticides organophosphorés	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
Pesticides organoazotés	-	plastique (polyéthylène) ou verre	7	-
Polychlorobiphényles	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
	si échantillon conservé à T < -18 °C*	plastique (polyéthylène) ou verre	-	6
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	-	plastique (polyéthylène) ou verre	14	-
	si échantillon conservé à T < -18 °C*	plastique (polyéthylène) ou verre	-	6
Composés perfluorés	-	plastique (polyéthylène) ou verre	-	1
hydrocarbures chlorés volatils	-	verre, carrotier ('steekbus') ou liner	4	-
	mis en suspension dans du méthanol	verre	-	1

Hydrocarbures aromatiques monocycliques	-	verre, carrotier ('steekbus') ou liner	4	-
	mis en suspension dans du méthanol	verre	-	1
Hexane, Heptane, Octane	-	verre, carrotier ('steekbus') ou liner	4	-
	mis en suspension dans du méthanol	verre	-	1
MTBE	-	verre, carrotier ('steekbus') ou liner	4	-
	mis en suspension dans du méthanol	verre	-	1
Huile minérale volatile	-	verre, carrotier ('steekbus') ou liner	4	-
	mis en suspension dans du méthanol	verre	-	1

*Il est autorisé que les échantillons soient conservés à une $T^{\circ} < -18^{\circ}\text{C}$ par l'expert en pollution du sol lui-même, à condition que des preuves puissent dans ce cas être fournies sur simple demande de Bruxelles Environnement.

3.2 Prélèvement d'eau souterraine

3.2.1 Délai

Le placement d'un piézomètre peut entraîner une altération de l'état géochimique du sous-sol et conduire à une modification temporaire des concentrations en polluants dans l'eau souterraine. Le bouchon d'argile qui est mis en place a aussi besoin de temps pour atteindre sa capacité de gonflement complète. Pour toutes ces raisons, un délai minimum de 1 semaine est toujours laissé entre le placement du piézomètre et le prélèvement d'échantillon d'eau.

3.2.2 Les pompes non appropriées

3.2.2.1 Les systèmes à injection d'air (air lift)

L'utilisation des systèmes à injection d'air (air lift) n'est pas permise, en particulier car des pressions localisées élevées dans le tube aveugle peuvent être la cause de dommages permanents, de fuites et/ou induire une volatilisation des paramètres de contamination dans et aux alentours du piézomètre.

3.2.2.2 Les pompes à vide

Lors de l'utilisation d'une pompe à vide, l'eau souterraine est aspirée par la création d'une dépression par laquelle la volatilisation est favorisée. En outre, il existe un risque de contact avec l'air et par là, une oxydation pourrait avoir lieu. Ces pompes peuvent donc uniquement être utilisées pour le nettoyage des piézomètres.

3.2.3 Les pompes uniquement dédiées au prépompage.

3.2.3.1 La pompe centrifuge hors-sol

Des pompes centrifuges hors-sol à débit réglable, entraînée par un moteur à combustion, peuvent être utilisées dans le cas de prépompage des piézomètres de diamètre important (supérieur à 45 mm). Compte tenu des fortes turbulences provoquées en raison de la grande vitesse des pales de la pompe, ces pompes ne sont pas appropriées à l'échantillonnage des eaux souterraines. La hauteur maximale de la colonne d'eau pouvant être remontée par ce type de pompe s'élève à 6 m.

3.2.3.2 Pompe à soufflet

La pompe à soufflet fonctionne à l'aide de la pression de l'air, sans que l'air n'entre en contact avec l'échantillon d'eau. Ceci est assuré par un soufflet en téflon qui est monté dans le corps de la pompe. Dans une première phase, l'eau est aspiré par la compression du soufflet. Dans une deuxième phase, l'eau est poussée vers le haut suite au gonflement du soufflet. La pompe à soufflet est pourvue de clapets anti-retour nécessaires.

En fonction de la profondeur, le débit maximum varie entre 2,5 et 4 l/min. La profondeur de prélèvement maximum est d'environ 60 m.

Etant donné que certaines parties du corps de la pompe (difficilement nettoyable) entrent en contact avec l'eau souterraine, des contaminations croisées peuvent se produire au sein des différents piézomètres. L'utilisation de ce type de pompe pour le prélèvement n'est donc pas non plus admise. Pour les piézomètres de faible diamètre, cette pompe peut être utilisée pour le prépompage. Il y a toutefois lieu d'être conscient des risques de contamination croisée car les mêmes tuyaux sont utilisés d'un piézomètre à l'autre.

3.2.3.3 Pompes immergées 12 V

De telles pompes immergées ne peuvent être utilisées qu'une seule fois, ceci afin d'éviter toute contamination croisée. C'est pourquoi elles ne sont pas non plus adaptées au prélèvement d'échantillon d'eau souterraine. Elles sont en revanche bien adaptées pour le prépompage, en raison du débit suffisant pouvant être obtenu. Les pompes immergées (prépompage) peuvent également être utilisées en combinaison avec les pompes électroniques péristaltiques (prélèvement d'eau souterraine).

3.2.4 Les pompes adaptées au prépompage et au prélèvement d'eau souterraine

La sélection de la méthode de prélèvement d'eau souterraine doit satisfaire en premier lieu à des exigences physiques comme la profondeur du piézomètre, son diamètre et le niveau de l'eau.

Afin de modifier au minimum les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines, le prélèvement doit indispensablement se faire sans entrée d'oxygène.

3.2.4.1 Pompe péristaltique

La pompe péristaltique peut être manuelle ou électrique. Le tuyau logé dans le mécanisme de la pompe est en « silicone ». L'extrémité du tuyau (côté aspirant) est reliée à un tuyau en PE (polyéthylène) qui est plongé dans le piézomètre. Les tuyaux sont faciles à remplacer, et lorsqu'ils sont correctement utilisés le risque de pollution croisée est faible.

