

Code de Bonne Pratique 9

Excavation

Bruxelles Environnement

Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. DESCRIPTIF DE LA TECHNIQUE D'EXCAVATION	5
2.1. DESCRIPTION GENERALE	5
2.2. VARIANTES	6
3. REVUE DE TECHNIQUES POUR MENER A BIEN L'EXCAVATION	7
3.1. EXCAVATION PAR TALUTAGE	8
3.2. EXCAVATION PAR TRANCHEES SUCCESSIVES	9
3.3. EXCAVATION PAR FORAGES SECANTS	10
3.4. EXCAVATION PAR BLINDAGE EN COURS DE TERRASSEMENT	10
3.4.1. Blindage par panneaux ou caissons	10
3.4.2. Paroi Cloutée	11
3.4.3. Paroi Berlinoise	12
3.5. EXCAVATION PAR BLINDAGE AVANT TERRASSEMENT	13
3.5.1. Rideau de Palplanches	13
3.5.2. Rideau de pieux	13
3.5.3. Paroi moulée	14
3.5.4. Paroi Soil Mix	15
4. OBJECTIFS POURSUIVIS : PANACHE VERSUS NOYAU	16
5. POLLUANTS ET SITUATIONS LES PLUS FAVORABLES (NOTION QUALITATIVE)	17
5.1. POLLUANTS SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CHARGE	17
5.2. SITUATIONS LES PLUS FAVORABLES	17
6. EXAMEN A PRIORI DE LA FAISABILITE TECHNIQUE	18
6.1. CRITERES LIES A LA LOCALISATION DE LA POLLUTION	18
6.2. EXCAVER DES HORIZONS INDURES (ROCHE). CRITERES LIES A LA STABILITE	18
7. EXAMEN SPECIFIQUE DE LA FAISABILITE	19
7.1. PARAMETRES DU POLLUANT, DU SOL ET DU SITE	19
7.2. TESTS SUPPLEMENTAIRES SUR SITE OU EN LABORATOIRE	20
7.3. TESTS PILOTES	20
8. DESCRIPTIF D'UN CHANTIER TYPE	22
9. DESCRIPTIF DES TRAVAUX QUI SERONT MIS EN OEUVRE	23
10. LIMITATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT, LA SECURITE ET LA SANTE	25
10.1. NUISANCES POUR LA QUALITE DE L'AIR	25
10.2. RISQUES D'INCENDIE ET EXPLOSION	25
10.3. NUISANCES ACOUSTIQUES-VIBRATIONS	26
10.4. NUISANCES POUR LA VOIRIE ET LA MOBILITE	26
10.5. RISQUES SANTE-SECURITE DES TRAVAILLEURS	26
11. SUIVI DES TRAVAUX PAR L'EXPERT	28
11.1. GESTION DES TERRES POLLUEES EXCAVEES	28
11.2. GESTION DES TERRES SAINES EXCAVEES ET REMBLAYEES	29
11.3. GESTION D'AUTRES MATERIEUX DE REMBLAI	29
11.4. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DE FONDS ET DE PAROIS	29
12. RAPPORTAGE	33

13. MESURES DE VALIDATION ET SCHEMA DECISIONNEL ARRET-POURSUITE	35
14. MONITORING À LONG TERME ÉVENTUEL	36
15. RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE SANTE, SECURITE ET ORGANISATION	37
15.1. CHECK-LIST SUCCINTE POUR LES ENTREPRENEURS.....	37
15.1. CHECK-LIST SUCCINTE POUR LES EXPERTS	43
16. SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

1. INTRODUCTION

L'excavation désigne la technique [de traitement](#) des sols pollués où la terre est excavée pour être traitée ou stockée hors site. Elle peut ensuite être remplacée par une terre propre ou réutilisée après traitement. Il s'agit de la technique la plus utilisée pour la réhabilitation des sites et sols pollués.

Au sens strict du terme, l'excavation n'est pas un procédé de traitement puisque ce dernier intervient après l'excavation, généralement dans un centre de traitement biologique, physico-chimique ou thermique.

Cette méthode est simple, radicale, souvent rapide et s'applique pour tout type de polluants (également couche flottante).

Remarque

L'ordonnance du 5 mars 2009 relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués et ses arrêtés d'exécution stipulent dans plusieurs articles le respect des codes de bonnes pratiques. En ce qui concerne les codes de bonnes pratiques relatifs au traitement, l'expert en pollution du sol agréé peut, dans certains cas, par exemple sur proposition de l'entrepreneur en assainissement, déroger aux dispositions reprises dans les codes de bonnes pratiques, moyennant une argumentation dûment fondée. Dans ce cas, Bruxelles Environnement se réserve à tout moment le droit de demander des informations complémentaires ou de demander des investigations de terrains supplémentaires, sur base des dispositions reprises dans les codes de bonne pratique, s'il le juge nécessaire et pertinent.

Nous précisons que ce code est d'application pour tous travaux impliquant un traitement par assainissement ou par gestion de risque, y compris les traitements de minime importance, les traitements de durée limitée, les mesures de suivi et les mesures d'urgence .

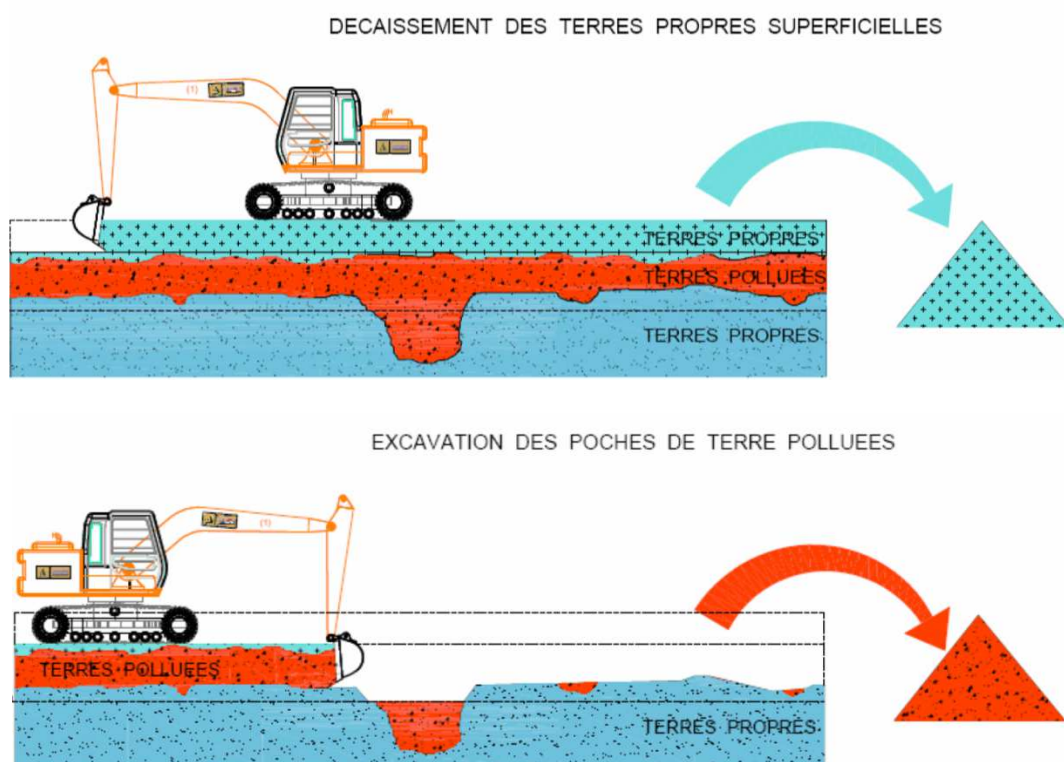
2. DESCRIPTIF DE LA TECHNIQUE D'EXCAVATION

2.1. DESCRIPTION GENERALE

L'excavation consiste à retirer le sol avec des pelles mécaniques (excavatrices). Ces terres sont ensuite transportées par camions ou dumper à la destination souhaitée. Cette technique **de traitement** est généralement utilisée pour des pollutions peu profondes, puisque la longueur limite d'une flèche d'excavatrice est de 5-6 m.

Lorsque des excavations plus profondes doivent être réalisées, l'excavation en palier peut être menée ou des engins spécifiques ou des mesures spécifiques supplémentaires doivent être prises (voir point 1.2. variantes). De même, en cas d'excavation en zone saturée, des mesures spécifiques devront être prises pour rabattre le niveau de la nappe (code de bonnes pratiques AUX 3 : épuisement).

Dans le cadre d'un **traitement** du sol, la zone à excaver sera définie par les investigations de sol réalisées préalablement. Le sol sain est séparé du sol contaminé (FIGURE 1). Le sol contaminé est soit directement mis dans des bennes pour évacuation hors site, soit stocké temporairement sur site en prenant des mesures pour éviter la dispersion de la contamination.



Source : <http://www.ordimip.com/files/Commissions-mixtes/Reunion%20du%20140206/LFD%20140206.pdf>

FIGURE 1 : REPRESENTATION D'UNE EXCAVATION CLASSIQUE

Pour mener à bien les opérations de terrassements, différents godets existent. Deux types de godets, disponibles dans plusieurs dimensions, sont principalement utilisés, à savoir :

- le godet à tranchées (ou godet à dents) ;
- le godet à fosses (ou godet à lame). Dans le cadre des [traitements](#), le godet à fosse inclinable gauche – droite est particulièrement utile.



Godet à tranchées



Godet à fosses



Godet inclinable gauche-droite

PHOTO 1 : ILLUSTRATION DE GODET POUR EXCAVATRICES
(SOURCE : [HTTP://WWW.ATELIERPJB.COM/EXCAVATRICES-GODETS.HTML](http://www.atelierpjb.com/excavatrices-godets.html))

2.2. VARIANTES

Comme la technique classique de l'excavation envisage l'usage d'une excavatrice équipée d'un godet, les variantes consistent simplement à utiliser d'autres moyens pour extraire le sol tels :

- une benne à câble,
- un mât télescopique,
- une haveuse,
- une machine de forage pour réalisation de pieux sécants de larges diamètres,
- une pelle pour le travail manuel,
- un camion vacuum d'aspiration des terres,
- ...

3. REVUE DE TECHNIQUES POUR MENER A BIEN L'EXCAVATION

Le creusement d'une fouille sans mesure particulière n'est pas toujours possible, surtout si sa profondeur dépasse une certaine hauteur critique au-delà de laquelle les parois s'effondrent.

D'une manière générale, la profondeur critique (H_{crit}) est déterminée par la formule suivante (Lemdani, cours construction EPAU) :

$$H_{crit} = (\pi + 2) \cdot \frac{C}{\rho}$$

Avec C : la cohésion du sol. (tonne/m²)

ρ : masse volumique du sol (tonne/m³)

Par exemple, pour l'argile ($C = 2 \text{ t/m}^2$ et $\rho = 2 \text{ t/m}^3$) : $H_{crit} = 5,14 \text{ m}$

pour le sable argileux ($C = 0,7 \text{ t/m}^2$ et $\rho = 1,8 \text{ t/m}^3$) : $H_{crit} = 2,00 \text{ m}$

Dès lors, pour éviter le glissement des terres (photo 2), des mesures particulières doivent être prises, d'autant plus si le sol se sature en eau. Lorsque l'eau s'infiltre dans le sol, elle prend la place qu'occupait l'air dans les interstices, les fissures et les cavités. L'eau étant plus lourde que l'air, le terrain peut se retrouver surchargé, ce qui joue en faveur de la gravité, au détriment de la force de cohésion : les particules de sol s'éloignent les unes des autres, sous l'effet de ce que l'on appelle la pression interstitielle. A mesure que cette pression s'intensifie, la force d'attraction qui unit les grains diminue et ils se mettent progressivement à évoluer indépendamment les uns des autres.



PHOTO 2 : GLISSEMENT DE TERRES

Les points ci-dessous reprennent les mesures les plus courantes qui peuvent être mises en œuvre pour limiter les risques d'éboulement des parois.

