

Décret du 1^{er} mars 2018 relatif à la gestion et à l'assainissement des sols

Code Wallon de Bonnes Pratiques

Version 04.1

Guide de Référence pour le Projet d'Assainissement



DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE [DGO 3]

DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

DÉPARTEMENT DU SOL ET DES DÉCHETS –

DIRECTION DE LA PROTECTION DES SOLS ET DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT DES SOLS

Table des matières

0	PRÉAMBULE	3
1	CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	5
1.1	Objectifs, place et fonction du projet d'assainissement.....	5
1.2	Rôle de l'expert.....	8
2	CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE	9
2.1	Principes généraux	9
2.2	Etapes et méthodologie générale du PA	11
2.3	Phase 1 : Etude préparatoire	14
2.3.1	<i>Examen de l'EO et de l'EC ou de l'ECO</i>	15
2.3.2	<i>Conditions et contraintes techniques spécifiques</i>	15
2.3.3	<i>Modèle conceptuel du site</i>	16
2.4	Phase 2 : Sélection des techniques applicables et de la variante optimale.....	17
2.4.1	<i>Examen de l'approche simplifiée « excavation-évacuation totale »</i>	17
2.4.2	<i>Identification des techniques applicables</i>	20
2.4.3	<i>Elaboration des variantes d'assainissement</i>	21
2.4.4	<i>Choix de la variante optimale</i>	24
2.4.5	<i>Etude des faisabilités</i>	25
2.5	Phase 3 : description détaillée de la variante retenue	26
2.5.1	<i>Données nécessaires au dimensionnement</i>	28
2.5.2	<i>Dimensionnement de la variante retenue</i>	28
2.5.3	<i>Résultats attendus</i>	29
2.5.4	<i>Mesures de réparation complémentaire et compensatoire - MRCC</i>	29
2.5.5	<i>Suivi des actes et travaux d'assainissement</i>	30
2.5.6	<i>Validation des actes et travaux d'assainissement</i>	31
2.5.7	<i>Délai de réalisation et planning</i>	32
2.5.8	<i>Incidences des travaux sur l'environnement</i>	34
2.5.9	<i>Mesures de sécurité (post-assainissement)</i>	34
2.5.10	<i>Estimation des coûts d'assainissement</i>	35
3	CHAPITRE 3 : RAPPORT DE PA	36
3.1	Mise en forme du rapport	37
3.2	Modalités d'envoi	38
3.3	Contenu du rapport	39
3.4	Contenu requis par chapitre	40
3.4.1	<i>Introduction</i>	40
3.4.2	<i>Mise à jour des données administratives</i>	41
3.4.3	<i>Etude préparatoire</i>	41
3.4.4	<i>Examen de l'option simplifiée « excavation-évacuation totale »</i>	42
3.4.5	<i>Techniques applicables, variantes d'assainissement et analyse comparative</i>	42
3.4.6	<i>Description détaillée de la variante retenue</i>	44
3.4.7	<i>Conclusions et recommandations</i>	49
3.4.8	<i>Annexes</i>	50
3.4.9	<i>Cartes et plans</i>	51

Liste des annexes

Annexe 1 : Manuel d'utilisation de la grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement - GAMMA	53
Annexe 2. Démonstration de la méthode Prométhée.....	98
Annexe 3: Techniques appliquées en assainissement des sols et données à acquérir en vue de dimensionner les installations ou les équipements d'assainissement.....	106

Liste des figures

Figure 1 : Place du projet d'assainissement dans le "décret sols".....	7
Figure 2 : Étapes générales du projet d'assainissement	13
Figure 3 : Représentation de la Phase 1, Etude préparatoire	14
Figure 4 : Représentation de la Phase 2, Sélection des techniques et variante optimale	19
Figure 5 : Représentation de la Phase 3, Description détaillée de la variante retenue	27
Figure 6: Logigramme décisionnel	60
Figure 7 : Proposition de piliers d'évaluation.....	68
Figure 8 : Courbe d'interpolation des résultats	74

Légende générale des schémas de l'étude d'orientation

	: processus
	: question
	: document délivrable
	: application d'une stratégie prédéfinie
	: logigramme particulier

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau descriptif des tâches planifiées (Gantt)	33
Tableau 2 : Format requis pour les annexes au rapport de PA	38
Tableau 3 : Pondération des piliers	70
Tableau 4 : Objectifs fixés au sein de chaque pilier	71
Tableau 5 : Liste de critères sélectionnés	72
Tableau 6 : Pondération des critères	73

0 PRÉAMBULE

Ce document constitue la version 04 du "Guide de Référence pour le Projet d'Assainissement" – GRPA.

Il résulte de la mise en œuvre, au 1^{er} janvier 2019, du décret du 1er mars 2018 relatif à la gestion et à l'assainissement des sols, dénommé dans ce guide "décret sols" et de ses arrêtés d'exécution.

La présente version tient compte également du retour d'expérience des trois premières versions du guide, des avis des partenaires (ISSeP¹, SPAQuE²) impliqués dans l'application des dispositions du décret sols et dans la révision du CWBP ainsi que des remarques émises sur le projet de version 04 du GRPA, soumise à la consultation des différents acteurs directement concernés du 14 septembre au 15 octobre 2018.