En raison de son débit relativement faible (de l'ordre de litres par minute), cette pompe n'est pas utilisable pour le prépompage de piézomètres profonds. C'est également le cas si la colonne d'eau à remonter est trop grande (supérieure à 7m).

3.2.4.2 Les pompes à bille/à clapet

Les pompes à clapet peuvent être actionnées manuellement ou mécaniquement. Ces pompes en acier inoxydable sont disponibles en différents diamètres. Elles sont fixées à l'extrémité du tuyau d'échantillonnage en PE puis descendues dans le piézomètre. L'eau souterraine est ensuite remontée à la surface par des mouvements verticaux d'aller et venues.

Etant donné que ces pompes n'entrent pas en contact avec l'eau, elles sont aussi bien adaptées au prépompage qu'à l'échantillonnage. Seule l'extrémité équipée du clapet entre en contact avec l'eau souterraine, c'est pourquoi celui-ci doit être régulièrement nettoyé et/ou remplacé. Les pompes à clapet mécaniques sont bien adaptées à l'échantillonnage des eaux souterraines profondes.

3.2.4.3 La pompe immergée

La pompe immergée est généralement construite en acier inoxydable ou en téflon. Ce type de pompe est adapté aussi bien au prépompage qu'à l'échantillonnage d'eau souterraine dans les piézomètres profonds : le débit est réglable précisément sur une large plage de valeurs, la pompe provoque peu de turbulences et n'aspire pas d'air.

Le facteur limitant est généralement le diamètre requis du piézomètre. Les pompes les plus courantes peuvent être utilisées dans les puits d'un diamètre intérieur supérieur ou égal à 50 mm.

Etant donné que la pompe est suspendue dans l'eau souterraine, une attention particulière doit être accordée à la contamination croisée. Si la pompe a été en contact avec du produit pur ou de l'eau souterraine contaminée, elle devra être nettoyée et rincée en profondeur (volume recommandé de rinçage : 250 litres pour une pompe de 2 pouces et 1500 litres pour une pompe de 3 pouces), avant de commencer le prépompage ou le prélèvement d'eau souterraine.

3.2.5 Evaluation de l'état d'un piézomètre

Avant d'effectuer le prélèvement d'eau souterraine, l'état du piézomètre est inspecté afin d'évaluer si le piézomètre est encore utilisable, de sorte à garantir un échantillonnage représentatif de l'eau souterraine. Les contrôles suivants sont alors exécutés :

- Absence, endommagement ou souillure du couvercle de protection (pot de rue), du capuchon, du tube aveugle du piézomètre ;
- Coulée de bentonite, d'eau sale ou autres dans le piézomètre ;
- Présence éventuelle et état des tuyaux de prélèvement d'un échantillonnage précédent (ceux-ci ne peuvent évidemment pas être réutilisés et doivent être remplacés, voir § 3.2.8) ;
- Présence éventuelle d'une couche flottante ou plongeante/produit pur ;
- Ensablement du piézomètre ;
- Caractéristiques disponibles du piézomètre (profondeur de la crépine, massif filtrant, profondeur du bouchon de bentonite) ;

Sur base des contrôles, il est décidé de réutiliser le piézomètre, de l'abandonner définitivement ou de le remettre en état.

3.2.6 Mesure du niveau d'eau souterraine et profondeur du piézomètre

Avant de prépomper les piézomètres et de procéder à l'échantillonnage, il est nécessaire de mesurer le niveau d'eau souterraine mais également la profondeur du piézomètre, par rapport à un point fixe (sommet du piézomètre/niveau du sol). Une sonde spécifique ('peilmeter') est ainsi introduite dans le piézomètre jusqu'à atteindre le niveau de la nappe phréatique. Si aucune couche flottante ou plongeante n'est présente, la profondeur du piézomètre est ensuite mesurée.

3.2.7 Mesure de la couche flottante ou plongeante

S'il y a possibilité d'existence de couche flottante ou plongeante, il est obligatoire de vérifier leur présence avant le début du prépompage (voir § 3.2.8). La détermination de la présence d'une couche flottante ou plongeante peut se faire à l'aide d'une sonde spécifique, d'un échantillonneur de produit (avec réservoir transparent) ou un échantillonneur avec clapet anti-retour ('kogelklepmonsternemer'). Dans ce cas, il faut prêter attention à ce que l'appareil utilisé soit bien nettoyé avant son insertion dans le piézomètre pour éviter toute contamination croisée.

Dans le cas de mesure d'une couche flottante, celle-ci doit être « en équilibre ». La pression de l'huile est alors en équilibre avec la pression du produit dans le sol. L'épaisseur d'une couche flottante dans un piézomètre qui vient d'être pompé changera en fonction du temps et n'est donc plus en équilibre.

L'épaisseur des couches flottantes mesurée dans le piézomètre peut fortement varier aussi bien en fonction du lieu qu'en fonction du temps. Ces variations peuvent être dues tant à l'hétérogénéité du substrat qu'à des fluctuations du niveau d'eau souterraine en particulier en raison des variations saisonnières. Il est donc recommandé de mesurer l'épaisseur des couches flottantes plusieurs fois.

Si l'on ne rencontre aucune couche flottante dans un terrain où il y a des indications sérieuses qu'une telle couche pourrait s'y former, il est recommandé d'effectuer des mesures à plusieurs reprises dans un intervalle de temps plus long qu'une semaine après placement des piézomètres.

3.2.8 Le prépompage.

Avant le prélèvement de l'échantillon proprement dit, un tuyau d'échantillonnage en PE non utilisé est introduit dans le piézomètre. Le seul cas où un tuyau en téflon peut être réutilisé est l'échantillonnage de piézomètres profonds avec une pompe immergée. Si ce tuyau en téflon a été en contact avec du produit pur ou de l'eau souterraine contaminée, il doit être nettoyé et rincé en profondeur (volume recommandé de rinçage : 250 litres pour une pompe de 2 pouces et 1500 litres pour une pompe de 3 pouces), avant de commencer le prépompage ou le prélèvement d'eau souterraine. Les tuyaux d'échantillonnage ne peuvent pas être laissés dans les piézomètres.