3.1. EXCAVATION PAR TALUTAGE

La technique d'excavation par talutage est la technique la plus répandue et la plus utilisée étant donné qu'elle est facile à mettre en œuvre et que son coût est faible.

Cette technique est applicable lorsque :

- la zone à excaver à un recul suffisant pour l'élaboration d'un talus ;
- lorsque la profondeur d'excavation n'est pas trop importante, sinon le volume de terre à excaver pour réaliser les talus est important ;
- lorsque la zone est vaste pour permettre le stockage temporaire des terres saines si elles sont destinées à être réutilisées comme matériaux de remblai (dépendra de la portance souhaitée).

La pente des talus sera définie sur base de la nature du sol. L'angle de pente, appelé aussi angle de repos d'un sol, est l'angle maximal mesuré par rapport au plan horizontal selon lequel une paroi du sol demeure stable, sans aucun glissement. La **FIGURE 2** donne, à titre indicatif, quelques angles de repos en fonction de la nature du sol (CSST, 2013).

Il y a danger de glissement lorsque :

- les pentes des parois sont supérieures à l'angle de repos du sol ;
- le travail se fait sous le niveau de la nappe ;
- le sol a déjà été remanié ou remblayé ;
- le sol est fissuré.

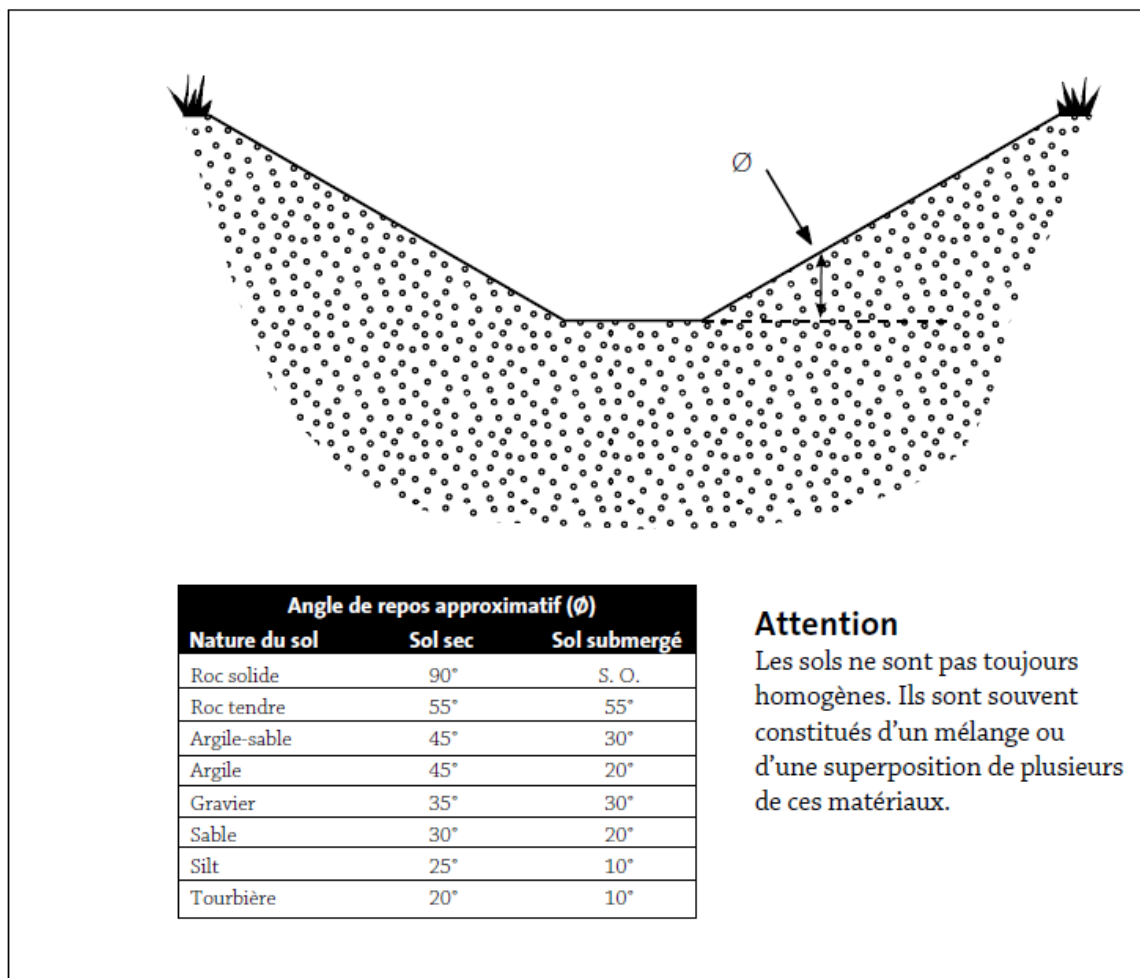


FIGURE 2 : ANGLES DE REPOS EN FONCTION DE LA NATURE DU SOL (CSST, 2013)

3.2. EXCAVATION PAR TRANCHEES SUCCESSIVES

Cette technique est une variante de la technique par talutage puisqu'elle permet de réaliser une pente de talus plus raide. Etant donné le risque d'instabilité des parois, l'excavation ne peut se réaliser que par tranchées successives d'une largeur généralement comprise entre 1 et 1,5 m. La première tranchée est remblayée rapidement avec du sable stabilisé au ciment (entre 50 et 80 kg/m³) avant de réaliser la tranchée suivante. Si la tranchée doit rester ouverte sur une plus longue durée, alors elle sera étançonnée pour éviter la dé-compaction du sol et les glissements de terre.

Cette technique est souvent une bonne alternative et sera souvent mise en œuvre dans des environnements bâtis (la stabilité doit être évalué avant la mise en place).

3.3. EXCAVATION PAR FORAGES SECANTS

Cette technique consiste en l'excavation directe par forage de grand diamètre (600 à 1500 mm). Le forage s'effectue avec un tubage provisoire qui permet d'éviter la décompression du sol. Le forage est remblayé au béton ou par un autre matériau (souvent du sable stabilisé) si il n'est pas destiné à assurer un soutènement. Dans le cadre d'un [traitement](#), la surface à excaver fait donc l'objet de multiples forages sécants. Cette technique est plus onéreuse mais permet de délimiter le sol pollué au fur et à mesure des travaux. (déplacement du point 3.4.2) + permet d'atteindre une grande profondeur sans blindage spécifique

3.4. EXCAVATION PAR BLINDAGE EN COURS DE TERRASSEMENT

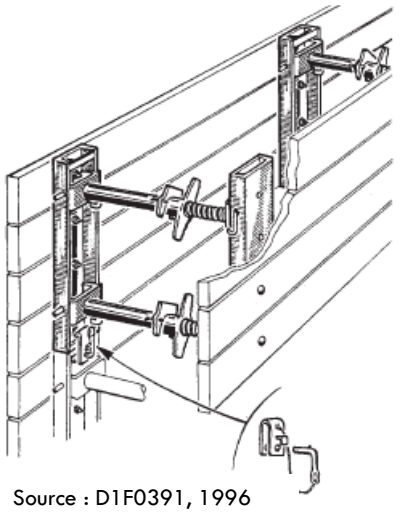
La réalisation d'une fouille blindée peut être mise en œuvre en cours d'exécution. Le blindage doit avoir les qualités suivantes :

- pouvoir être mis en place et déposé sans exposer les exécutants au risque d'éboulement. Le sol doit assurer une cohésion pendant la durée du terrassement sous le blindage et pendant la phase de pose du blindage. Dès lors, la pose en milieu saturé n'est pas recommandée ;
- être suffisamment résistant à la poussée des terres et aux efforts obliques.

Plusieurs types de blindages peuvent être mis en place en cours de terrassement et sont présentés ci-après.

3.4.1. BLINDAGE PAR PANNEAUX OU CAISSONS

Le blindage par panneaux en bois/béton ou par caissons en bois ou métalliques est réalisé au fur à mesure du terrassement. Les blindages mettant en œuvre des panneaux en bois ou béton sont souvent utilisés lors de terrassements manuels ([FIGURE 3A](#)) étant donné la gêne qu'occasionnent les étauçons (vérins à vis). Dans certains cas, le blindage est de type « perdu ». Lorsque la technique fait appel à des caissons métalliques ([FIGURE 3B](#)), le terrassement à l'aide d'excavatrice est possible. Les largeurs de fouilles peuvent alors être plus importantes. Pour le dé-blindage, les éléments inférieurs sont démontés ou remontés au fur et à mesure du remblayage.



Source : D1F0391, 1996



FIGURE 3A : EXCAVATION EN FOUILLE BLINDEE (PROFONDEUR 14M) (PHOTO SITEREM 2006)



FIGURE 3B : CAISSON METALLIQUE (CHANTIER ORCQ, SITEREM 2014)

3.4.2. PAROI CLOUTEE

Le blindage à l'aide d'une paroi cloutée (FIGURE 4) consiste à projeter du béton de ± 30 cm d'épaisseur sur la passe terrassée. La paroi est armée de treillis et est ancrée dans le terrain par des clous (barres d'acier scellées dans le sol par un coulis de ciment).

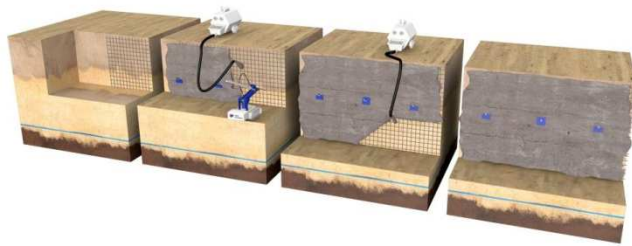


FIGURE 4 : ILLUSTRATIONS DE PAROIS CLOUEES ([HTTP://WWW.ATLAS-FONDATIONS.FR](http://www.atlas-fondations.fr))

3.4.3. PAROI BERLINOISE

La technique de blindage à l'aide d'une paroi berlinoise (FIGURE 5) consiste à poser le blindage des parois en cours de terrassement, mais elle nécessite l'implantation au préalable de profilés métalliques en H dans des trous de forages distants d'environ 2,5 m et scellés en pied.

Au fur et à mesure du terrassement, des madriers horizontaux entre les ailes des H et des planches verticales contre la terre à soutenir sont placés. Les H peuvent également être tirantés ou butonnés en fonction des caractéristiques de la fouille. Des variantes à la paroi berlinoise sont, par exemple :

- la paroi Lutécienne où les madriers en bois sont remplacés par du béton projeté dans une armature métallique ;
- la paroi Parisienne où les poteaux sont en béton armé. Après terrassement de la passe, un béton est coulé entre les poteaux.

Principe

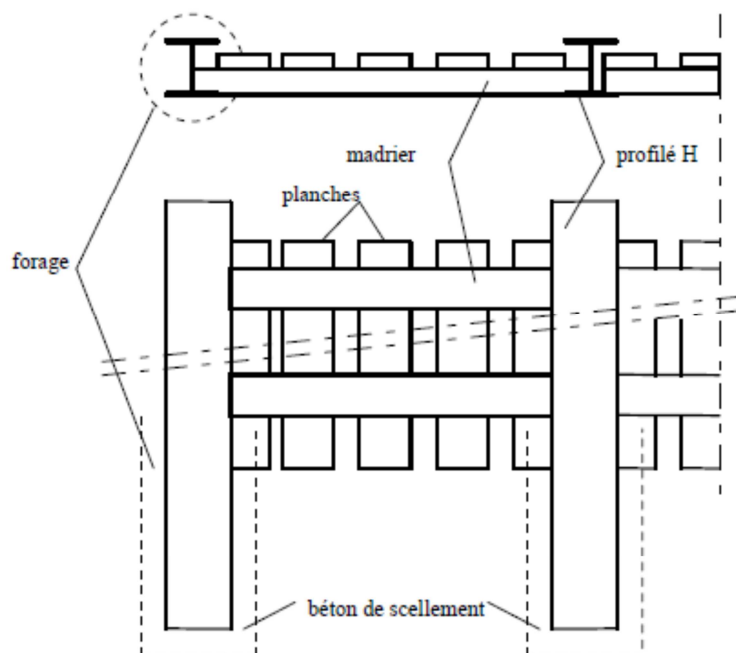


FIGURE 5 : SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PAROI BERLINOISE TRADITIONNELLE ([WWW.EVERYONEWEB.FR](http://www.everyoneweb.fr)) ET ILLUSTRATION (FRANKIFOUNDATIONS BELGIUM)

3.5. EXCAVATION PAR BLINDAGE AVANT TERRASSEMENT

Dans le cas de fouilles de grande taille, profondes ou dans des sols de faibles cohésions, le système de blindage sera mis en œuvre avant la réalisation du terrassement.