Le GRPA définit le niveau de qualité que doit atteindre le projet d'assainissement (PA) pour répondre aux prescriptions fixées aux articles 53 à 58 du décret sols. Le lecteur est, dès lors, invité à prendre connaissance dudit décret et des AGW susvisés préalablement à la lecture de ce guide.

Il constitue le quatrième guide du Code Wallon des Bonnes Pratiques (CWBP en abrégé dans la suite du texte). Il s'inscrit donc dans la suite logique directe des trois premiers documents de ce code, les Guides de Référence pour l'Etude d'Orientation (GREO en abrégé dans la suite du texte), pour l'Etude de Caractérisation (GREC) et pour l'Etude de Risques (GRER). Il est complété de l'outil d'aide à la décision **GAMMA** (Guide d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement) et de son manuel d'utilisation repris en Annexe 1 : Manuel d'utilisation de la grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement - GAMMA ».

Il précise également les spécificités méthodologiques auxquelles les experts en gestion des sols pollués au sens de l'article 2, 21° du décret sols doivent se conformer pour répondre à l'objectif de gestion des terrains pollués.

Conformément à l'article 18 du décret sols, le CWBP dont fait partie le présent guide pour les PA « a valeur indicative et vise à garantir la qualité de la démarche d'expertise. Il comporte des critères permettant à l'expert de justifier et garantir que les méthodologies alternatives qu'il propose assurent un niveau et une qualité équivalents. ». En d'autres termes, ce document a pour but de fournir une méthodologie apte à répondre aux besoins et aux objectifs de la plus grande majorité des cas rencontrés.

Il est loisible à l'expert d'adapter la méthodologie pour répondre à des situations spécifiques et non conventionnelles et de justifier sa démarche et l'équivalence du résultat.

Par ailleurs, le présent document n'a pas pour vocation de se substituer aux lois et règlements en vigueur et ne peut être utilisé pour les contourner ou les éviter.

Le présent guide s'organise comme suit :

Le [chapitre 1](#) présente les objectifs spécifiquement poursuivis par le PA, les étapes à suivre et les principes méthodologiques, ainsi que le rôle de l'expert et les concepts sur lesquels s'appuie la méthodologie.

Le [chapitre 2](#) détaille la méthodologie en suivant chronologiquement les différentes étapes de réalisation :

- La [Phase 1](#), ou "étude préparatoire" fait une synthèse des données et observations pertinentes récoltées dans le cadre des études préalables ;

¹ ISSeP – Institut Scientifique de Service Public

¹ SPAQuE – Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement

- La **Phase 2** est la phase de **sélection de la variante d'assainissement optimale**, qui inclut une évaluation quantitative et qualitative des techniques d'assainissement en fonction notamment des conditions et contraintes spécifiques de la situation rencontrée et sur base de l'outil GAMMA ;
- La **Phase 3** concerne la **description détaillée de la variante optimale retenue**.

Le **chapitre 3** détaille le contenu du rapport du PA et fournit les prescriptions utiles pour sa rédaction.

1 CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

La définition des concepts nécessaires à la bonne compréhension de ce guide ainsi que la liste des liens utiles sont reprises au sein d'un glossaire général constituant un volume individualisé du Code Wallon de Bonnes Pratiques.

1.1 Objectifs, place et fonction du projet d'assainissement

Le décret relatif à la gestion et à l'assainissement des sols du 01 mars 2018 (dénommé dans ce guide **décret sols**) instaure une procédure d'évaluation des terrains potentiellement pollués dont les premières étapes sont l'étude d'orientation (EO), l'étude de caractérisation (EC) et le cas échéant l'étude de risques (ER). Ces études visent à identifier la présence de pollutions, à les quantifier - et pour les pollutions historiques, à établir si elles constituent des menaces graves -. Elles déterminent l'urgence et la nécessité d'assainir les pollutions ainsi que les objectifs d'assainissement associés. Ces étapes sont définies dans les guides de référence pour l'EO, l'EC et l'ER.

L'article 58 du décret sols fixe le contenu minimum du projet d'assainissement.

Le projet d'assainissement (PA) propose le type et le mode d'exécution des actes et travaux d'assainissement à réaliser pour atteindre les objectifs d'assainissement définis en fonction des caractéristiques du terrain et des pollutions à assainir sur base du décret sols.

Le PA décrit la variante d'assainissement retenue et motive son choix sur base notamment de l'analyse multicritère incluse dans l'outil GAMMA (Grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement). GAMMA constitue un outil d'aide à la décision, il est dès lors laissée la possibilité à l'expert de sélectionner une autre variante que celle identifiée comme la plus pertinente dans l'analyse GAMMA, mais un argumentaire justifiant ce choix devra être établi afin de fournir l'ensemble de la réflexion menée par l'expert conduisant à cette décision.

Le PA précise également les objectifs d'assainissement attendus et la procédure qui permettra de mesurer les résultats obtenus, ainsi que le délai dans lequel ces travaux doivent être exécutés.

Enfin, le PA détermine, le cas échéant :

- les mesures de sécurité auxquelles seront soumis les terrains au terme des actes et travaux d'assainissement ;
- les mesures de suivi à prendre durant l'assainissement du terrain (et le délai pendant lequel elles sont maintenues) ;
- dans le cas d'une pollution nouvelle, les mesures de réparation complémentaire et compensatoire à prendre si les objectifs d'assainissement tels que définis à l'article 56, alinéa 2 relatifs aux eaux souterraines, n'ont pas pu être atteints.