Les piézomètres sont pré pompés afin que de l'eau souterraine provenant directement de l'aquifère soit disponible pour échantillonnage. Pour ce faire, la pompe est réglée à un débit constant et faible, compris entre 0,1 et 0,5 l/min de sorte à empêcher l'afflux de particules en suspension dans le piézomètre. Le pompage est effectué au niveau de la crépine. Lors du prépompage, le débit de réalimentation naturelle de l'aquifère doit rester supérieur ou égal au débit de pompage. Pour ce faire le niveau d'eau est contrôlé pendant le prépompage de telle sorte que le niveau piézométrique ne baisse pas de plus de 0,5 m par rapport au niveau d'eau souterraine initial. On veillera également à ne pas abaisser le niveau sous le sommet de la crépine.

Les piézomètres profonds (>15m-ns) peuvent être pré pompés avec un débit plus élevé si le niveau piézométrique ne baisse pas plus de 0,5 m par rapport au niveau d'eau souterraine initial.

Pour les piézomètres où le niveau d'eau souterraine initial est déjà situé sous le sommet de la crépine (appelé *piézomètre coupant*), le niveau d'eau pendant le prépompage ne peut pas baisser de plus de 0,1 m par rapport au niveau d'eau souterraine initial.

Le prépompage est terminé lorsque, au minimum, les volumes tels que repris dans le tableau ci-dessous sont pompés et que les conditions suivantes sont respectées :

- soit la mesure de la conductivité électrique reste stable et un volume d'eau égal à 5 fois le contenu de la partie crépine du piézomètre a été pompé
- soit la mesure de la conductivité électrique et la teneur en oxygène dissous reste stable
- soit la turbidité est égale ou inférieure à 10 FTU (Formazine Turbidity Unit)

Tableau avec les volumes minimaux à pomper en fonction du diamètre du piézomètre et de la diminution du niveau d'eau (tableau établi en tenant compte d'un diamètre standard de forage = 10 cm, valeurs exprimées dans ce tableau en litres):

Diamètre piézomètre	Diminution du niveau d'eau										
	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm	10cm	15cm	20cm	30cm	40cm	50cm
25mm	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L
28mm	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L
50mm	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,5 L	2,9 L	3,4 L	3,9 L	4,9 L	5,9 L	6,9 L
63mm	3,3 L	3,4 L	3,6 L	3,7 L	3,9 L	4,7 L	5,5 L	6,2 L	7,8 L	9,4 L	10,9 L

Si les critères susmentionnés ne peuvent pas être respectés, un volume minimum équivalent à 5 x fois le volume du piézomètre doit avoir été pompé.

3.2.9 Mesures de terrain

A la suite du prépompage, et sans arrêter la pompe, les paramètres tels que le pH, la conductivité et la température sont mesurés pour chaque échantillonnage d'eau souterraine. Le potentiel oxydo-réduction (ORP) et la teneur en oxygène peuvent également être mesurés.

Les mesures de terrain (pH, Ec, T°, O₂, ORP) ne peuvent pas être effectuées dans un seau, un pot, etc. qui contiendrait l'eau souterraine et dans lequel les mesures pourraient être influencées par des paramètres extérieurs. Ces mesures sont effectuées obligatoirement à l'aide d'une cellule de passage à flux continu aussi appelée cellule de circulation. La cellule est constituée d'un cylindre transparent au travers duquel l'eau s'écoule dans un flux constant. L'eau n'entre alors en contact qu'avec les électrodes et pas avec l'air éventuellement présent dans le haut de la cellule.

Préalablement aux mesures, les électrodes doivent être calibrées à l'aide d'un liquide ou d'une solution d'étalonnage. Les électrodes doivent aussi être régulièrement inspectées quant à la présence de dépôt chimique et, si nécessaire, être nettoyées ou remplacées.

La formation de bulles de gaz près de l'électrode disposée dans la cellule de circulation doit être évitée pendant la mesure du potentiel d'oxydoréduction et de la teneur en oxygène. Si les bulles de gaz sont observées, le débit de la pompe doit être ajusté.

Le potentiel d'oxydoréduction mesuré sur le terrain (Em) doit ensuite être converti en potentiel rédox interprétable par rapport à l'électrode Standard Platina/ hydrogène (Eh).

Les valeurs mesurées doivent être enregistrées après stabilisation. On considère que les mesures sont stables quand les valeurs ne varient pas, pendant une période de 5 minutes, en dehors des intervalles suivants :

- a) pH = ± 0,1
- b) T = ± 5%
- c) Ec = ± 5%;

- d) ORP/Eh = ± 10 mV
- e) Teneur O₂: $\pm 0,1$ mg/l

Lors d'une mauvaise réalimentation du piézomètre par l'eau souterraine, des bulles d'air sont inévitables. En conséquence les mesures sont à tel point perturbées que les valeurs mesurées ne sont pas fiables et donc inutilisables. Afin d'éviter les bulles d'air, le débit de la pompe doit être réduit. Ce faisant, une stabilisation apparente plus rapide de la mesure des paramètres de terrain peut se produire.

3.2.10 Remplissage des récipients

Il est important de noter que la pompe n'est pas arrêtée après le prépompage et la prise de mesures de terrain de sorte à effectuer l'échantillonnage dans la foulée. Toutefois, la cellule à circulation continue est enlevée et le morceau de tuyau en PE qui est entré en contact avec la cellule à circulation continue est coupé. Le débit de la pompe est ensuite ajusté de telle sorte que l'eau souterraine s'écoule lentement pour permettre le remplissage des flacons (débit de prélèvement indiquant 0,1 – 0,2 l/min, en fonction des paramètres à analyser – avec un maximum égal au débit qui a été utilisé lors du prépompage).