Plusieurs types de blindages pouvant être mis en œuvre avant de procéder au terrassement sont présentés ci-après.

L'étude d'une paroi de soutènement nécessite un dimensionnement de plusieurs paramètres en fonction de la profondeur du terrassement, de la nature du sol, de la présence d'une nappe, d'infrastructures environnantes... Les paramètres clés sont :

- 0 calcul de la fiche (partie du blindage qui sera sous le niveau du terrassement) ;
- 0 détermination des ancrages et dimensionnement des tirants ;
- 0 détermination de la flexibilité maximale du blindage.

3.5.1. RIDEAU DE PALPLANCHES

Une palplanche (FIGURE 6) est un pieu profilé destiné à être battu ou vibrofoncé dans le sol meuble. Elle est solidaire des pieux voisins par l'intermédiaire de nervures latérales appelées « serrures ». Un rideau de palplanches permet la réalisation d'un mur imperméable lorsqu'un produit d'étanchéité est appliqué dans la serrure. En milieu urbain, on peut également enfoncer les palplanches en force avec un vérin hydraulique. Cette méthode, silencieuse et n'exerçant aucune vibration sur les ouvrages adjacents, entraîne cependant un remaniement du sol susceptible de tassements différentiels à long terme.



FIGURE 6 : ILLUSTRATION DE LA SERRURE ET D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

3.5.2. RIDEAU DE PIEUX

La paroi de pieux est constituée d'une série de pieux en béton tangents (ou jointifs) ou sécants (ou coupants) (FIGURE 7). C'est une mesure de soutènement des terres en sol meuble ou induré en fonction de la

technique de forages (tarière ou pieu foré). Cette technique est souple, flexible (par exemple, en forme arrondie) et permet de traverser des horizons de béton ou de roche. Lorsque les pieux sont sécants, le rideau est étanche. En cas de pose en milieu saturé, la quantité en béton doit être supérieure à 375 kg/m³.



FIGURE 7 : ILLUSTRATION DE POSE DE PIEUX SECANTS ([HTTP://WWW.ATLAS-FONDATIONS.FR](http://www.atlas-fondations.fr))

En fonction des conditions de terrain, les pieux peuvent être :

- des pieux vissés ou battus avec un refoulement de terres ;
- des pieux vissés à la tarière ou forés avec extraction des terres. Dans ce cas, les terres en surface doivent être gérées.

Contrairement aux pieux battus, les pieux vissés ou forés n'occasionnent pas de vibrations. Ils seront donc privilégiés en milieu urbain.

3.5.3. PAROI MOULEE

Une paroi moulée (mur emboué de 0,5 à 1,5 m d'épaisseur- FIGURE 8) est un écran de soutènement formé dans le sol meuble, réalisé par la mise en place de béton et d'une armature en acier dans une tranchée creusée à l'aide d'une benne d'excavation sous fluide de support (par exemple de la bentonite). Cette technique n'occasionne pas de vibration mais nécessite beaucoup de place pour la centrale de préparation de la bentonite et la zone de stockage (minimum 300 m²). De plus, l'emprise de travail doit avoir une vingtaine de mètres de large. Les terres et la bentonite devront faire l'objet d'une évacuation. Cette technique ne peut être mise en œuvre que si la nappe se trouve à minimum 2 m de profondeur. Si la nappe est artésienne, une profondeur supérieure sera nécessaire en fonction de la pression de celle-ci. La paroi moulée peut également être rendue étanche.



FIGURE 8 : ILLUSTRATION DE LA BENNE D'EXCAVATION ET D'UNE PAROI MOULEE ([HTTP://WWW.ATLAS-FONDATIONS.FR](http://www.atlas-fondations.fr))

3.5.4. PAROI SOIL MIX

La paroi Soil Mix (FIGURE 9) est une paroi de soutènement continue d'une épaisseur de 40 à 55 cm composée de panneaux parallélépipédiques - technique de Cutter Soil Mix (paroi CSM) - ou de panneaux cylindriques - technique Mixed In Place (paroi MIP). Cette technique est peu adaptée au sol argileux.

Les panneaux sont formés par malaxage du terrain en place avec un liant hydraulique injecté en continu. Pour reprendre les forces et assurer le soutènement des terres, des profilés ou des palplanches sont mis en place dans la phase liquide. Cette technique est une alternative à la paroi berlinoise ou à la paroi de pieux sécants.

FIGURE 9 : ILLUSTRATION DE LA PAROI CUTTER SOIL MIX ([HTTP://WWW.ATLAS-FONDATIONS.FR](http://www.atlas-fondations.fr))



4. OBJECTIFS POURSUIVIS : PANACHE VERSUS NOYAU

La technique [de traitement](#) par excavation des terres s'adresse particulièrement au noyau de pollution. Comme cette technique est applicable à tous les polluants, elle est souvent privilégiée pour garantir l'atteinte des objectifs. Cette technique peut être appliquée seule, être complétée par un traitement de l'eau souterraine (rabattement en cours de fouilles ou drain en fond de fouille ou être suivie d'un traitement *in situ* si une pollution résiduelle a dû être abandonnée.

5. POLLUANTS ET SITUATIONS LES PLUS FAVORABLES (NOTION QUALITATIVE)

5.1. POLLUANTS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE PRIS EN CHARGE

La technique **de traitement** par excavation s'adresse à tous les types de polluants. Elle est particulièrement adaptée pour éliminer les noyaux de pollution très concentrée ou des polluants difficilement traitables par une autre technique in situ.

5.2. SITUATIONS LES PLUS FAVORABLES

Les situations les plus favorables à l'excavation sont les suivantes :

- la zone à excaver est facilement accessible avec des engins ;
- il n'y a pas de co-activité ;
- la surface est plane ;
- l'excavation s'opère uniquement en zone meuble et insaturée ;
- l'excavation s'effectue dans un sol cohérent, qui ne s'éboule pas et ne se décompresse pas (par exemple, un sol argileux) ;
- la zone ne présente pas d'infrastructures souterraines ;
- il n'y a pas d'infrastructures aériennes à proximité ;
- il est possible d'évacuer directement les terres polluées du chantier (chargement direct des camions sans phase de stockage temporaire) ;
- le site dispose d'une surface suffisante en périphérie pour le déplacement des engins et le stockage de terre saine ;
- la pollution à excaver se trouve dans les horizons de surface. La longueur d'une flèche d'une excavatrice étant de 5-6m ;
- le polluant ne nécessite pas la prise de mesures particulières (exemple : amiante) ;
- la météo est clémente (temps sec et non venteux).

6. EXAMEN A PRIORI DE LA FAISABILITE TECHNIQUE

6.1. CRITERES LIES A LA LOCALISATION DE LA POLLUTION

A priori, la technique [de traitement](#) par excavation peut être mise en œuvre si la pollution devant être excavée est accessible sans devoir :

- démonter d'importantes installations de surface ou dont l'arrêt est impossible ;
- réaliser des reprises sous-fondation. De telles excavations sont délicates, couteuses et nécessitent une analyse spécifique ;
- dévier ou mettre temporairement hors service des impétrants (égout, gaz, électricité...) ;
- excaver une couche conséquente de terre saine au préalable ;
- terrasser dans des zones qui exposent les travailleurs à trop de risque (excavation en milieu confiné) ;

6.2. EXCAVER DES HORIZONS INDURES (ROCHE). CRITERES LIES A LA STABILITE

Si l'excavation nécessite la mise en place de mesures de soutènement, la faisabilité du projet sera fonction des possibilités de mise en place de ces mesures en terme :

- d'accessibilité aux engins qui devront les mettre en place ;
- d'encombrement du sous-sol (présence d'impétrants), d'anciennes fondations, de blocs de béton.

7. EXAMEN SPECIFIQUE DE LA FAISABILITE

7.1. PARAMETRES DU POLLUANT, DU SOL ET DU SITE

La première analyse de la faisabilité spécifique peut être faite en se posant quelques questions :

- Le site est-il accessible pour une excavation mécanique ? Si non, pour une excavation manuelle ?
 - o Des aires sont-elles disponibles pour la réalisation des travaux, au stockage des terres et chargement des camions ?
 - o L'emplacement des lignes électriques aériennes bloque-t-il certains travaux ?
- Le polluant nécessitera-t-il des mesures particulières et gérables compte tenu de l'environnement (ex. : présence d'amiante dans le sol ou cyanures qui nécessite des mesures particulières) ;
- La profondeur d'excavation ou les infrastructures voisines (bâtiment, voirie, machines) nécessitera-t-elle la mise en œuvre des mesures de soutènement ? Le tableau 1 reprend, pour les techniques présentées ci-avant, leurs champs d'application et leurs principales caractéristiques en vue de préciser la faisabilité eu égard aux contraintes du site ;
- un rabattement de l'eau souterraine doit-il être envisagé ? Est-il possible sans mettre en péril la stabilité d'ouvrages environnants ? Ce volet fait l'objet du code de bonne pratique AUX 3 ;
- Y a-t-il des impétrants ou infrastructures enterrées qui ne peuvent être extirpées, mises hors service, déviées ... ? ;
- Est-il possible de sécuriser le chantier ? Y a-t-il des voies de circulation qui doivent être préservées durant le chantier, par exemple l'accessibilité aux résidents d'un immeuble ?

Les réponses à ces questions et la définition d'alternatives pour solutionner un problème permettront de vérifier si le traitement de la pollution par excavation est envisageable ou non. Dans un second temps, si l'excavation est envisageable, une analyse BATNEEC peut être réalisée.

Remarque concernant l'amiante :

Il y a lieu de respecter les dispositions de l'arrêté du 10 avril 2008 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif aux conditions applicables aux chantiers d'enlèvement et d'encapsulation d'amiante (M.B. 18/06/2008), notamment :

- L'humidification pendant les opérations d'excavation et de chargement des containers est obligatoire.
- Le chargement des containers est effectué au plus près de la zone d'excavation. Les éléments de stockage (dépôt bags) doivent être refermés ou couverts d'une bâche après usage pour éviter l'envol de poussières et de fibres d'amiante.
- Les évacuations de déchets d'amiante hors du chantier doivent être consignées quotidiennement dans un registre auquel sont joints les documents de transport.

7.2. TESTS SUPPLEMENTAIRES SUR SITE OU EN LABORATOIRE

A priori, pour les travaux de terrassement proprement dit, il n'y a pas besoin d'analyses ou tests spécifiques. Par contre, des compléments d'études seront peut-être nécessaires à l'entrepreneur spécialisé ou à l'ingénieur en stabilité pour le dimensionnement de la mesure du blindage à mettre en œuvre :

- des essais géotechniques ;
- des analyses granulométriques des différentes couches. Dans le cadre d'un projet, il est recommandé à l'expert de réaliser, lors des investigations, des analyses granulométriques (taux d'argile, de limon et de sable) car elles peuvent servir à plusieurs niveaux :
 - o faciliter la détermination du coût de la filière de traitement des terres polluées. Dans ce cas, la connaissance du taux de fractions $<63 \mu\text{m}$ est précieux ;
 - o estimer la cohésion du sol ;
 - o en cas de Soil Mix, prédéfinir la composition du liant hydraulique ou écarter cette technique si le taux d'argile est trop important ;
- en cas de rabattement de nappe, les paramètres suivants seront par exemple, nécessaires :
 - o perméabilité,
 - o gradient,
 - o porosité,
 - o puissance de la nappe,
 - o caractéristique de la nappe (libre, semi-captive, captive),
 - o présence de tourbe,
 - o ... (voir code de bonnes pratiques : épuisement).