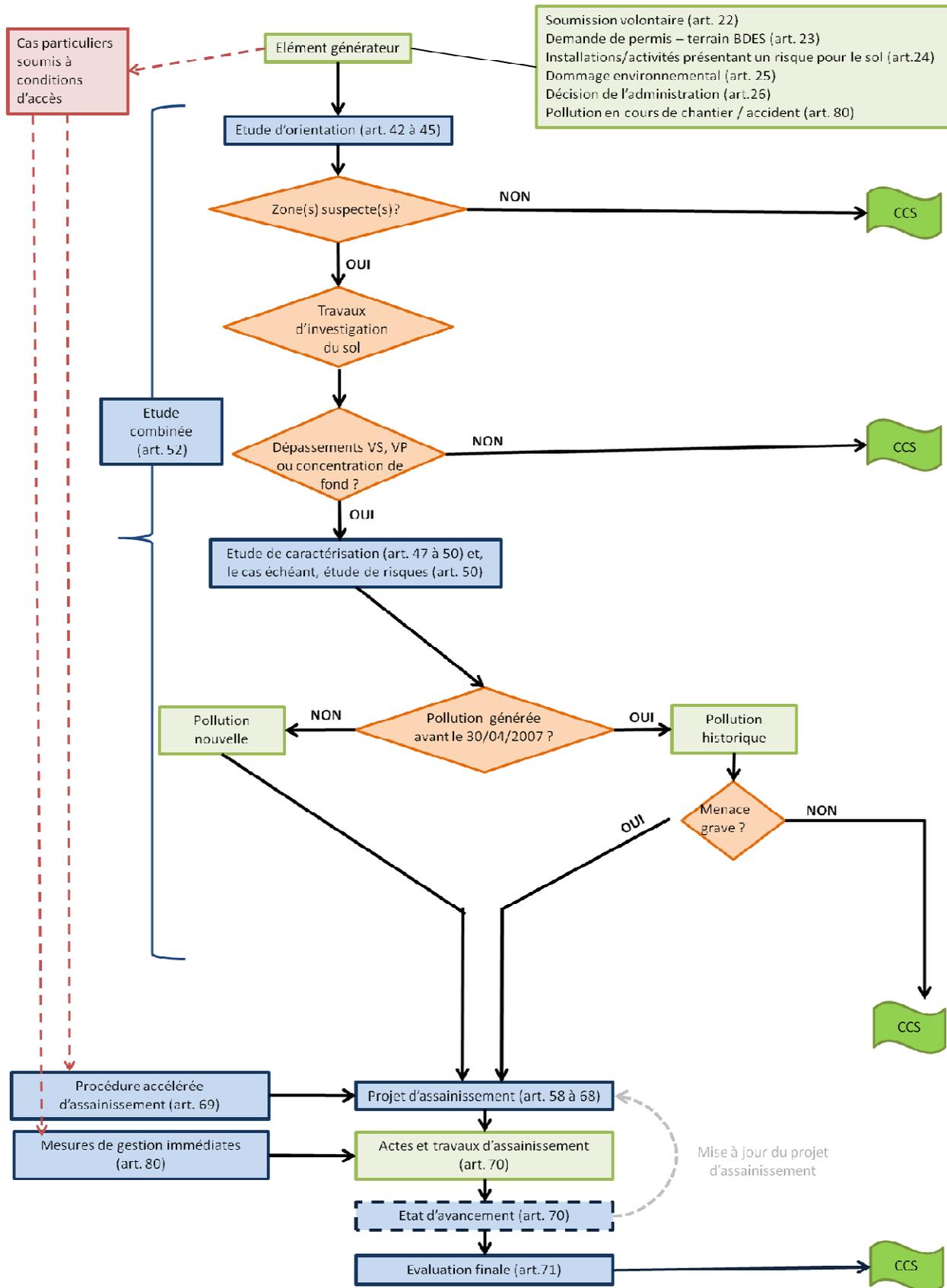
En d'autres termes, le projet d'assainissement doit permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau de dépollution à atteindre au regard du caractère nouveau ou historique de la pollution ?
- Quelle(s) est (sont) parmi les meilleures techniques disponibles applicables, incluses parmi plusieurs variantes d'assainissement élaborées par l'expert, la(les) plus adaptée(s) au terrain pour atteindre les objectifs d'assainissement ?
- Quel est le niveau de dépollution atteignable en tenant compte des meilleures techniques disponibles, de la spécificité de la situation rencontrée et des aspects environnementaux, sociaux et économiques spécifiquement liés aux travaux d'assainissement ?

- La technique choisie est-elle faisable sur le terrain (résultats argumentés d'un test pilote ou réussite connue de la technique dans un cas similaire) ?
- Quelles sont les mesures de suivi (mesures de surveillance et de validation) à mettre en œuvre dans le cadre de la réalisation des actes et travaux d'assainissement ?
- Quelles sont les incidences du projet sur l'environnement ? Une étude des incidences sur l'environnement, au sens du livre I^{er} du Code de l'environnement, est-elle nécessaire ?
- Quelles sont les pollutions résiduelles attendues au terme des travaux d'assainissement ?
- Le terrain nécessite-t-il la mise en œuvre de mesures de sécurité et/ou des mesures de suivi et/ou des mesures de réparation complémentaire et compensatoire avant, pendant et après les travaux d'assainissement ?