Lors du prélèvement d'eau souterraine des gants jetables sont utilisés et remplacés en fonction des besoins.

Lors du remplissage des récipients, le bout du tuyau de prélèvement ne doit pas toucher le fond du piézomètre (une distance d'au moins ~0,5 m au-dessus du fond du piézomètre doit être maintenue – dépendant de la présence et de l'ampleur d'un piège à sédiments, et de la hauteur de la colonne d'eau dans le piézomètre).

Le récipient est maintenu droit. Le tuyau d'échantillonnage est amené au fond du récipient. Le contact entre tuyau et liquide dans le flacon est limité au minimum (max 0,5 cm). Le tuyau est extrait au fur et à mesure que le flacon se remplit. Les récipients doivent être remplis d'une traite et sans production de bulles d'air. S'il semble que des bulles d'air sont présentes malgré tout dans le récipient après le prélèvement ou si un débordement a eu lieu, entraînant par-là la perte d'un éventuel agent conservateur, un nouvel échantillonnage devra être réalisé dans un nouveau flacon.

Lors du prélèvement pour analyse des composés volatils et/ou des métaux lourds, toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour éviter tout contact avec l'air. La perte des composants due à la volatilisation ou la formation de dépôt (précipitation) peut déjà se produire dans le tuyau de prélèvement. Lors de l'échantillonnage des composés volatils et/ou métaux lourds, les directives suivantes doivent également être respectées :

- Lors du prépompage et pendant le prélèvement proprement dit, le niveau d'eau souterraine ne peut jamais descendre sous le sommet de la crépine (sauf s'il s'agit de piézomètres coupants. Dans ce cas spécifique, le niveau d'eau pendant le prélèvement ne peut pas descendre de plus de 0,1 m par rapport au niveau d'eau souterraine initial).
- Les turbulences et la formation de bulles dans les tuyaux doivent toujours être évitées.
- Dans certains cas, l'utilisation de *packers* peut garantir un meilleur échantillonnage.

- Un complément d'échantillon dans les flacons n'est pas admis. S'il apparaît qu'un espace libre ('head space') dans le flacon est présent, l'échantillonnage doit être effectué une nouvelle fois.

Après le remplissage d'un flacon, la partie du tuyau PE qui a été en contact avec un agent conservateur doit être coupée avant de remplir le flacon suivant (sauf si le flacon suivant contient le même agent conservateur que le flacon qui vient d'être rempli).

3.2.11 Filtration

La filtration est appliquée à des échantillons d'eau souterraine destinés à l'analyse des métaux. L'échantillon d'eau souterraine est filtré directement sur le terrain et immédiatement conservé au moyen d'un acide. On utilise de préférence un filtre en téflon (0,45 µm). De par sa conception, un filtre en fibre de verre contient tout une série de métaux qui, en fonction du pH et des conditions géochimiques de l'eau souterraine, peuvent entrer en solution et donner lieu à une contamination. On utilise de préférence un filtre placé en série entre le piézomètre et le flacon d'échantillonnage. Tout contact avec l'air extérieur doit être scrupuleusement évité.

Pour l'échantillonnage des eaux souterraines destinées à l'analyse des paramètres organiques tels que par exemple les HAP, BTEXN, SHHO, HCOV ou l'huile minérale, aucune filtration sur le terrain n'est pratiquée.

Pour les autres paramètres non cités explicitement, la procédure concernant la méthode d'analyse du paramètre concerné devra être consultée (cf. code de bonnes pratiques N°4 : méthodes d'analyse). Après concertation avec le laboratoire, il est décidé si la filtration s'exécute oui ou non sur le terrain.

3.2.12 Piézomètres avec une « mauvaise » alimentation en eau

Étant donné qu'en Région de Bruxelles-Capitale, beaucoup de sols argileux et limoneux sont présents, il n'est pas toujours possible d'installer des piézomètres desquels de grands volumes d'eau peuvent être extraits. La « mauvaise alimentation en eau » de piézomètres n'est pas toujours la suite de la lithologie, mais peut aussi être due à toute une série de raisons. L'expert doit toujours déterminer quelle est la raison pour laquelle un piézomètre fonctionne mal. Le rapport des travaux de terrain doit toujours indiquer si l'échantillonnage des piézomètres placés pourra (ou non) être réalisé facilement ou si une mauvaise alimentation en eau souterraine a lieu. Un aperçu d'éléments qui doivent être pris en compte est présenté ci-dessous :

- Si les caractéristiques géologiques permettent un échantillonnage « normal » (K suffisamment grand), il peut être conclut qu'il y a un problème avec le piézomètre concerné. Le filtre n'a par exemple pas été placé correctement (dans une couche d'argile, profondeur insuffisante ...) ou le bouchon d'argile placé au-dessus du massif filtrant bouche le filtre. Dans ce cas, un nouveau piézomètre doit être installé et l'échantillon d'eau souterraine du « mauvais piézomètre » ne peut pas être accepté.
- Si la raison susmentionnée n'est pas d'application pour le piézomètre concerné, il peut être envisagé d'installer un piézomètre avec un diamètre plus grand et/ou un filtre plus long dans la même couche. Si l'alimentation du piézomètre ne s'améliore pas, un échantillon peut être pris. Dans ce cas, le rapport doit clairement indiquer que les prescriptions relative à l'échantillonnage de l'eau souterraine indiquées dans les

codes de bonnes pratiques ne pouvaient pas être suivies. De plus, il doit être indiqué pourquoi l'échantillonnage a dévié des prescriptions.