7.3. TESTS PILOTES

Dans le cadre d'un procédé par excavation, un test pilote n'est pas nécessaire. Par contre, dans le cadre d'un site où résident beaucoup d'inconnues au niveau du sous-sol, des tranchées exploratoires, des recherches à l'aide de radars peuvent être menées au préalable pour préciser la faisabilité technique.

L'expert trouvera dans [l'AGRBC du 29/03/2018 fixant le contenu type du projet de gestion du risque, du projet d'assainissement, de la déclaration préalable au traitement de durée limitée et des modalités d'affichage du traitement de durée limitée \(MB, 02/05/2018\)](#), les conditions rendant nécessaire les argumentations et le contenu d'un test pilote.

TABLEAU 1 : CHAMPS D'APPLICATION ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUE DES TECHNIQUES (DONNEES ISSUES DE LA LITTERATURE ET INSPIRE DE ([HTTP://WWW.ATLAS-FONDACTIONS.FR](http://www.atlas-fondations.fr)))

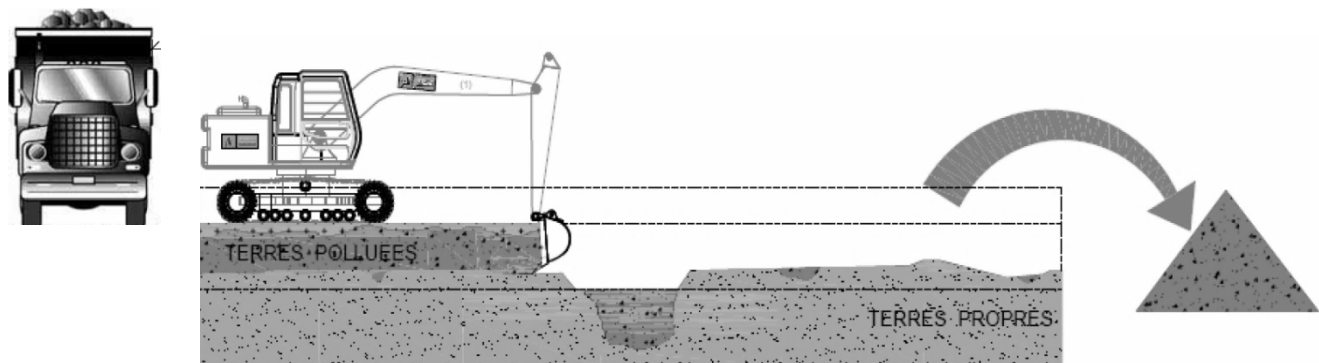
Champs d'application et caractéristiques respectives	excavation par talutage	excavation en tranchée successive	blindage en panneaux de bois/béton	blindage en caisson métallique	Paroi berlinoise	palplanches	Pieux tangents/sécants	paroi moulée	Paroi Sol Mix
Blindage économique	pas de blindage	pas de blindage	oui	oui	oui	moyen	cher	cher	moyen
blindage posé pendant ou avant le terrassement			pendant	pendant	avant (pieux) et pendant (paroi)	avant	avant	avant	avant
Adapté en milieu urbain	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	nécessite beaucoup de place (300m2)	nécessite de la place (100m2)
Largueur moyenne de la fouille	petites ou grande fouille	1-2 m	1 à 2,5 m	2 à 5 m	petites ou grande fouille	petites ou grande fouille	petites ou grande fouille	adapté à de grandes fouilles	adapté à de grandes fouilles
Profondeur des infrastructures			= profondeur fosse	= profondeur fosse	12-15 m	10-30 m	16-20 m	35 m	<20 m
Hauteur moyenne de retenue des terres	souvent 1 à 5 m	souvent 1 à 5 m	1 à quelques mètres	3 à 6 m	3 à 8 m	3 à 8 m	6 à 8 m	jusque 20 m	4 à 8 m
Terrassement en zone insaturée	oui	oui	oui	oui	oui	oui, sinon épuisement pendant travaux	oui, sinon épuisement pendant travaux	oui, mais nappe libre < 2m et épuisement pendant travaux	oui, sinon épuisement pendant travaux
Vibration	non	non	non	oui, mais légères	oui, pieux battus non, si pieux forés	oui	non	non	non
Risque de déformation/rupture	risque d'éboulement	risque d'éboulement	oui, si pas assez d'étaçons	non	oui, ancrage supplémentaire	oui, ancrage supplémentaire	oui, ancrage supplémentaire	oui, ancrage supplémentaire	oui, ancrage supplémentaire
Cohésion temporaire du sol pour permettre l'excavation	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
Distance minimale par rapport à un obstacle	0 cm	0 cm	0 cm	100 cm	dépend de la machine de pose des pieux	80 à 100 cm	80 à 100 cm	30 cm	20 cm
Dégagement en hauteur	fonction de la technique d'excavation	fonction de la technique d'excavation	fonction de la technique d'excavation	dépend de la hauteur des poteaux	dépend de la hauteur des poteaux	dépend de la hauteur des palplanches	souvent haut dégagement	haut dégagement	haut dégagement
type de sol	meuble	meuble	meuble	meuble	meuble	meuble	meuble, béton ou roche	meuble	meuble (pas trop argileux)
Etanchéité du soutènement (durée travaux)	-	-	non étanche	non étanche	non étanche	semi-étanche à étanche	pieux sécants = étanche/tangents= non étanche	semi-étanche à étanche	semi-étanche à étanche
Blindage perdu	-	-	parfois	non	parfois	non	oui	oui	oui



8. DESCRIPTIF D'UN CHANTIER TYPE

Un chantier d'excavation type est souvent constitué :

- d'une excavatrice,
- de camions bâchés pour l'évacuation des terres polluées,
- de mesures de protection collective et individuelle,
- d'une zone de stockage de terres saines.



9. DESCRIPTIF DES TRAVAUX QUI SERONT MIS EN OEUVRE

Le « dispositif » qui sera mis en place dans le cadre des travaux sera décrit en fournissant, au minimum, les indications suivantes reprises dans le **TABLEAU 2**. Ces informations seront reprises dans un tableau de synthèse similaire au **TABLEAU 2** et pourront renvoyer à l'une ou l'autre figure.

TABLEAU 2 : DONNEES A FOURNIR CONCERNANT LE SYSTEME DE TRAITEMENT A METTRE EN PLACE

Partie du descriptif	Eléments	Données du descriptif	Commentaires
Sources	Infrastructures polluantes	Présences de citernes enterrées, canalisations qui nécessitent une vidange-nettoyage-dégazage et élimination au préalable	
		Elimination des déchets dangereux	
Type d'excavation	Moyen	Mécanique ou manuelle	Sur base de l'analyse de faisabilité
Fosse	Dimensions	Largeur, longueur, profondeur et épaisseur des couches saines et polluées	Sur base des investigations de sol. Joindre les figures en annexe 9 du PA ou PGR
	Nappe	Système de pompage et gestion des eaux ou de produits purs. Contrôle des influents/effluents du dispositif	Voir code de bonnes pratiques. Les mesures de rabattement temporaire de la nappe sont à fournir en annexe 9 du PA ou PGR
Délais	Temps	Temps estimé : - pour les travaux préparatoires (mesures de stabilité...), - pour les travaux de terrassement	
Environnement	Bâti	Présence de bâtis à proximité qui nécessitent une attention.	
	Impétrants	Mentionner les impétrants connus à l'issue des études	
Stabilité	Mesures à prendre ou type de soutènement	Les mesures prises pour garantir la stabilité des parois et infrastructures	Si la technique met en œuvre une technique autre que le talutage, les tranchées successives ou les caissons métalliques, une note en stabilité sera d'office fournie
Terres	Polluants	Composés à suivre pendant les travaux. Terres définies comme dangereuses ou non.	Sur base des résultats des études
	Autres polluants	Présence de composés autres que ceux ciblés par les travaux	Exemple : pollution orpheline ou teneurs ne nécessitant pas une intervention
	Nature	Nature des terres (remblai, sable,	Une analyse

		limon, argile...)	granulométrie est recommandée
Stockage	Matériaux	Zone de stockage temporaire des terres saines (sur site ou hors site). Mesures prises en cas de stockage temporaire de terres polluées (sur dalle ou sur bâche, bâchées ou sous abri...)	
Remblai	Matière	Type de matériaux préconisés pour le remblayage de la fosse. Niveau des différentes couches	
	Conformité	Procédure de contrôle des remblais	
Objectifs poursuivis	Excavation du panache	Objectifs de teneurs à atteindre en fond de fouille et sur les parois	Préciser les composés qui seront suivis lors des travaux
Réception finale	Stratégie	Définition du nombre d'échantillons à prélever par tranche de paroi et de fond	
	Finition de surface	Type de revêtement, infrastructures prévues pour un traitement in situ	

10. LIMITATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT, LA SECURITE ET LA SANTE

10.1. NUISANCES POUR LA QUALITE DE L'AIR

Dans le cadre de travaux **de traitement** par excavation, il est difficile d'éviter une certaine volatilisation des composés dans l'atmosphère. Toutefois, des mesures sont à prendre en cas d'excavation de sol contenant de l'amiante (mises en évidence d'une ancienne canalisation en amiante, déchets de tôles en asbeste ciment...).

Les déchets amiantés friables ou liés constituent des déchets dangereux. Ils nécessitent donc :

- d'être convenablement conditionnés ;
- d'être pris en charge par un collecteur de déchets dangereux agréé en Région de Bruxelles-Capitale ;
- que la filière d'élimination choisie soit bien autorisée.

Les mesures à prendre sont définies dans les documents repris ci-dessous et peuvent également être définies avec le coordinateur santé-sécurité :

- Infos fiche de Bruxelles Environnement : Professionnel, Changements législation amiante du 10/10/2006 ;
- Infos fiche de Bruxelles Environnement : Déchets, Enlèvement d'amiante, mai 2007 ;
- L'amiante : réglementation, juillet 2012. Union wallonne des entreprises ;
- http://www.belgium.be/fr/environnement/substances_chimiques/amiante/.

En ce qui concerne l'émission de poussière, des mesures particulières devront être prises si l'on relève un risque d'envolée. Un arrosage du chantier, par temps venteux et sec, permet de limiter l'envolée des particules de sol. De plus, le bâchage des camions qui transportent les terres contaminées est une obligation en région de Bruxelles-Capitale.

En matière de perception d'odeurs, il n'existe pas de seuil légal en vigueur pour les différents composés en Région de Bruxelles-Capitale. Toutefois en cas de plaintes répétées des riverains ou résidents, des mesures devront être prises. Dans ce cas, une analyse de la qualité de l'air est recommandée. Comme il n'existe pas de normes de qualité de l'air à l'immission dans l'air extérieur pour mesurer l'importance de la contamination, il est proposé de confronter les teneurs mesurées en polluants volatils avec les valeurs TCL, **disponibles sur la plateforme S-Risk © (Substance data sheets, <https://s-risk.be/documents>**. En cas de dépassement de celles-ci, des mesures sont prises pour la poursuite du chantier.

10.2. RISQUES D'INCENDIE ET EXPLOSION

Dans le cadre des chantiers de terrassement, les risques d'explosion/incendie sont présents lors de la mise à jour d'atmosphère explosive, par exemple, dans les anciennes décharges, ancien dépôt d'explosif, lors d'un endommagement de canalisations ou de cuves contenant des hydrocarbures (essence...) ou du gaz...