La Figure 1 situe, sous forme d'un logigramme, la place du projet d'assainissement dans la procédure organisée par le décret sols.

Figure 1 : Place du projet d'assainissement dans le "décret sols"



1.2 Rôle de l'expert

Le projet d'assainissement doit être réalisé par un expert en gestion des sols pollués, dûment agréé. La mission de l'expert consiste à apporter les éléments fixés par le décret sols dans un rapport d'expertise, et plus précisément :

- dans un premier temps :
 - à réunir différents éléments d'information : pièces, documents, résultats, dont le détail figure dans le présent guide ;
 - à évaluer la pertinence de chaque élément ;
 - à déterminer, pour chaque élément, son importance dans la (les) proposition(s) de décision formulée(s) dans le rapport d'expertise.
- dans un second temps :
 - à rédiger un rapport d'expertise visant à établir, sur base d'un argumentaire détaillé, chaque proposition de décision (objectifs d'assainissement, choix de la variante d'assainissement, mesures de sécurité...) qu'il soumet à l'approbation de l'administration s'il est mandaté par son client.

Dans l'établissement de son argumentaire, l'expert accorde une attention particulière à nommer et décrire tous les arguments et à les qualifier, c'est-à-dire déterminer leur pertinence et importance dans la proposition de décision et notamment sur l'urgence de l'assainissement. Les propositions de décisions argumentées et formulées par l'expert visent également à attribuer une qualification de l'état du terrain qui doit être assaini en opérant les distinctions suivantes :

- les terrains ou parties de terrains affectés d'une pollution nouvelle caractérisée et délimitée par l'étude de caractérisation ou l'étude combinée ;
- les terrains ou parties de terrains affectés d'une pollution historique caractérisée et délimitée par l'étude de caractérisation qui présentent une menace grave ;
- les terrains ou parties de terrains affectés de pollutions non-distribuées par tache (PNDT) sont clairement identifiés par rapport aux terrains ou parties de terrain affectés de pollutions distribuées par tache (PDT).

L'expert est tenu de se conformer à des règles strictes de déontologie. Il doit en effet s'engager à remplir ses missions avec dignité, en toute impartialité et indépendance, dans le respect de la confidentialité et avec la probité requise.

L'expert veille à informer son donneur d'ordre sur ses droits, ses devoirs et ses responsabilités face aux dispositions réglementaires, plus particulièrement celles visées par le décret sols et les AGW précités.

2 CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE

2.1 Principes généraux

La méthodologie générale est basée sur les principes généraux suivants :

- le respect du décret sols et des ses arrêtés d'exécution ;
- le respect du principe de proportionnalité ;
- le respect du principe de transparence ;
- la hiérarchisation des actions d'assainissement ;
- la prise en compte des impacts ;
- le respect des règles de l'art de la profession.

Tant qu'il respecte ces principes généraux, l'expert garde la latitude de s'écarter de la méthodologie proposée lorsque, pour un cas spécifique, elle n'apparaît pas comme la plus appropriée. Dans ce cas, l'expert doit impérativement justifier son choix.

Respect du décret sols

Le décret sols détermine notamment les modalités de l'assainissement des sols pollués et, dans ce cadre, spécifie quel est l'objectif de l'assainissement.

Pour rappel, en cas de pollution nouvelle, l'objectif de l'assainissement est d'atteindre soit une concentration inférieure ou égale à 80% de la valeur seuil, soit le niveau de la concentration de fond, soit la valeur particulière de la pollution résiduelle précédemment consignée.

A défaut et/ou dans le cas d'une pollution historique, l'assainissement doit au minimum supprimer la menace grave pour la santé humaine, les eaux souterraines et le cas échéant, les écosystèmes tout en mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles et en prenant en considération les caractéristiques du terrain.

Le principe premier est donc de réduire la charge polluante au maximum tout en soumettant les variantes d'assainissement à une analyse multicritères selon l'outil GAMMA qui déterminera les techniques et objectifs d'assainissement correspondant aux "meilleures techniques disponibles", incluant le caractère nouveau ou historique de la pollution et les caractéristiques du terrain tels que définis par le décret sols.

Respect du principe de proportionnalité¹

A chacune des étapes de la gestion environnementale d'un terrain, il appartient à l'expert de mettre en œuvre des moyens d'étude proportionnels à l'ampleur de la pollution du terrain étudié. Les moyens techniques, et les coûts associés, mis en œuvre pour l'assainissement d'un terrain doivent répondre à ce principe de proportionnalité en tenant compte de l'évaluation des impacts sur l'environnement, comprenant pour rappel, d'une part, les risques liés à la présence de la pollution et, d'autre part, les incidences des actes et travaux d'assainissement. A cet effet, l'outil GAMMA permet intrinsèquement d'objectiver la prise en compte du principe de proportionnalité en regard des considérations économiques, sociales et environnementales.

¹ Principes du droit de l'Environnement et définitions générales du Livre I du Code de l'Environnement :

Art. D 3. La politique environnementale de la Région s'inspire également des trois principes suivants :

1° le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitude scientifique ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et **proportionnées** visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût socialement et économiquement acceptable;

2° le principe du pollueur-payeur, selon lequel les coûts induits par l'adoption de mesures de prévention, de réduction et de lutte contre la pollution sont assumés par le pollueur;

3° le principe de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement.