- L'échantillonnage doit être réalisé endéans les 24 heures après le renouvellement de l'eau du piézomètre. Toute déviation à cette règle doit être indiquée dans le rapport d'étude de sol.
- Si les conditions du terrain ne sont pas idéales pour l'échantillonnage de l'eau souterraine (par exemple mise à sec du piézomètre lors de pompage), il est recommandé de prélever un échantillon de sol à la même profondeur que celle du filtre qui présente un problème d'alimentation en eau souterraine. L'analyse de l'échantillon de sol porte sur les mêmes paramètres que ceux prévus pour l'eau souterraine et peut donner une réponse définitive concernant la présence (ou non) d'une pollution.
- Si une incertitude subsiste, plusieurs autres échantillons de sol et d'eau souterraine doivent être pris de façon dispersée sur tout le terrain.
- Si, suite à une mauvaise alimentation de l'eau souterraine, l'échantillonnage du piézomètre ne peut pas être réalisé correctement, la détermination « *on site* » des paramètres oxygène dissous, pH, ORP et température est inutile. Les mesures d'oxygène dissous et de pH sont alors réalisées de préférence en laboratoire (seuls les échantillons qui ne contiennent pas d'agents conservateurs sont utilisables !). Les résultats ainsi obtenus doivent être interprétés avec prudence.
- Si la mauvaise alimentation du piézomètre est liée à la manière dont le piézomètre a été installé (par exemple un piézomètre placé dans un sol perméable), un nouveau piézomètre doit être installé. Le piézomètre défaillant doit être mis hors service.

3.2.13 Récipients, préservation et conservation des échantillons

Les échantillons peuvent subir des modifications suite à des réactions physiques, chimiques ou biologiques entre le moment où ils sont prélevés et l'analyse proprement dite. Toutes les précautions doivent dès lors être prises pour conserver un échantillon représentatif.

Les méthodes de conservation et les durées de conservation pour les paramètres de la matrice *eau souterraine* sont basés sur ISO 5667-3:2003 Water quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of water samples.

Le tableau 2 reprend les paramètres les plus fréquents et les intervalles de temps maximum entre le prélèvement et l'analyse. Pour les paramètres qui ne sont pas repris dans la liste ci-dessous, les méthodes standards concernées peuvent toujours être consultées.

Immédiatement après le remplissage, les flacons sont fermés hermétiquement, conservés dans l'obscurité, et ensuite réfrigérés entre 1 à 5°C. Les échantillons peuvent être conservés sur le terrain dans une glacière approvisionnée en glace ('frigobox'). Ils sont ensuite régulièrement transférés du frigobox dans le frigo du véhicule de terrain. Ces conditions d'herméticité, d'obscurité et de température entre 1 à 5°C sont maintenues jusqu'au début de l'analyse.

Tableau 2: délai maximum entre la prise d'échantillon d'eau souterraine et l'analyse

Paramètre	Conservateur	Récipient	Délai	
			jours	mois
As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn	HNO ₃ (pH 1-2)	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre borosilicaté	-	1
Chrome VI	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	1	-
Hg	HNO ₃ ou HCL (pH 1-2)	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre borosilicaté	-	1 (après ajout de stabilisant*)
total cyanure	NaOH (pH >12)	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	7	-
chlorobenzène	-	verre avec PTFE lined dop	7	-
chlorophénols	H ₃ PO ₄ of H ₂ SO ₄ (pH<4)	verre borosilicaté avec PTFE lined dop	21	-
huile minérale	H ₂ SO ₄ of HCl (pH 1-2)	verre borosilicaté avec PTFE lined dop	-	1
pesticides organochlorés	-	verre borosilicaté avec PTFE lined dop	8	-
pesticides organophosphorés	-	verre borosilicaté avec PTFE lined dop	7	-
pesticides organoazotés	-	verre borosilicaté avec PTFE lined dop	-	1
polychlorobiphényles	-	verre avec PTFE lined dop	7	-
hydrocarbures aromatiques polycycliques	-	verre avec PTFE lined dop	7	-
hydrocarbures chlorés volatils	acide (pH 1-2)	verre avec PTFE lined dop	7	-
hydrocarbures aromatiques monocycliques	acide (pH 1-2)	verre avec PTFE lined dop	7	-
hexane, heptane, octane	acide (pH 1-2)	verre avec PTFE lined dop	7	-
MTBE	acide (pH 1-2)	verre avec PTFE lined dop	7	-

* À l'arrivée au laboratoire et dans les 3 jours suivant l'échantillonnage, ajouter un stabilisant (1% HCl + 0,009 mM KBrO₃ ou 1% HCl + 2 mg / l Au). Lors de l'utilisation de CV-AAS / AFS, une solution de BrCl supplémentaire est ajoutée à un sous-échantillon.

3.2.14 Prélèvement de produit pur

Dans le cas où l'on rencontre suffisamment de produit pur dans le piézomètre, on peut prélever des échantillons à l'aide d'un échantillonneur de couche de produit pur. Un tel échantillonneur est constitué d'un tube en téflon dont l'extrémité inférieure peut être fermée à l'aide d'une tige ou d'un câble.

3.2.15 Evacuation de l'eau souterraine pompée

3.2.15.1 Rejet dans les égouts ou sur un terrain non revêtu

Le rejet dans les égouts ou sur un terrain non revêtu est autorisé si les conditions suivantes sont remplies :

- a) absence d'observations sensorielles pouvant indiquer la présence potentielle de contamination des eaux souterraines (comme par exemple la couleur, l'odeur, la EC fortement élevée, des valeurs de pH extrêmes, des mesures PID élevées) ;
- b) absence de produit pur/film à la surface de l'eau ;
- c) les données analytiques provenant d'études antérieures n'ont pas démontré des concentrations très élevées ;
- d) le système d'égouttage dans lequel le rejet a lieu a une capacité de stockage et d'évacuation suffisantes pour pouvoir traiter l'eau souterraine rejetée sans causer de problème.
- e) le système d'égouttage dans lequel le rejet a lieu est relié à une station de traitement (par exemple séparateur hydrocarbures/eau) pouvant gérer un tel déversement
- f) Dans le cadre d'un système d'égouttage séparatif, le rejet dans le réseau des eaux pluviales est autorisé pour autant que les conditions de rejet en eau de surface soient remplies.