Lors de terrassement dans des sites critiques, l'atmosphère doit être suivie à l'aide d'un explosimètre et le chantier stoppé lors d'un dépassement de la LEL (Lower Explosive Limit).

De plus, sur un chantier de traitement :

- il est interdit de fumer ;
- d'utiliser des outils qui occasionnent des étincelles (poste à souder, disqueuse...) sans une analyse spécifique des risques au préalable.

10.3. NUISANCES ACOUSTIQUES-VIBRATIONS

Pour les travaux d'excavation et les opérations *in situ et on site*, les dispositions prévues dans la déclaration de conformité du projet d'assainissement ou de gestion de risques doivent être respectées. Les horaires de fonctionnement, les niveaux de bruits et de vibrations y sont précisés. Dans le cas de l'installation d'un blindage, l'entrepreneur sera déjà attentif au respect de ces prescriptions, car elles font partie du projet d'assainissement ou de gestion de risques.

10.4. NUISANCES POUR LA VOIRIE ET LA MOBILITE

De plus, l'expert proposera un itinéraire à suivre si un charroi important est prévu (> 2 camions/heure) ou pour éviter la circulation dans des rues étroites.

Un nettoyage des roues par temps boueux peut être également nécessaire

10.5. RISQUES SANTE-SECURITE DES TRAVAILLEURS

Dans le cadre des chantiers de terrassement, les risques les plus élevés sont ceux liés à la santé et à la sécurité des travailleurs.

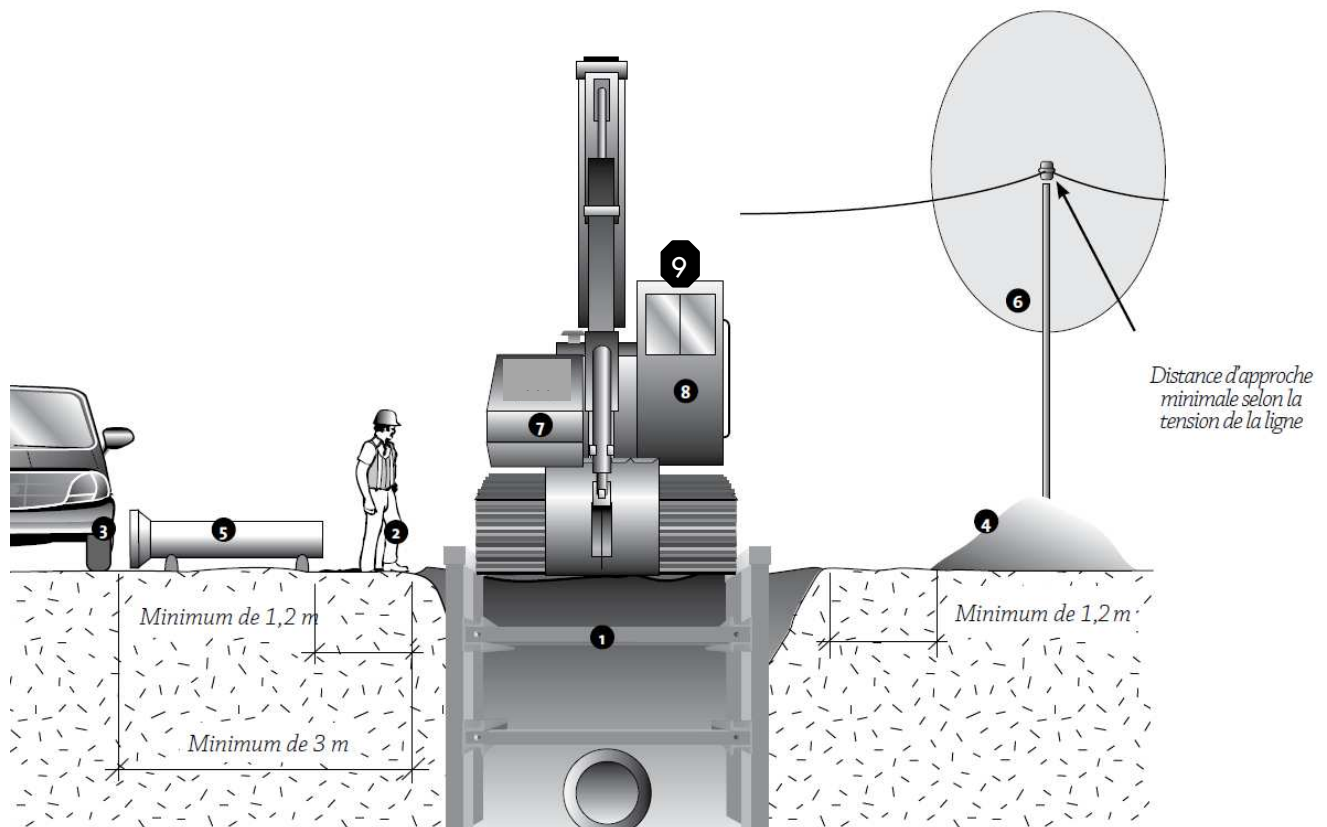
Comme les travaux d'excavation nécessitent une attention particulière pour la santé et la sécurité des travailleurs, le coordinateur de sécurité - santé sera d'une aide précieuse pour définir les mesures de protections collectives et individuelles à mettre en place.

En sus des prescriptions de sécurité et propreté définies dans la déclaration de conformité du projet, les points d'attention suivants sont relevés :

- la présence d'impétrants. Avant le démarrage du chantier d'excavation et avant la pose du blindage, l'entrepreneur devra inventorier tous les impétrants. Au besoin, des tranchées de reconnaissance seront réalisées manuellement.
- le balisage de la fouille d'excavation pour éviter les chutes ;
- la signalisation du chantier ;
- la sécurisation des parois de la fosse (le choix de la technique de soutènement des terres se réalisera en concertation avec l'entrepreneur spécialisé étant donné que le dimensionnement est généralement de son ressort) ;
- adaptation des EPI en fonction de la nature du polluant/de la concentration attendue dans l'air/du temps d'exposition (choix du masque, des gants, des lunettes...) ;

- la vérification en continu du niveau du fond de fosse en cas de risque de claquage de fond de fouille (en présence d'eau souterraine) ;
- le respect des distances de sécurité (exemple donné à la FIGURE 10) ;
- la nécessité d'utiliser des engins à cabine pressurisée avec apport d'air propre (en fonction des polluants) ;
- toujours être vu de l'opérateur et signaler clairement son intention. Lorsque l'expert suit le chantier, il doit être particulièrement attentif à être visible de l'opérateur de l'engin et signaler clairement ses intentions (par exemple, lors d'un prélèvement dans la fosse).

FIGURE 10 : ILLUSTRATION DE MESURES DE SECURITE QUI PEUVENT ETRE PRISES LORS D'UN CHANTIER
(INSPIRE DU CSST, JUIN 2013)



- 1 : mesure de sécurisation des parois
- 2 : surveillance par un travailleur expérimenté
- 3 : véhicule à minimum 3 m de la fouille
- 4 : stockage des terres excavées à minimum 1,2 m de la fouille
- 5 : stockage du matériel à au moins 1,2 m de la fouille
- 6 : respect des distances de sécurité par rapport aux lignes aériennes
- 7 : plaque signalétique indiquant la puissance acoustique (dB(A)) et la pression acoustique.
- 8 : dispositif de blocage de manœuvre
- 9 : cabine pressurisée

11. SUIVI DES TRAVAUX PAR L'EXPERT

Conformément à l'AGB du 15 décembre 2011, les travaux **de traitement** doivent être exécutés conformément au projet d'assainissement ou de gestion de risques et à la déclaration de conformité, par un entrepreneur en assainissement enregistré et sous la surveillance d'un expert agréé.

Dans le cadre d'un **traitement** par excavation, l'expert devra, en autres, veiller :

- à la gestion des terres polluées excavées,
- à la gestion des terres saines excavées et remblayées,
- aux prélèvements des échantillons de fond et de parois.

11.1. GESTION DES TERRES POLLUEES EXCAVEES

Dans le cadre des travaux, les terres à excaver ont été définies comme dangereuses ou non selon l'info – fiche : caractère dangereux d'une terre contaminée excavée. Tous les déchets dangereux doivent être éliminés conformément à l'arrêté du 19 septembre 1991 de l'exécutif de la Région de Bruxelles-Capitale réglant l'élimination des déchets dangereux.

Les terres définies comme dangereuses doivent être transportées et collectées par un collecteur agréé en Région de Bruxelles-Capitale. Comme actuellement il n'existe pas d'agrément/enregistrement pour le transport des terres définies comme dangereuses, un transporteur non enregistré ou non agréé peut réaliser le transport en région de Bruxelles-Capitale en sous-traitance pour le collecteur agréé à condition que l'agrément du collecteur l'y autorise et qu'il ait fait une notification auprès de la « sous-division Autorisations et Partenariats » de Bruxelles Environnement. La liste des collecteurs agréés est disponible sur le site de Bruxelles Environnement.

Tous les sous-traitants devront également respecter les prescriptions définies dans la déclaration de conformité du projet d'assainissement ou de gestion de risque (ex. : camion bâché).

Toutes les terres polluées qui doivent être évacuées du site devront être acheminée vers un centre de traitement, de dépôt ou vers une décharge dûment autorisés, ou si leur réutilisation est conforme à la réglementation en vigueur dans une autre région de Belgique, elles peuvent également être réutilisées dans cette région.

En vue de préciser la filière d'élimination des terres, des analyses complémentaires sont souvent nécessaires (exemple : lixiviation en cas de revalorisation en Bouwstof). Des analyses ciblées sur d'autres paramètres peuvent déjà être réalisées lors des investigations de sol en vue de faciliter la remise de prix de l'entrepreneur.

De plus, il est interdit de mélanger des terres excavées avec d'autres terres excavées de qualité environnementale différente et/ou avec d'autres matières, dans le but d'appliquer une méthode d'utilisation aux terres excavées ainsi mélangées qui ne serait pas permise pour les terres excavées non mélangées.

11.2. GESTION DES TERRES SAINES EXCAVEES ET REMBLAYEES

En Région de Bruxelles-Capitale, quiconque transporte et/ou collecte à titre professionnel des déchets non-dangereux autres que ménagers, doit à cet effet être enregistré au préalable en tant que transporteur et ou collecteur de déchets non-dangereux conformément à l'AGB du 21 juin 2012.

Le code de bonne pratique relatif à l'utilisation des terres de comblement et de remblais doit être respecté.

11.3. GESTION D'AUTRES MATERIEUX DE REMBLAI

Si d'autres matériaux que des terres sont utilisés pour le remblayage de la fosse d'excavation, ils devront être conformes [code de bonne pratique relatif à l'utilisation des terres de comblement et de remblais doit être respecté](#).

11.4. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DE FONDS ET DE PAROIS

En vue de la réception de la fosse d'excavation, des échantillonnages devront être réalisés sur les parois et fond de la fosse.

Dès lors, lorsque l'expert considère que les objectifs sont atteints, sur base par exemple :

- des relevés visuels ou sensoriels,
- des tests eau/huile,
- des mesures in situ (PID, FID...),
- des résultats d'analyses intermédiaires,
- un certain nombre d'échantillons.

des échantillons seront prélevés entre 5 et 25 cm dans le sol. En effet, un décapage des 5 premiers centimètres de sol exposé à l'air et ayant potentiellement été souillés/perturbés lors de l'excavation sera réalisé avant d'effectuer le prélèvement du sol. Le prélèvement pouvant être réalisé, par exemple, à la tarière manuelle ou à l'aide de l'excavatrice s'il est risqué de descendre dans la fosse. L'échantillon prélevé sera rapidement mis dans le bocal/récipient rempli totalement (limiter les vides).

Si l'échantillonnage en fond de fosse est toujours possible, l'échantillonnage des parois est parfois rendu difficile suite à la présence du blindage.

Dès lors, pour l'échantillonnage des parois, des propositions sont formulées ci-dessous.