Respect du principe de transparence

Ce principe implique l'explication et la justification des choix réalisés par l'expert. Cette transparence doit permettre à toutes les parties intéressées de comprendre le raisonnement qui a mené au choix de la variante d'assainissement optimale retenue. A cet égard, l'outil GAMMA assure une communication objectivée envers les différentes parties prenantes d'un projet d'assainissement, en ce compris en cours de consultation publique (annonce de projet ou le cas échéant, enquête publique). En outre, le développement de l'outil GAMMA s'est notamment inspiré d'une large démarche participative ayant permis la définition des critères et sous-critères, ainsi que leur pondération respective établie pour plusieurs cas de figure standard.

Hiérarchisation des actions

La stratégie d'assainissement au sens strict, qui implique une réduction de la charge polluante, est le moyen le plus approprié, sur le plan environnemental, en vue d'assainir un terrain et l'objectif principal de l'assainissement au sens du décret sols.

La réduction de la charge polluante implique de pouvoir extraire, dégrader ou éliminer la pollution du sol, et ce, de manière sélective. Il s'agit donc d'une action (physique, biochimique, thermique,...) ciblée sur la pollution sans détruire la matrice "sol", ou en dernier recours, lorsque la pollution est reconnue "non traitable", de l'éliminer en CET.

La stratégie de confinement sur place (qui constitue un assainissement au sens du décret – art 2, 14°), si l'expert opte pour cette stratégie, peut être envisagée avec un ordre de priorité différent selon qu'elle est mise en œuvre in situ ou sur site :

- Le "confinement in situ", peut être considéré comme une solution moins ultime, voire plus rationnelle du point de vue environnemental puisqu'elle évite les frais et les impacts sur l'environnement liés à l'excavation et au transport et qu'elle n'impose pas de créer des espaces spécifiques pour stocker indéfiniment des sols pollués devenant des déchets.
- Par "confinement sur site", on suppose une excavation du sol pollué et son "stockage" définitif sur place dans des conditions qui excluent toute voie d'exposition ou de dispersion des polluants qu'il contient.

La stratégie de confinement sera toujours combinée à une stratégie de mesures de sécurité dans l'optique de garantir la pérennité du confinement. Il s'agit en conséquence d'une contrainte à prendre en considération dans le choix de la technique puisque toute action ultérieure susceptible d'altérer ou de modifier le confinement sera proscrite.

Pour valider le choix d'une de ces options de mise en CET ou de confinement, l'administration se réserve la possibilité de consulter des associations d'entreprises ou organismes reconnus pour leurs compétences ou leur expérience en la matière.

En tout état de cause, en ce qui concerne le confinement simple au moyen d'une couche de terres, celui-ci doit intégrer la mise en œuvre de terres saines et d'un géotextile avertisseur conformément aux dispositions de l'Annexe 3: Techniques appliquées en assainissement des sols et données à acquérir en vue de dimensionner les installations ou les équipements d'assainissement » – point K du présent guide.

Finalement, la stratégie de mesures de sécurité, en ce compris les restrictions d'accès, d'usage et d'utilisation, ne constitue pas un assainissement au sens du décret mais accompagne la stratégie d'assainissement au sens strict –lorsqu'une pollution résiduelle demeure- et la stratégie de confinement. Comme précisé ci-avant, la stratégie de mesures de sécurité est une solution palliant l'absence de solutions techniques permettant d'éliminer toute la charge polluante. Elle ne doit être utilisée qu'en dernier recours puis qu'elle revient à admettre une dégradation définitive de la qualité d'un récepteur ou d'un terrain et à y associer des contraintes.

L'outil GAMMA assure intrinsèquement une base de réflexion quant à l'application des principes évoqués ci-avant.

Par conséquent, l'ordre de préférence dans le choix des stratégies dans le cadre de l'évaluation des "meilleures techniques disponibles" constitutives des variantes d'assainissement élaborée en vue d'une comparaison au moyen de l'outil GAMMA est le suivant :

- **Stratégie d'assainissement au sens strict ;**
- **Stratégie de confinement ;**
- **Stratégie de mesures de sécurité.**

Cette hiérarchisation reste un principe général pour guider l'expert et n'est pas forcément contraignante. Elle est évidemment vivement recommandée pour rencontrer les obligations du décret sols (et de ses arrêtés d'exécution). Néanmoins, c'est à l'expert qu'il revient de défendre et de définir les stratégies/techniques/variantes retenues en fonction des spécificités de la situation rencontrée.

Prise en compte des impacts

L'assainissement d'un terrain doit présenter un bilan sanitaire et environnemental positif.

En effet, une variante d'assainissement dont les bénéfices environnementaux liés à l'assainissement du terrain seraient surpassés par les impacts négatifs de l'assainissement sur les travailleurs, les riverains (nuisances, dommages, etc.) et/ou l'environnement (émissions vers l'eau ou l'air, génération de déchets, etc.) ne devrait pas être envisagée. L'expert doit par conséquent toujours rester attentif aux effets secondaires et incidences associées aux variantes d'assainissement qu'il propose.

La prise en compte de ces impacts est intrinsèquement intégrée dans l'outil GAMMA. Néanmoins, il est du ressort de l'expert de rester attentif aux éléments retenus dans ses évaluations et de garder ce principe d'impact en considération.