Remarque : les points a), b), c) et e) ne s'appliquent pas si l'eau souterraine pompée a subi, préalablement au rejet, un traitement adéquat afin de diminuer les concentrations sous les normes d'assainissement (par exemple : utilisation d'un filtre charbon actif pour de l'eau souterraine polluée en HCOV,...).

3.2.15.2 Rejet dans une installation d'épuration d'eau (STEP).

Si une station d'épuration est présente sur le site, l'eau souterraine pompée peut être orientée vers cette STEP si les conditions ci-dessous sont satisfaites:

- a) le propriétaire, l'utilisateur, l'exploitant du terrain donnent leur accord pour un tel rejet;
- b) la composition et l'ordre de grandeur de concentrations de l'eau souterraine sont connus;
- c) les spécifications techniques de la STEP sont connues
- d) aucuns HCOV ne soient déversés dans un séparateur d'hydrocarbures (HC)
- e) La STEP a une capacité suffisante pour traiter les eaux souterraines rejetées.

3.2.15.3 Evacuation dans des conteneurs pour traitement conformément à la réglementation en vigueur

Le produit pur et les eaux souterraines fortement contaminées (par exemple sur base de concentrations connues grâce à des études antérieures ou fondées sur des observations sensorielles/organoleptiques) doivent toujours être collectés dans des conteneurs, et ensuite évacués vers un centre de traitement autorisé.

3.3 Echantillons de sédiment

3.3.1 Prélèvement

3.3.1.1 Echantillonneur à piston

L'échantillonneur à piston permet le prélèvement d'échantillons de sédiments sans cohésion. La stratification d'origine de la matière échantillonnée demeure ainsi inchangée. L'échantillonneur à piston est adapté pour l'échantillonnage des sédiments sur une épaisseur de 2 m et permet ainsi une description de profil. L'échantillonneur peut être utilisé pour l'échantillonnage de sédiments d'eau de surface (fond de rivières, d'étangs, etc.) jusqu'à une profondeur de 5 m-ns.

3.3.1.2 Carottier à piston stationnaire « Beecker »

Avec le carottier à piston, un échantillon non remanié du fond/lit d'une eau de surface est prélevé. La stratification d'origine de la matière échantillonnée demeure donc inchangée. Le carottier à piston est adapté pour l'échantillonnage des sédiments sur une épaisseur allant jusqu'à 1,5m et permet une description de profil. Le carottier à piston peut être utilisé pour l'échantillonnage de sédiments d'eau de surface jusqu'à une profondeur de 5 m-ns.

3.3.1.3 Carottier à chute libre

Le carottier à chute libre est un outil destiné au prélèvement d'échantillons non remaniés. Il se compose d'un cadre renforcé, d'un poids et d'un tube carottier.

A l'aide d'une poulie, on laisse le préleveur tomber en chute libre. Sa masse et sa vitesse permettent à l'appareil de pénétrer dans les sédiments submergés. La vitesse de pénétration, et de ce fait sa profondeur, est notamment déterminée par la composition des sédiments.

Après la remontée de l'appareil, une description globale de la stratification des sédiments peut être effectuée grâce au tuyau transparent, et la profondeur de pénétration peut être mesurée. Une fois l'échantillon extrait du tube, une description plus détaillée de l'échantillon est effectuée : composition, couleur, odeur, et d'éventuelles autres particularités.

3.3.1.4 Bennes à sédiments « Van Veen »

La benne Van Veen est utilisée pour le prélèvement d'échantillons remaniés au fond de lacs, rivières etc. Elle est constituée de deux mâchoires. A la surface, les mâchoires de la benne sont maintenues écartées par un crochet. Pour garder le crochet en place, l'échantillonneur Van Veen doit être descendu à un rythme régulier. Les deux mâchoires sont munies de trous afin de laisser s'échapper l'air lors de la descente de l'appareil. Sans ce dispositif, l'air s'échapperait lors du prélèvement ce qui conduirait à une perturbation de l'échantillonnage. Dès que les mâchoires touchent le fond, le crochet les désengage. Lorsque la corde est tirée, les mâchoires se ferment.

La quantité d'échantillon collectée dépend en particulier de la compacité du fond. Plus la benne est lourde, plus la quantité de matériau collecté sera grande. C'est pourquoi, tous les modèles sont munis de blocs de lest. De plus, dans une situation de fort courant, une benne lourde déviara moins de la verticale qu'une légère.

Il peut arriver qu'un caillou se coince entre les deux mâchoires. Dans un tel cas, l'échantillon n'est pas représentatif car les parties les plus fines ont pu s'échapper pendant la remontée.

3.3.2 Récipients, préservation et conservation des échantillons

Les échantillons peuvent subir des modifications suite à des réactions physiques, chimiques ou biologiques entre le moment où ils sont prélevés et l'analyse proprement dite. Toutes les précautions doivent dès lors être prises de sorte à conserver un échantillon représentatif.

Les méthodes de préservation et les durées de conservation pour les paramètres dans la matrice sédiment sont basés sur :

- EN ISO 5667-15:2009 Water quality - Sampling - Part 15: Guidance on the preservation and handling of sludge and sediment samples.

Le tableau 3 reprend les paramètres les plus fréquents et les durées maximales entre le prélèvement et l'analyse. Pour les paramètres qui ne sont pas repris dans la liste ci-dessous, les méthodes standards concernées peuvent toujours être consultées.