Dans le cas :

1. d'un blindage posé en cours de terrassement, l'échantillonnage peut aisément s'effectuer avant le blindage de la paroi ;



2. d'un blindage mis en place avant les travaux de terrassement, l'échantillonnage peut :
 - a. s'effectuer dans les trous réalisés dans la paroi préalablement à l'implantation des ancrages/tirants. Si la hauteur des trous correspond à la couche souhaitée, du sol derrière le blindage sera prélevé ;
 - b. s'effectuer le long de la paroi intérieure, au fur et à mesure du terrassement. L'échantillon prélevé devant la paroi sera considéré comme reflétant la teneur derrière la paroi. Dans le cas de paroi épaisse, un échantillonnage derrière celle-ci est recommandé si l'échantillon prélevé devant révèle toujours une contamination supérieure à l'objectif défini ;
 - c. s'effectuer en réalisant un forage vertical derrière la paroi de soutènement. Notons que l'exécution de forages est conseillée avant la pose du blindage afin de positionner au mieux le soutènement. Les investigations précédentes n'ont pas nécessairement permis de définir précisément la position des parois de soutènement. Les forages, échantillonnages et analyses se réaliseront conformément aux codes de bonnes pratiques.

En vue de valider les travaux d'excavation, des protocoles sont définis dans le tableau 3 pour les pollutions hétérogènes et dans le tableau 4 pour les pollutions homogènes. Le tableau 5 définit le nombre de couches polluées qu'il faut considérer en fonction de la hauteur totale de la paroi.

Pollution hétérogène

Une pollution hétérogène est une pollution qui se propage horizontalement avec un gradient de concentration marqué à partir d'un noyau de pollution localisé.

Le TABLEAU 3 définit le nombre d'analyses à effectuer en fonction de la superficie totale du fond de la fosse.

TABLEAU 3 : NOMBRE (ARRONDI A L'UNITE SUPERIEURE) D'ANALYSES A REALISER AU FOND DE LA FOSSE DANS LE CAS D'UNE POLLUTION HETEROGENE

Superficie totale du fond de la fosse (m ²)	Nombre d'analyses
S jusqu'à 25	1
S > 25 à 100	S/25
S > 100 à 500	4 + (S-100)/50
S > 500 à 1000	12 + (S-500)/100
S > 1000	16 + (S-1000)/250

Dans le cas d'une impossibilité technique d'échantillonnage, par exemple, suite à la présence d'un mur de cave, l'expert justifiera l'absence d'analyse sur cette partie du périmètre.

Pollution homogène

Une pollution homogène est une pollution sans noyau de pollution clairement identifié et sans gradient horizontal de concentration marqué (exemple remblais/cendrée).

Le TABLEAU 4 définit le nombre d'analyses à effectuer en fonction de la superficie totale du fond de la fosse.

TABLEAU 4 : NOMBRE (ARRONDI A L'UNITE SUPERIEURE) D'ANALYSES A REALISER AU FOND DE LA FOSSE DANS LE CAS D'UNE POLLUTION HOMOGENE



Superficie totale du fond de la fosse (m ²)	Nombre d'analyses
S de 0 à 1000	S/100
S de > 1000 à 10000	10 + (S-1000)/250
S > 10000	46 + (S-10000)/5000

Dans le cas d'une impossibilité technique d'échantillonnage, par exemple, suite à la présence d'un mur de cave, l'expert justifiera l'absence d'analyse sur cette partie du périmètre.

Définition d'une épaisseur polluée et calcul du nombre de couches polluées

Le nombre d'analyses à effectuer sur la hauteur de la paroi d'excavation est dépendant de l'épaisseur totale polluée au sein de la paroi à suivre lors des travaux [de traitement](#). En fonction de l'épaisseur totale polluée, un nombre de couches polluées est défini dans le **TABLEAU 5**. L'épaisseur polluée est donc divisée en couches polluées d'égale épaisseur au sein desquelles l'échantillonnage est effectué.

Epaisseur totale polluée (E) de la paroi (m) = Hauteur totale de la paroi (m) – Epaisseur non polluée (m).

L'épaisseur non polluée est calculée sur base des investigations de sol réalisées. Si l'épaisseur saine n'est connue avec précision avant le début du chantier, l'expert réalisera quelques prélèvements en vue de préciser l'épaisseur saine de la couche.

TABLEAU 5 : NOMBRE (ARRONDI A L'UNITE SUPERIEURE) DE COUCHES POLLUEES A CONSIDERER EN FONCTION DE L'ÉPAISSEUR TOTALE POLLUEE DE LA PAROI.

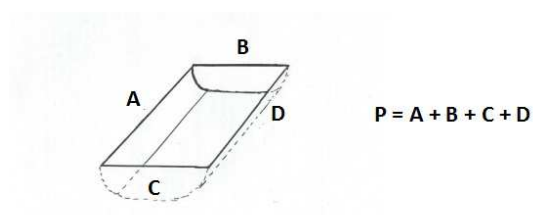
Epaisseur totale polluée (E) de la paroi (m)	Nombre de couches polluées
0 à 1,5 m	1
0 à 3 m	2
0 à 5 m	3
0 à 8 m	4
> 8 m	4 + (E – 8)/2,5

Le nombre d'échantillons par couche polluée est calculée de la manière suivante :

TABLE 6: NOMBRE D'ÉCHANTILLONS (ARRONDI A L'UNITE SUPERIEURE) PAR COUCHE POLLUÉE.

Périmètre* de la paroi (P) en (m)	Nombre d'échantillons par couche polluée **
P<20	P/5
20<P<100	4+(P-20)/10
100<P<500	12+(P-100)/25
P>500	28+(P-500)/50

* Le périmètre de la paroi est défini comme



** Le nombre d'échantillons par couche polluée doit être arrondi à l'unité supérieure. Sur une couche polluée, minimum un échantillon doit être prélevé par pan de paroi. Sur base de cette règle, le nombre d'échantillons à prélever pour de petites excavations peut donc être supérieur au nombre calculé selon le tableau ci-dessus.

12. RAPPORTAGE

Conformément au prescrit de l'AGRBC du 29/03/2018 fixant le contenu type du projet de gestion du risque, du projet d'assainissement, de la déclaration préalable au traitement de durée limitée et des modalités d'affichage du traitement de durée limitée, la mise en œuvre d'une intervention par excavation *stricto sensu* n'implique pas la remise à Bruxelles Environnement de un ou plusieurs rapports intermédiaires puisqu'il n'y a pas de test pilote prévu. Par contre, si les travaux par excavation sont couplés à un traitement *in situ* (pump and treat) ou que les terres excavées sont traitées *on site*, des rapports intermédiaires sont à prévoir.

De même, si l'assainissement par excavation, sans dispositif *in situ* ou *on site* en parallèle, s'étale sur plusieurs années, des rapports intermédiaires sont également à prévoir. Ce cas peut être rencontré pour de grands sites à réhabiliter pour lesquels un phasage est prévu en fonction de la mise à l'arrêt progressive des activités ou sur base d'un projet d'aménagement.

Conformément au chapitre 11 de l'AGRBC du 29/03/2018 fixant le contenu type du projet de gestion du risque, du projet d'assainissement, de la déclaration préalable au traitement de durée limitée et des modalités d'affichage du traitement de durée limitée, l'expert proposera le calendrier pour les rapports intermédiaires. En effet, dans le cas de mesures préalables au terrassement des terres (exemple mise en place de mesure de stabilité), un rapport intermédiaire à délivrer 30 jours après la notification de démarrage des travaux n'est pas toujours pertinent. Il est peut-être plus justifié de proposer un mois après le démarrage proprement dit de la phase « terrassement ».

Le rapport intermédiaire fourni en format électronique à Bruxelles Environnement devra renseigner au minimum sur :

- a. investigations/données nouvelles complémentaires : si des investigations complémentaires ont été menées, les résultats seront présentés. Par exemple, des investigations complémentaires peuvent être nécessaires pour affiner la délimitation du panache pour positionner au mieux un rideau de soutènement ou pour définir la distance de la pollution par rapport à une infrastructure et donc préciser le mode d'excavation (talus ou tranchées successives) ;
- b. description des travaux réalisés :
 - i. mesures de soutènement,
 - ii. retrait de citernes,
 - iii. zone excavée effectivement (localisation, profondeur) ;
- c. les filières d'élimination des déchets dangereux et terres contaminées. Si les certificats sont déjà disponibles ou fournis par l'entrepreneur, les centres de traitement ou les collecteurs agréés, ils seront joints. Une attention particulière sera portée pour tous les déchets définis comme dangereux ;
- d. les résultats analytiques (sol, eau, air...) et localisation des prélèvements sur une figure. Les teneurs seront confrontées aux normes ou objectifs de traitement :
 - i. résultats des matériaux de parois et de fonds de fosse ;
 - ii. résultats des remblais, épaisseurs et localisation des couches ;
 - iii. résultats des influents/effluents si un rabattement de nappe est réalisé ;
 - iv. autres résultats éventuel (qualité de l'air...).

N.B. : l'ensemble des résultats intermédiaires ayant permis d'orienter les travaux de traitement (arrêt ou poursuite des excavations) ne sont pas nécessairement à localiser sur plan (stade de parois ou fonds intermédiaires). Ces résultats sont repris en annexe dans un tableau et confrontés

avec les normes ou objectifs. C'est la situation finale qui est à décrire précisément (figures et tableaux) ;

- e. le contrôle des éventuels stocks temporaires de terres propres, polluées, déchets dangereux et autres matériaux suspects (déchets de construction...) ;
- f. les dispositifs souterrains ou aériens qui sont mis en place dans le cadre des travaux. Par exemple, l'implantation des infrastructures (drains...) pour des travaux *in situ* en parallèle ;
- g. mesures effectivement prises pour atténuer les gênes dans les conditions rencontrées ;
- h. les adaptations/mesures correctives au PA/PAL ou PGR mises ou à mettre en place ultérieurement pour pallier aux imprévus/conditions réelles de terrain. L'expert mentionnera si ces adaptations/mesures permettent de répondre de manière équivalente aux objectifs fixés.

Le rapport d'évaluation finale sera transmis via le formulaire électronique destiné à la mise à jour des données de l'inventaire de l'état du sol et comprendra :

- a. les points a à h du contenu des rapports intermédiaires ;
- b. l'ensemble des certificats d'analyses du laboratoire agréé, les attestations d'acceptation délivrées par le centre de traitement, le collecteur agréé, les certificats d'origine des matériaux de remblai...
- c. les teneurs sont comparées aux objectifs définis dans le projet et également aux normes d'assainissement et d'intervention définies dans [l'AGRBC du 29/03/2018](#) en vue de définir la catégorie de l'état du sol.