Respect des règles de l'art de la profession

Enfin, le dernier principe, mais non le moindre, est le respect des règles de l'art de la profession dans le choix des techniques d'assainissement et le développement des variantes. L'expert est responsable des concepts qu'il propose et se doit de vérifier leur faisabilité tout en garantissant la sécurité des biens et des personnes.

Il s'agit notamment de prendre en compte les contraintes associées au projet d'assainissement dans son ensemble et de s'assurer que le modèle conceptuel du site est suffisamment détaillé pour permettre la sélection des techniques applicables et l'élaboration de variantes en vue d'atteindre les objectifs d'assainissement retenus.

L'expert est également responsable de maintenir une veille technique et de s'assurer qu'il dispose de l'expertise requise avant d'entreprendre un projet d'assainissement.

2.2 Etapes et méthodologie générale du PA

Les étapes générales du projet d'assainissement sont schématisées à la Figure 2.

La méthodologie pour la réalisation du projet d'assainissement se fonde sur la réalisation de 3 phases successives, dont les objectifs sont succinctement présentés ci-dessous.

PHASE 1 : L'ÉTUDE PRÉPARATOIRE

L'étude préparatoire vise l'examen des rapports d'étude de sols et des données collectées, en vue d'identifier les taches de pollution et/ou les zones de remblai pollués devant faire l'objet d'un assainissement, ainsi que l'examen des conditions et contraintes spécifiques au terrain devant être prises en considération dans le cadre du projet d'assainissement. S'il échoue, le modèle conceptuel du site est modifié.

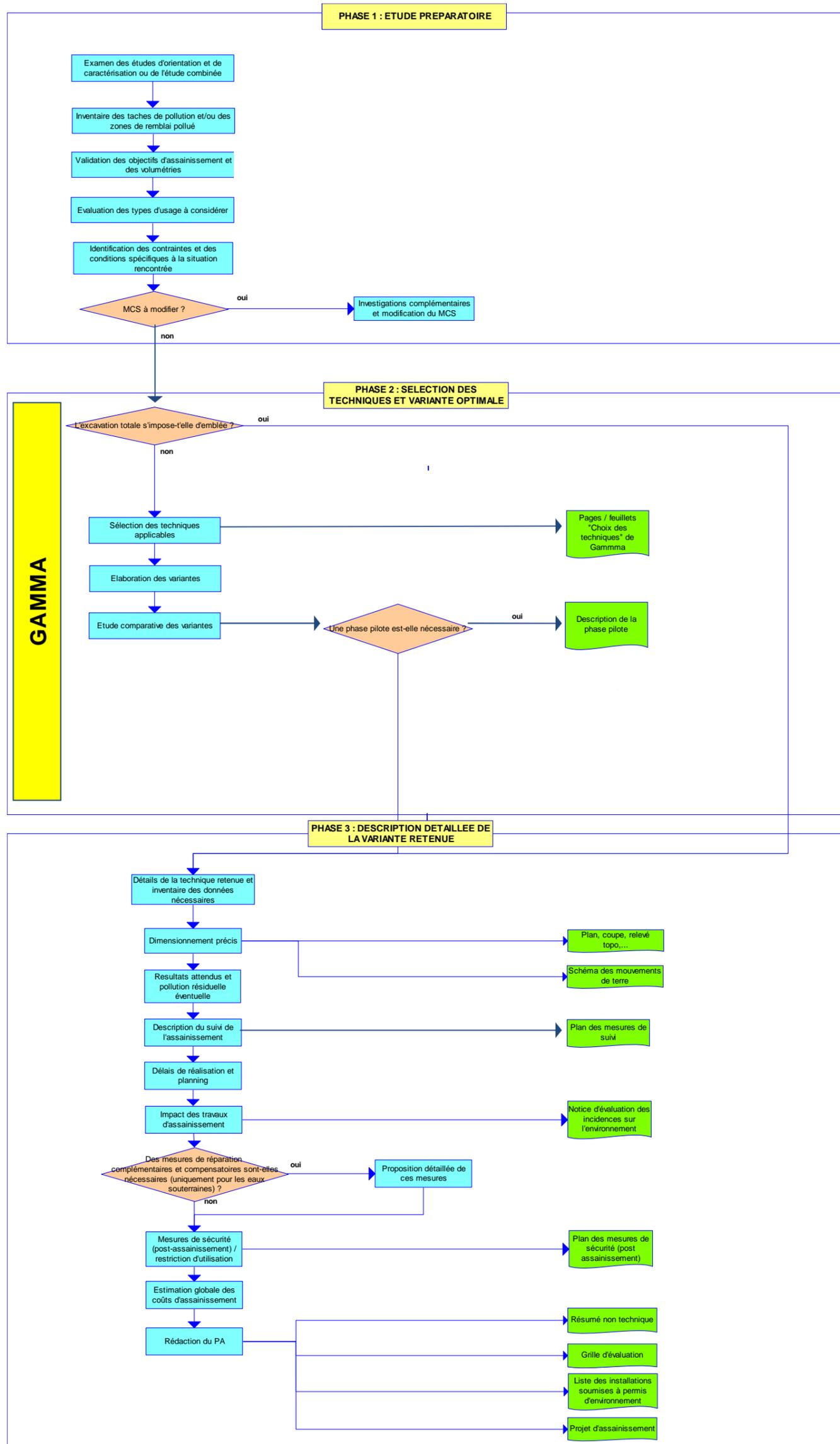
PHASE 2 : SELECTION DES TECHNIQUES APPLICABLES ET DE LA VARIANTE OPTIMALE RETENUE

La sélection de la variante optimale s'appuie sur l'outil GAMMA intégrant un ensemble de paramètres sociaux, économiques et environnementaux prenant notamment en compte les incidences sur l'environnement au sens du livre 1er du Code de l'environnement et la notion de meilleures techniques disponibles au sens du décret sols – art 2, 17°. Si l'expert le juge pertinent, il pourra toutefois s'écarter de la variante sélectionnée à l'aide de l'outil GAMMA et ce sur base d'un argumentaire permettant de justifier son choix.