Immédiatement après le remplissage, les flacons sont fermés hermétiquement, conservés dans l'obscurité, et ensuite réfrigérés entre 1 à 5°C. Les échantillons peuvent être conservés sur le terrain dans une glacière approvisionnée en glace ('frigobox'). Ils sont ensuite régulièrement transférés du frigobox dans le frigo du véhicule de terrain. Ces conditions d'herméticité, d'obscurité et de température entre 1 à 5°C sont maintenues jusqu'au début de l'analyse.

Tableau 3: Délais maximum entre le prélèvement et l'analyse pour les échantillons de sédiment

Paramètre	Conservateur	Récipient	Délai	
			jours	mois
matière sèche	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	7	-
teneur en argile	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	-	1
métaux	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	-	1
matière organique	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	-	1
pH	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) ou verre	7	-
TOC/TIC	-	verre avec PTFE lined dop	-	1
test de lixiviation	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...)	-	1
chlorobenzène	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
chlorophénols	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	4	-
EOX	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	7	-
huile minérale	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
pesticides organochlorés	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
pesticides organophosphorés	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
pesticides organoazotés	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
polychlorobiphényles	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
HAP	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
composés perfluorés	-	plastique (PE, PTFE, PET, ...) of verre	-	1
hydrocarbures chlorés volatils	-	Verre avec PTFE lined dop	4	-
	Suspension dans le méthanol	Verre avec PTFE lined dop	-	1
hydrocarbures aromatiques monocyclique	-	Verre avec PTFE lined dop	4	-
	Suspension dans le méthanol	Verre avec PTFE lined dop	-	1
hexane, heptane, octane	-	Verre avec PTFE lined dop	4	-
	Suspension dans le méthanol	Verre avec PTFE lined dop	-	1
MTBE	-	Verre avec PTFE lined dop	4	-
	Suspension dans le méthanol	Verre avec PTFE lined dop	-	1

3.4 Echantillons d'air du sol

3.4.1 Conditions préalables

La condition préalable la plus importante est la perméabilité du sol à l'air, liée à la texture et à la teneur en humidité du sol.

Les mesures de l'air du sol sont effectuées au moins 50 cm au-dessus du niveau d'eau souterraine afin d'empêcher que l'eau souterraine ne parvienne dans le tuyau d'échantillonnage.

Lors de l'échantillonnage peu profond de l'air du sol, il faut tenir compte de turbulence et de phénomènes de convection pouvant perturber la mesure. L'échantillonnage peu profond de l'air du sol est donc moins représentatif qu'en profondeur. Pour réduire l'aspiration d'air extérieur et dès lors une sorte de court-circuit pendant la mesure, l'air du sol sera prélevé à une profondeur d'au moins 50 cm sous le niveau du sol. De plus, le forage ayant permis l'introduction de la sonde sera fermé hermétiquement.

Si la structure du sol est perturbée localement par la présence de débris ou d'infrastructures souterraines (conduites, réservoirs, fondations, ...), il est probable que l'air échantillonné provienne d'un autre endroit dans le sol à la faveur de chemins préférentiels. Un tel transfert préférentiel peut également survenir lorsque la structure du sol est très variable, de sorte que l'air sera aspiré des horizons les plus perméables (pores plus grands).

Les conditions les plus importantes pour un échantillonnage actif fiable d'air du sol sont :

- f) les paramètres à analyser présentent une tension de vapeur élevée ($> 0,5$ mm Hg) et une constante de Henry élevé ($> 0,1$)
- g) teneur en eau du sol < 80 %
- h) pas les sols argileux
- i) Absence de débris et déchets grossiers

Si les conditions décrites ci-dessus ne sont pas satisfaites pour un échantillonnage actif d'air du sol, un échantillonnage passif peut être envisagé.

3.4.2 Le prélèvement d'air du sol à l'aide d'un filtre à installer dans le trou de forage

Un tuyau de polyéthylène est inséré dans la zone non saturée de sorte à permettre le pompage d'air du sol à une profondeur spécifique. Le tuyau de polyéthylène peut alors être équipé d'un filtre.

Le filtre peut être fait d'une pièce de crépine fermée par un bouchon à ses deux extrémités. A l'une des extrémités, la conduite d'aspiration est insérée dans la partie crépinée après avoir pratiqué dans le bouchon un trou d'un diamètre égal au diamètre du tuyau d'échantillonnage. Le filtre est placé dans le trou de forage effectué dans la zone non saturée puis comblé par du sable filtrant tout autour de la crépine. Une collerette peut être ensuite appliquée sur le massif filtrant comme protection supplémentaire et éviter tout contact avec l'air extérieur (court-circuit). Dans tous les cas, de la bentonite ou du ciment est ensuite mis en place sur le sable filtrant (ou le cas échéant la collerette) pour fermer le tout hermétiquement. Le tuyau de PE est fermé par le haut (fermeture hermétique, bouchons ou robinets). Ensuite le trou de forage est rempli au moyen des terres de forage et fermé par un bouchon. Après le remplissage du trou de forage, quelques jours sont généralement laissés

avant de prélever les échantillons d'air du sol, de sorte que l'équilibre perturbé puisse se rétablir.

3.4.3 Echantillonnage d'air du sol à l'aide de la méthode dite de la « pointe perdue »

La méthode de forage à pointe perdue est adaptée pour l'échantillonnage direct d'air du sol. Ici, le forage est réalisé jusqu'à la profondeur désirée. Le casing est ensuite soulevé d'une distance égale à celle de l'intervalle d'échantillonnage. Le tuyau de polyéthylène est descendu dans le casing et la partie supérieure du casing est fermée avec un bouchon (pour éviter d'aspirer l'air extérieur). Le tuyau de polyéthylène traverse alors ce bouchon.

3.4.4 Prépompage

L'échantillonnage d'air du sol est réalisé pour déterminer principalement la concentration des composés organiques volatils dans la matrice d'air du sol. Avant d'effectuer le prélèvement proprement dit, le volume présent dans le tuyau de polyéthylène doit être pré pompé à faible débit. Ce débit sera maintenu pour l'échantillonnage proprement dit.