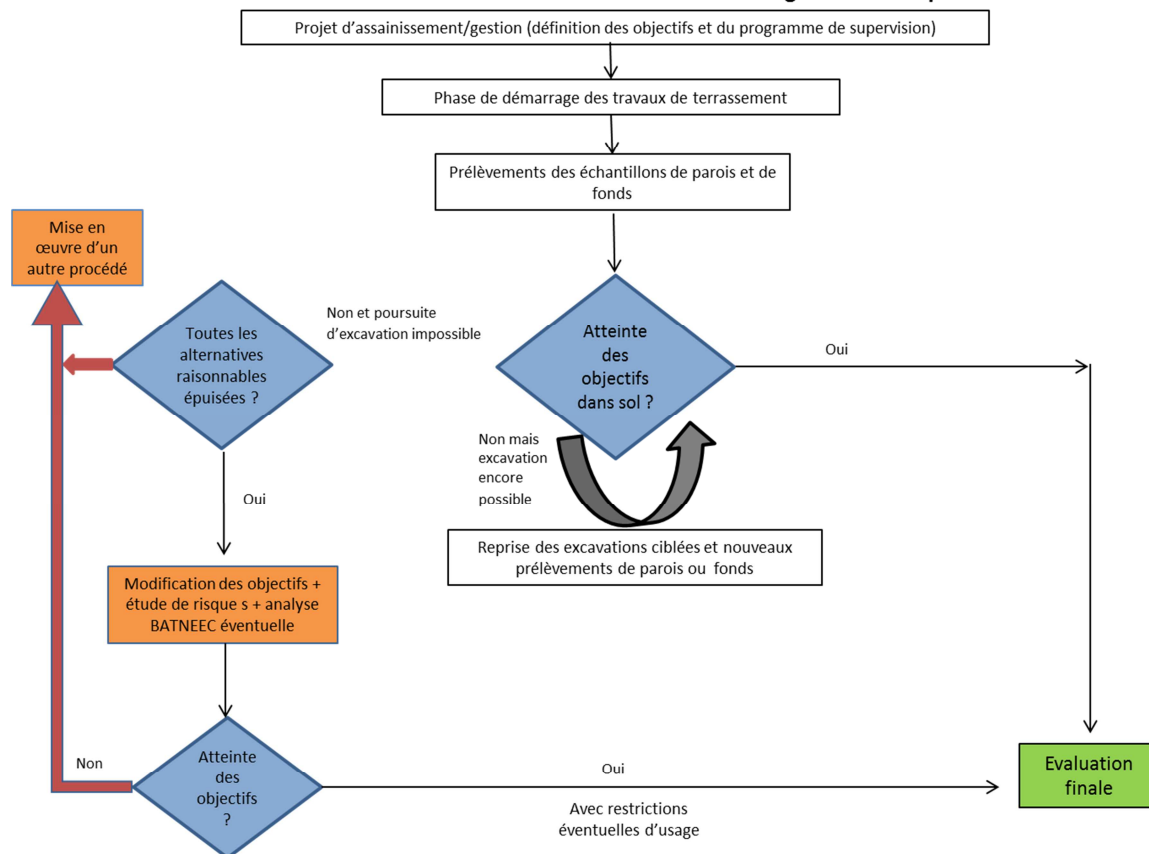
13. MESURES DE VALIDATION ET SCHEMA DECISIONNEL ARRET-POURSUITE

Les mesures de validation visent à préciser si les objectifs **du traitement** (ou limité) ou la gestion du risque sont atteints de manière durable de sorte que les opérations de terrassement peuvent être considérées comme terminées.

Dans le cadre des travaux par excavation des terres polluées, les mesures de validation consistent à prélever des échantillons de parois et de fond de fosse conformément à la stratégie définie au point 11.4. Cette campagne d'analyses portera au minimum sur tous les polluants dont la présence a requis une intervention. Il peut s'avérer utile de vérifier la teneur d'autres composés qui ne nécessitaient pas une intervention, mais qui pourraient suite aux travaux d'excavation présenter en fin de travaux des teneurs inférieures et ainsi modifier la catégorie de l'état du sol.

En cas de non atteinte des objectifs, les excavations des parois ou fonds qui présentent encore des dépassements sont poursuivies. S'il est impossible d'effectuer des reprises, une modification des objectifs **du traitement** pourra être proposée par l'expert en même temps qu'une étude de risque (avec éventuellement proposition de restriction d'usage) et, le cas échéant, d'une analyse BATNEEC. Après approbation de cette modification par Bruxelles Environnement, deux cas de figure peuvent se produire : sur la base des nouveaux objectifs, le traitement peut être considéré comme terminé ou, au contraire, les opérations de traitement doivent être relancées par la mise en place d'un autre type de traitement (*in situ*).

Schéma décisionnel de validation de l'assainissement ou de la gestion du risque



14. MONITORING À LONG TERME ÉVENTUEL

Etant donné que le traitement d'une pollution par excavation consiste à retirer de manière définitive la contamination, aucune mesure de monitoring à long terme ne doit être effectuée.

15. RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE SANTE, SECURITE ET ORGANISATION

15.1. CHECK-LIST SUCCINTE POUR LES ENTREPRENEURS

La check-list à destination des entrepreneurs est reprise dans le **TABLEAU 6**. Cette liste vise à aider les entrepreneurs dans la rédaction de leurs offres en réponse aux cahiers de charge rédigés par les experts. Compte tenu de la grande diversité des situations rencontrées, cette liste ne saurait être exhaustive.

Les remarques suivantes peuvent être faites :

- pour les entrepreneurs certifiés VCA ou de manière équivalente, les mesures énumérées dans le **TABLEAU 6** et ayant trait à la santé et sécurité sont déjà systématiquement d'application ;
- la check-list du **TABLEAU 6** est valable pour les entrepreneurs et leurs sous-traitants dans leurs domaines d'intervention respectifs ;
- en règle générale, les visites d'inspection à mener sur le chantier sont à exécuter au minimum sur une base bimensuelle (exemple : lors d'un rabattement de nappe) ;
- pour les conduites de collecte, on privilégiera de manière systématique les conduites enterrées de manière à éviter les accidents, l'incidence du gel et les actes de vandalisme ;
- lorsqu'un risque d'explosion est avéré au niveau des puits de pompage, des conduites ou de la station de traitement, le risque d'explosion (LEL) sera mesuré en continu et le système sera mis en sauvegarde dès un dépassement de 10 % de la LEL (entrée d'air et alarme) ;
- en cas de stockage sur site de terres polluées ramenées à la surface du fait de la mise en place des puits, des mesures seront prises pour éviter la contamination du sol et des eaux souterraines sous-jacentes.

TABEAU 6 : CHECK-LIST A DESTINATION DES ENTREPRENEURS

Rubrique	Vérification
Informations préalables complètes et suffisantes (études préalables, cahier de charge, descriptif des travaux, ..)	
Caractéristiques du sol insaturé ou saturé à traiter	Composition du sol : succession et caractéristiques des couches, présence de couches de perméabilités différentes.
	Densité des observations suffisante pour la pose du blindage ou définir les limites des excavations ?
Polluants présents	Nature des polluants présents, répartition des teneurs, source encore active ? Evaluation de la charge polluante dans les différentes couches du sol, présence d'une phase pur dans le sol ?
Caractéristiques des infrastructures sur le site et son voisinage immédiat	Inventaires et cartographie des bâtiments et infrastructures aériennes (lampadaires, poteaux, arbres, bouches d'incendie...) Inventaire et cartographie des infrastructures enterrées et impétrants.
Lignes électriques aériennes	Relevé des lignes ou câbles aériens
Etude de stabilité des infrastructures enfouies	Etudes de stabilité adéquates et en cohérence avec les travaux à réaliser
Etude de stabilité des ouvrage aériens	Etudes de stabilité adéquates et en cohérence avec les travaux à réaliser
Cibles sensibles	Cibles sensibles présentes sur et aux alentours du chantier bien identifiées. Arbre ou plantation à préserver ou à mettre en jauge.
Energies et fluides	Le site dispose-t-il d'électricité (220-360 Volt) et de l'eau ?
Aspects techniques du cahier des charges ou du descriptif des travaux	Descriptif des travaux à mettre en œuvre (localisation, profondeur...) et éventuellement rabattement de la nappe (types de pompes, type de traitement des eaux pompées...). Un suivi efficace pourra-il être réalisé (accessibilité aux points d'entrée et de sortie des eaux)
Terres polluées	Les terres polluées dangereuses ou non ?
Aire disponible	Les terres de déblai saines pourront-elles être stockées sur site. Où le local de chantier sera placé ?
Remblai	Quelle est la nature des matériaux de remblai et les niveaux de compaction sont-ils précisés ?
Identification des autorisations nécessaires et des cadres normatifs à	Vérifier que les autorisations nécessaires ont été demandées par le donneur d'ordre et que les travaux seront exécutés conformément aux législations en vigueur.



respecter	
Identification des procédures particulières à respecter	Identifier les procédures particulières et vérifier que leur respect est bien pris en compte dans le cahier des charges ou le descriptif des travaux : transport des déchets dangereux...
Les lignes de communication sont définies	Les identités et coordonnées du maître d'œuvre, de l'entrepreneur, du titulaire de l'obligation, de l'agent de Bruxelles Environnement, des autorités compétentes sont connues
Identification et nature des risques	Risque de dommages des infrastructures enterrées.
	Risques pour la santé du personnel du fait de la présence de produits volatils et dangereux
	Risques de pollution du sol et des eaux souterraines du fait du stockage de produits dangereux et/ou polluants
	Risques de pollution du sol et des eaux souterraines du fait du stockage de sol pollué sur site.
	Risques climatiques : gel des conduites du site mises à jour ou celles du système de pompage des eaux...
	Risques liés à la circulation si infrastructures présentes sur la voie publique
Mesures préventives	Pour chacun des risques identifiés, identification et mise en place des mesures préventives y inclus la formation du personnel
Personnes et services à contacter en cas de problème	Pour chacun de risques identifiés, identité et coordonnées des personnes et/ou service à contacter : service incendie, commune, protection civile,,exploitant des réseaux
Identification des nuisances possibles	Odeur et vapeurs dangereuses pour le voisinage
	Bruit des équipements : engins de chantier, pompes, groupes électrogènes...
	Encombrement des voiries
	Salissement des voiries
Mesures préventives	Pour chacune des nuisances identifiées, identification et description des mesures préventives. Par exemple, mise en place d'explosimètres, l'entrepreneur à t'il prévu le passage d'une balayeuse aspiratrice de rue...)
Mesures correctives et d'intervention	Pour chacune des nuisances identifiées, préparation des mesures correctives et d'intervention (en urgence, si nécessaire)
Planning et contenu des opérations de suivi, de validation	
plan as build	Plan précis reprenant la localisation des zones excavées, des zones de stockage temporaires.



Volumétrie	Qui s'occupe de la volumétrie des fosses ?
Présence de l'expert	A quel moment l'expert doit être impérativement présent ? L'entrepreneur en est-il averti ?
Paramètres du suivi du sol	Les composés analysés suivis sont-ils suffisants ? Les teneurs mesurées répondent-elles aux objectifs définis dans le projet ?
Paramètres du suivi des eaux	Relève des niveaux piézométriques, analyses des eaux pompées et rejetées. Sont-elles conformes ?
Attestations et certificats	Quand les certificats ou attestations me seront-elles délivrées et par qui ?
Rapportage	Planning pour la soumission du rapport intermédiaire éventuel et du rapport d'évaluation finale.
Etape de validation des résultats, des attestations, des certificats.	Les données recueillies sont-elles suffisantes pour la réalisation de cette étape ?
Etude de risque et (BATNEEC) si modification des objectifs	Les données recueillies sont-elles suffisantes pour la réalisation de cette étape ?
Points d'attention spécifiques aux techniques de traitement mises en œuvre	
Méthode générale de travail	Afin d'éviter la création de pollutions nouvelles, on excavera toujours à sec, sauf pour l'enlèvement de croûtes. Dans ce cas, on ne commencera l'extraction d'eau qu'après avoir enlevé la croûte
Proximité des constructions	Dès que l'excavation s'approche de moins de 3 mètres d'une construction ou en cas de risque pour les ouvrages à conserver, des mesures sont prises pour prévenir l'effondrement et pour assurer la stabilité. On réalise les excavations en talus, par tranches, en terrasses. Au besoin des mesures de soutènement sont prises (blindage, palplanches, pieux, parois berlinoises, rempiètement, ...). Les opérations d'excavation sont réalisées sous contrôle d'un ingénieur en stabilité.
Composantes volatiles / explosives	En fonction de la volatilité des polluants, on vérifie sur la base des fiches chimiques ou des MSDS/FDS existantes, entre autres, si la contamination peut être volatile et peut représenter un risque pour la santé par inhalation. On tient également compte du potentiel de pulvérisation, d'explosion ou de diffusion par la poussière. On installe des instruments de mesure adéquats sur place et on mesure en continu pendant les travaux d'excavation/forage. Tant que la fouille est ouverte, les instruments de mesure restent en place et un échantillonnage est réalisé toutes les 6 heures. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un explosimètre ou si possible un appareil de mesure des composantes individuelles.