PHASE 3 : DESCRIPTION DETAILLEE DE LA VARIANTE OPTIMALE RETENUE

L'objectif de la phase 3 d'un projet d'assainissement est de décrire de manière détaillée les travaux d'assainissement ainsi que, le cas échéant, les mesures de suivi (avant et pendant les travaux d'assainissement), les mesures de sécurité (en ce compris des restrictions d'accès, d'usage et d'utilisation) et les mesures de réparation complémentaire et compensatoire.

Figure 2 : Étapes générales du projet d'assainissement



2.3 Phase 1 : Etude préparatoire

L'étude préparatoire vise dans un premier temps à examiner attentivement les rapports d'étude d'orientation, de caractérisation et / ou de l'étude combinée – ainsi que, s'il échet, de l'étude de risques, les données de terrain et en particulier, d'analyse.

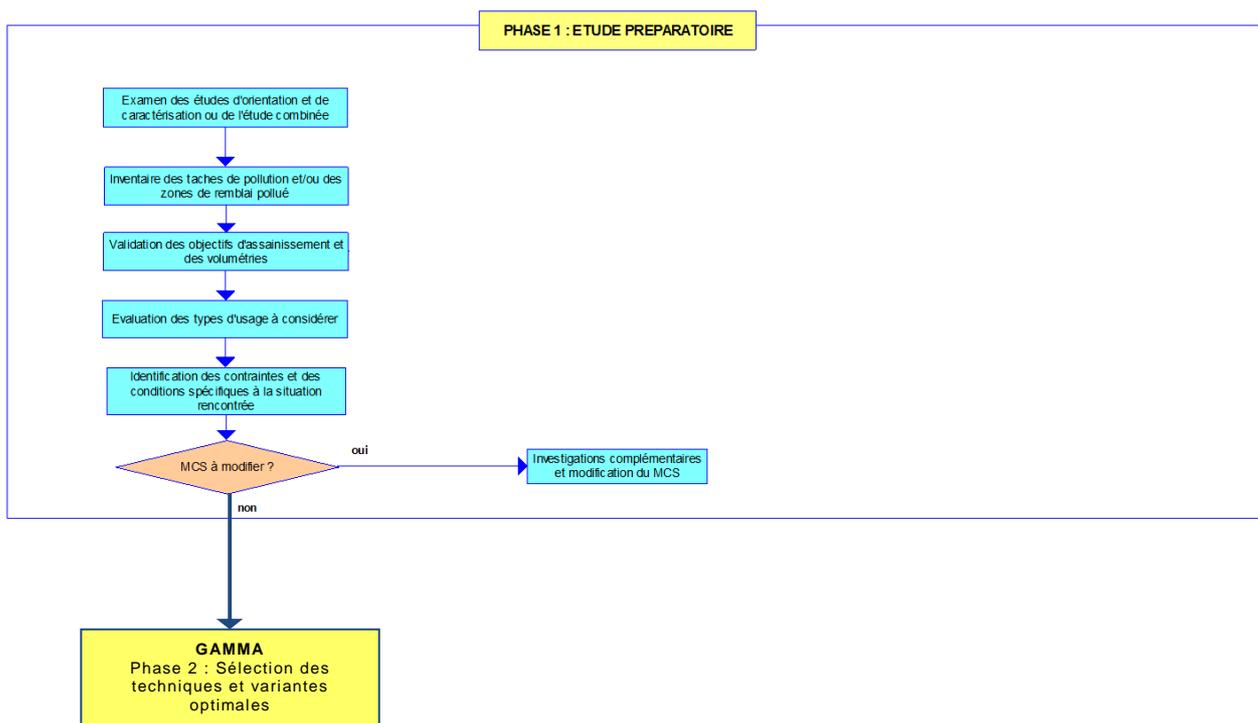
Partant des conclusions de ces rapports, il y a lieu de lister les pollutions dont la nécessité d'assainir a été déterminée et de reprendre :

- le caractère de la pollution (historique ou nouvelle) ;
- la volumétrie ;
- les objectifs d'assainissement ; le degré d'urgence de l'assainissement à effectuer.

Dans un second temps, l'étude préparatoire doit identifier les conditions et contraintes spécifiques à la situation rencontrée qui doivent être prises en compte dans le projet d'assainissement. Le cas échéant, l'expert affine ou actualise le modèle conceptuel du site et évalue plus en détail, sur base du contexte actuel et futur du terrain, le type d'usage à envisager pour chaque parcelle composant le terrain à assainir.

Enfin, l'étude préparatoire précise et actualise les données administratives notamment en vue de la consultation publique (annonce de projet ou le cas échéant, enquête publique).