3.4.5 Mesures de terrain sur site

L'air du sol échantillonné peut être analysé sur place à l'aide d'instruments de terrain, selon une méthode quantitative ou semi-quantitative. Ces instruments de mesures sont équipés d'une pompe reliée à l'échantillonneur d'air du sol. Les instruments de terrain les plus fréquents sont le chromatographe portable, le spectrophotomètre infrarouge et le PID. L'avantage de ces instruments réside dans leur simplicité, la disponibilité immédiate de résultats d'analyse, l'absence d'étapes de dilution de l'échantillon et la possibilité de réaliser des mesures quantitatives (y compris pour les composés instables ou difficile à conserver).

3.4.6 Echantillonnage actif d'air du sol

3.4.6.1 Remplissage d'une poche de gaz au moyen d'une chambre sous vide

L'air peut être recueilli dans une poche en vue d'être analysé en laboratoire. La poche est conçue spécialement pour que la sorption soit limitée. Ces poches sont généralement des sacs en polyfluorure de vinyle, mieux connus sous le nom de Tedlar®. Les poches sont placées dans une boîte plastique et reliées au tuyau de polyéthylène. On fait ensuite le vide dans la boîte plastique, dans laquelle la poche gonfle en se remplissant d'air du sol. Avant l'échantillonnage proprement dit, le tuyau de polyéthylène est pré pompé à faible débit.

L'avantage de cette méthode réside dans le fait que l'échantillon d'air du sol n'a pas besoin d'être désorbé avant de réaliser l'analyse proprement dite. Cela permet de réaliser des analyses dont la limite de détection est très basse.

3.4.6.2 Adsorption sur un support

Grâce à un faible débit de pompage, une quantité connue d'air du sol transite au travers d'un matériau adsorbant (e.a. du charbon actif) placé en série entre l'échantillonneur d'air du sol et la pompe. En fonction du paramètre à analyser, le type d'adsorbant, le débit et la durée d'échantillonnage sont définis.

3.4.7 Echantillonnage passif d'air du sol

Ce mode d'échantillonnage est composé d'un échantillonneur (tube adsorbant) installé dans le trou de forage à une profondeur déterminée. Par la suite, le trou de forage est couvert hermétiquement afin de minimiser toute infiltration d'air extérieur. De tels systèmes passifs sont basés sur la diffusion des contaminants dans l'air du sol. Après une période de temps déterminée allant d'un à plusieurs jours, l'échantillonneur contenant le tube adsorbant est enlevé, et analysé après désorption spécifique.

3.4.8 Choix de la méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage de l'air du sol pour le méthane se réalise à l'aide d'un filtre installé dans le trou de forage. La concentration en méthane est déterminée au moyen d'un instrument de terrain équipé d'une pompe connectée au filtre.

Pour tout autre paramètre, il appartient à l'expert en pollution du sol de sélectionner la méthode d'échantillonnage appropriée en fonction des objectifs de l'échantillonnage de l'air du sol, des caractéristiques du milieu, du sol et des polluants et des limites inhérentes à chacune des méthodes.

3.5 Phases critiques lors des travaux avec des sous-traitants

Conformément à l'article 20 §2 de l'arrêté du 15 décembre 2011², s'il est fait appel à un sous-traitant pour l'exécution de travaux, l'expert en pollution du sol doit s'assurer que ces opérations sont en accord avec les codes de bonnes pratiques en vigueur en Région de Bruxelles-Capitale. A ce niveau, un chargé d'étude de l'expert en pollution du sol doit être **au minimum présent pendant les phases critiques des travaux de terrain**, comme défini dans les codes de bonnes pratiques. Ce chargé d'étude doit avoir la connaissance nécessaire des procédures pour l'exécution de ces travaux.

Les **phases critiques** lors desquelles un chargé d'étude de l'expert en pollution du sol doit être au minimum physiquement présent, s'il fait réaliser les travaux de terrain en sous-traitance, sont les suivantes :

- Lors de la détermination de la localisation de tous les forages et piézomètres prévus ;
- Pendant la durée complète de placement du premier piézomètre de la campagne de forage (ou du premier forage si aucun piézomètre n'est prévu), de sorte qu'il soit contrôlé au moins une fois par campagne de forage que le sous-traitant travaille bien conformément aux codes de bonne pratique ;
- Lors de l'utilisation d'une tarière pleine, d'une tarière creuse ou d'une excavation de fouilles ou de tranchées d'essai ;
- Pendant la durée complète de forages ou de placements de piézomètres en zones de rétention (si la présence de produit pur est préalablement connue ou s'il existe une forte suspicion que du produit pur soit présent) ;
- Pendant la durée complète de forages ou de placements de piézomètres lors desquels des couches imperméables (argileuses) sont traversées (si les couches imperméables (argileuses) traversées sont préalablement déjà connues ou s'il existe une forte suspicion que de telles couches soient présentes) ;
- Pendant la durée complète de forages ou de placements de piézomètres lors desquels plusieurs piézomètres doivent être placés dans un même trou de forage ;
- Lors de la mise hors service de piézomètres qui présentent des fuites, conséquence par exemple d'un placement peu judicieux des bouchons d'argile (aussi bien dans les piézomètres multiples dans un même trou de forage que dans les piézomètres simples).

² Arrêté du 15 décembre 2011 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'agrément des experts en pollution du sol et à l'enregistrement des entrepreneurs en assainissement du sol

Pour finir, il est important de rappeler que l'article 20 §1 2° de l'arrêté susmentionné du 15 décembre 2011 mentionne clairement que l'expert en pollution du sol **reste le responsable final des tâches exécutées par le sous-traitant**. Il est aussi vivement recommandé que les phases non critiques des travaux de terrain soient contrôlées de manière aléatoire par un chargé d'étude de l'expert en pollution du sol.