	Le personnel porte une combinaison chimique, avec bottes de sécurité, masque facial, lunettes et gants. Si les valeurs mesurées sur place dépassent les normes acceptables (RGPT), le port du masque est obligatoire. Les cabines des engins de terrassement sont pressurisées et équipées d'un système de filtration.
Contaminations chimiques agressives (composantes actives non volatiles)	Si les travaux d'excavation comprennent l'utilisation de substances ou mélanges chimiques actifs (sur la base des fiches chimiques ou des MSDS/FDS existantes), le personnel susceptible d'être exposé porte les équipements de protection individuelle adéquats.
Lixiviation, écoulement de produits liquides	Stockage des terres sur une membrane étanche de qualité suffisante ou dans des conteneurs étanches. Recouvrement des terres stockées. Récolte des lixiviats dans un réservoir avec une évacuation/un traitement adéquats. Nettoyage des citernes avant excavation selon les procédures en vigueur, avec fourniture d'un certificat. Rinçage des canalisations selon les procédures en vigueur, avec fourniture d'un certificat. Transport dans des conditions garantissant l'absence d'écoulement sur les voiries. Evacuation des terres vers un centre de traitement agréé.
Percement d'impétrants / de canalisations souterraines	Compléter éventuellement le repérage des réseaux par une prospection géophysique. Excavation manuelle préalable toujours indispensable à proximité des canalisations ou des endroits potentiels.
Contaminations lors du fonçage de puits, pieux, écrans étanches...	Adapter la technique à la nature de la contamination (exemple : couches de produits purs). Récupérer les eaux, boues, coulis et terres issus des opérations et les traiter de manière adéquate.
Chute dans une fouille ouverte	Reboucher les fouilles et/ou les tranchées le plus vite possible. Une signalisation adéquate de la fouille et/ou des tranchées (p.ex. ruban rouge/blanc) est mise en place. Des protections des fouilles sont mises en place si nécessaires (garde-corps). On fera usage d'échelle pour descendre dans les fouilles, y compris lors des opérations de prise d'échantillons. Il est interdit de descendre le personnel avec le bac de la pelle.
Incendie et/ou explosion	Si les excavations se font en milieu clos, il est nécessaire de prévoir une ventilation (forcée) avec un débit suffisant et une surveillance adéquate. Il est également utile d'utiliser un indicateur de présence de gaz afin de détecter à temps la présence de vapeurs explosives et/ou l'absence d'oxygène.



Emission de poussières	Arroser/asperger le terrain (installation fixe ou chariot d'arrosage), les pistes d'accès et le cas échéant les voiries proches du site. Limiter la vitesse de circulation sur chantier à moins de 20 Km/h. Bâcher les stockages de terres et les bennes des camions si nécessaire.
Contact avec les contaminants présents dans la terre	Toujours utiliser les équipements de protection nécessaires Si nécessaire, équiper les excavatrices d'une cabine de surpression avec filtre à charbon actif
Contact d'une personne avec un engin de terrassement	Penser l'installation du chantier et la circulation sur celui-ci de manière à limiter les risques Utiliser des équipements de protection (casque & vêtements de signalisation) Signaler l'interdiction d'entrer dans le rayon de braquage Avertisseur de recul
Basculement ou affaissement de machines sur le chantier	Prévoir un plan d'installation du chantier & un plan de circulation clairs et à jour Toujours prévoir une zone de chargement et de déchargement stable Toujours essayer de monter les grues-pelle d'une manière stable Protection grue-pelle (ROPS & FOPS)
Collision et/ou accident de machine(s) sur le chantier (grue, chargeuse sur pneus, camion, voiture de chantier,...)	Prévoir un plan d'installation du chantier & un plan de circulation clairs et à jour Indiquer la limitation de vitesse pour la circulation de chantier Indiquer les règles de priorité sur le chantier
Economie d'énergie – contamination de l'environnement	Ne pas laisser fonctionner les machines inutilement afin d'éviter les émissions et la consommation de carburant excessives Entreposage correct des matières dangereuses et des combustibles afin d'éviter des écoulements accidentels et/ou des fuites. Collecte sélective de déchets (évacuation séparée) Essayer d'éviter – réutiliser – recycler – trier les déchets le plus possible (cf. Echelle de Lansink)



15.1. CHECK-LIST SUCCINTE POUR LES EXPERTS

La check-list à destination des experts est fournie au **TABLEAU 7**. Cette liste vise à aider les experts dans la rédaction des descriptifs des travaux, les estimations de coût et l'élaboration des cahiers de charge à destination des entrepreneurs.

TABEAU 7 : CHECK-LIST A DESTINATION DES EXPERTS

Rubrique	Vérification
Informations préalables complètes et suffisantes (cahier de charges, descriptif des travaux...)	
Impétrants	Demande auprès des exploitants des réseaux effectuées et réponse adéquates obtenues
Caractéristiques des infrastructures sur le site et son voisinage immédiat	Inventaires et cartographie des bâtiments et infrastructures aériennes (lampadaires, poteaux, arbres, bouches d'incendie...) Inventaire et cartographie des infrastructures enterrées et impétrants.
Lignes électriques aériennes	Relevé des lignes ou câbles aériens
Etude de stabilité des infrastructures enfouies	Etudes de stabilité adéquates et en cohérence avec les travaux à réaliser
Etude de stabilité des ouvrage aériens	Etudes de stabilité adéquates et en cohérence avec les travaux à réaliser
Cibles sensibles	Cibles sensibles présentes sur et aux alentours du chantier bien identifiées. Arbre ou plantation à préserver ou à mettre en jauge.
Energies et fluides	Le site dispose t'il d'électricité (220-360 Volt) et de l'eau ?
Aspects techniques du cahiers des charges ou du descriptif des travaux	Descriptif des travaux à mettre en œuvre (localisation, profondeur...) et éventuellement rabattement de la nappe (types de pompes, type de traitement des eaux pompées...)
Terres polluées	Les terres polluées dangereuses ou non ?
mise à l'arrêt du chantier	le donneur d'ordre à t-il prévu des analyses en urgence pour la réception des parois et fonds de fosse ? Y aura-t-il des moments d'arrêt de chantier ?
Aire disponible	Les terres de déblai saines pourront-elles être stockées sur site. Où le local de chantier sera placé ?
Remblai	Quelle est la nature des matériaux de remblai et les niveaux de compaction demandé sont-ils compatibles ? Les remblais sont-ils conformes ? Des analyses sont-elles disponibles ?
Identification des autorisations nécessaires et des cadres normatifs à respecter	Vérifier que les autorisations nécessaires ont été demandées par le donneur d'ordre et que les travaux seront exécutés conformément aux législations en vigueur.
Identification des procédures particulières à respecter	Identifier les procédures particulières et vérifier que leur respect est bien pris en compte dans le cahier des charges ou le descriptif des travaux : transport des déchets dangereux...



Points de rejets	Points de rejet des eaux traitées issus du rabattement éventuel de la nappe
Les lignes de communication sont définies	Les identités et coordonnées du maître d'œuvre, du donneur d'ordre, de l'expert, de l'agent de Bruxelles Environnement, des autorités compétentes sont connues
Informations devant être présentes dans le plan de santé et sécurité, et prévention de l'entrepreneur	
Identification et nature des risques	Risques pour les infrastructures enterrées
	Risques associés au retrait d'infrastructures enterrées (canalisations, citernes...)
	Risque de chute dans la fosse
	Risques de pollution du sol et des eaux souterraines du fait du stockage de produits dangereux et/ou polluants (exemple : mazout pour les engins de chantier)
	Risques de pollution du sol et des eaux souterraines du fait du stockage temporaire de sol pollué sur site
	Risques pour la santé du personnel du fait de la présence de produits volatils et dangereux
	Risques d'accidents en général : chutes, incendie, électrocution
	Risques liés à l'intrusion sur le site de personnes non autorisées : vols, vandalisme et risque pour la santé
	Risque en cas de travail en milieu confiné (caves, fosses,...) liés à la mauvaise qualité de l'air
	Risques climatiques : gel des conduites du site mises à jour ou celles du système de pompage des eaux...
	Risques liés à la circulation si infrastructures présentes sur la voie publique
Mesures préventives	Pour chacun des risques identifiés, identification et mise en place des mesures préventives (matériel électrique anti-déflagrant), y inclus la formation du personnel
Mesures correctives et d'intervention	Pour chacun des risques identifiés, préparation des mesures correctives et d'intervention (en urgence, si nécessaire)
Personnes et services à contacter en cas de problème	Pour chacun de risques identifiés, identités et coordonnées des personnes et/ou service à contacter : service incendie, commune, protection civile, exploitant des réseaux...
Identification des nuisances possibles	Odeur et vapeurs dangereuses pour le voisinage
	Bruit des équipements : engins de chantier, pompes, groupes électrogènes...



	Encombrement des voiries
	Salissement des voiries
Mesures préventives	Pour chacune des nuisances identifiées, identification et description des mesures préventives. Par exemple, mise en place d'explosimètres, passage d'une balayeuse aspiratrice de rue...
Mesures correctives et d'intervention	Pour chacune des nuisances identifiées, préparation des mesures correctives et d'intervention (en urgence, si nécessaire)
Planning des interventions	
Planning des phases	un planning sera fourni au maître d'ouvrage afin de connaître le phasage des travaux
Délais	un délai sera fourni au maître d'ouvrage en vue de connaître la durée de l'inaccessibilité de la zone
Remblai	Prévoir le planning d'analyses des terres de remblai
Identification des pannes et des problèmes techniques susceptibles de se produire	Défectuosité des équipements et de l'installation (par exemple, en cas de pompage des eaux)
Mesures correctives et d'intervention	Pour chacun des problèmes susceptibles de se produire : préparation des mesures correctives et d'intervention (en urgence, si nécessaire)
Rapports de surveillance de l'expert	Prise en compte des rapports de suivi de l'expert et mise en place concertée des mesures correctives ou d'optimisation.



16. SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Fiche de sécurité D1 F 03 91, OPPBTP de juin 1996. Blindage de tranchées exécutées en bon terrain.
- Bottiau. FrankiFondation Belgium. Systèmes de soutènement.
- <http://www.atelierpjb.com/excavatrices-godets.html>
- <http://www.atlas-fondations.fr/Business-Units/Pieux.aspx>
- CSST, juin 2013. Pour mieux exécuter les travaux de creusement, d'excavation et de tranchées.
- Le Floch Dépollution collabore au projet de réhabilitation du site de Grande Paroisse
<http://www.ordimip.com/files/Commissions-mixtes/Reunion%20du%20140206/LFD%20140206.pdf>
- ArcelorMittal, Palplanche. Etanchéité des rideaux de palplanches.
<http://palplanches.arcelormittal.com/>
- BRGM et ADEME, <http://www.selecdepol.fr/>
- Josseume, Ingénieur ENSM. Méthode de calcul des rideaux de palplanches. Etude bibliographique. BLPC 72 pp177-212.
- INRS, Santé et sécurité au travail,
<http://www.inrs.fr/accueil/secteurs/environnement/depollution.html>
- Soutènements - Blindages – Reprise en sous-œuvre. Soutènement des terres. Blindage de fouilles.
www.everyoneweb.fr
- Different Excavation Techniques used for Construction.
<https://excavationservices.wordpress.com/2012/02/09/different-excavation-techniques-used-for-construction/>
- Infos fiche de Bruxelles Environnement : Professionnel, Changements législation amiante du 10/10/2006 ;
- Infos fiche de Bruxelles Environnement : Déchets, Enlèvement d'amiante, mai 2007 ;
- L'amiante : réglementation, juillet 2012. Union wallonne des entreprises ;
- http://www.belgium.be/fr/environnement/substances_chimiques/amiante/
- Standaardprocedure bodemsanering'swerken, indevaluatieonderzoek en nazorg'versie. Oktober 2011, OVAM
- Code Wallon de Bonnes Pratiques. Guides de référence pour l'évaluation finale. Version 01. DGO3.