Figure 3 : Représentation de la Phase 1, Etude préparatoire



2.3.1 Examen de l'EO et de l'EC ou de l'ECO

La détermination du caractère historique ou nouveau de la pollution, du type de pollution ainsi que la délimitation des pollutions et le calcul de leur volumétrie sont réalisés au niveau des études d'orientation et de caractérisation.

Les volumes de sol et d'eau souterraine pollués tels qu'identifiés dans le cadre de l'étude de caractérisation, sont repris dans l'étude préparatoire, éventuellement parcelle par parcelle.

Pour rappel, dans le GREC sont définis les volumes suivants :

- Pour les taches de pollution :
 - Le "volume seuil", délimité par la surface d'iso-concentration dont la valeur est égale à la valeur seuil ;
 - Le cas échéant, pour les pollutions historiques, les "volumes à risque", délimités par les courbes d'iso-concentrations dont les valeurs sont celles au-delà desquelles il y a une menace grave respectivement pour l'homme, l'environnement ou les écosystèmes. Par définition, il ne peut dès lors être estimé qu'à partir des résultats d'une étude de risques.
- Pour les zones de remblais pollués, le volume n'est pas défini par des surfaces d'iso-concentration "abstraites" mais par l'interface lithologique, donc "identifiable sur le terrain" entre la couche de matériau remblayé et le sol en place.

Si des incertitudes persistent quant à la volumétrie d'une pollution donnée, des investigations complémentaires peuvent être envisagées au cours de l'élaboration du projet d'assainissement pour autant qu'il s'agisse d'investigations visant l'affinement de la volumétrie calculée d'une tache de pollution ou d'une zone de remblais pollués dans l'étude de caractérisation.

Dans le cas d'une pollution historique, lorsque que l'EC a conclu à l'absence de menace grave pour certaines zones du terrain, l'expert rappelle les zones concernées et les mesures de sécurité qui ont été proposées au terme de l'EC.

2.3.2 Conditions et contraintes techniques spécifiques

Il s'agit des paramètres ou éléments factuels connus de l'expert au moment de la réalisation du projet d'assainissement qui en influencent le contenu. En particulier, l'expert y inventorie tout ce qui peut influencer l'applicabilité des techniques en tenant compte, le cas échéant, des travaux d'aménagement prévus ou planifiés pour autant qu'ils soient suffisamment probables et étayés par des éléments probants tels que des éléments de planification territoriaux notamment (PCA, SSC, RUE, SAR, etc.).

Elles comprennent les contraintes organisationnelles liées aux activités exercées sur le terrain et peuvent découler des éléments pertinents du modèle conceptuel du site. A titre d'exemple (liste non exhaustive) on peut citer :

- **Les conditions et contraintes liées à la pollution :**
 - type de polluants : mobilité, solubilité, volatilité, biodégradabilité, toxicité, etc. ;
 - type de pollution : tache/remblais – historique/ nouvelle ;
 - étendue de la pollution : extension latérale, volume, profondeur, accessibilité, etc. ;
 - répartition spatiale : par classe granulométrique, par horizon lithologique, par horizon hydrogéologique, etc. ;
 - etc.

- **Les conditions et contraintes liées au sol :**
 - succession lithologique : nature du sol, texture, granulométrie, conditions redox, pH, matière organique, etc. ;
 - piézométrie locale ;
 - gradient et sens d'écoulement, paramètres hydrodynamiques et hydro-dispersifs ;
 - etc.
- **Les conditions et contraintes liées au terrain et à son aménagement :**
 - type d'usage par parcelle et éventuelles restrictions d'utilisation ;
 - accessibilité du terrain aux engins de génie civil ;
 - occupation au sol (revêtement, bâtiments, impétrans) ;
 - activité en cours devant être maintenue sur ou en bordure du terrain ;
 - contraintes liées à l'évacuation des eaux (voies d'écoulement de surface, dimensionnement et position des réseaux d'égouttage, etc.) ;
 - proximité de zones sensibles (zones naturelles, zones d'habitat, activités classées SEVESO, etc.) ;
 - contraintes liées au projet d'aménagement : délais d'exécution des travaux, contraintes de sécurité, etc. ;
 - etc.

Une attention particulière devra être accordée par l'expert à la présence d'anciens puits de mines, d'anciennes galeries d'exhaure, d'issues de mines, d'ouvrages miniers ou de dispositifs de sécurisation des puits de mines.

Les conditions et contraintes identifiées font l'objet d'une section spécifique du projet d'assainissement et peuvent influencer certains choix ou prises de décision en matière de sélection des techniques applicables.

L'examen des contraintes associées au terrain est aussi l'occasion pour l'expert de vérifier qu'il est en possession de toutes les données nécessaires à l'élaboration ultérieure des variantes.

2.3.3 Modèle conceptuel du site

Pour rappel, le modèle conceptuel du site caractérisé doit être défini à l'issue de l'étude de caractérisation, c'est-à-dire que :

- Toutes les investigations possibles (forages, prélèvements de sol et d'eau et analyses chimiques) permettant de délimiter/caractériser les pollutions ont été réalisées dans les limites des meilleures techniques d'investigation disponibles ;
- Il permet :
 - soit de conclure en l'absence de nécessité d'une étude de risques ;
 - soit d'identifier les triplets source-voie de transfert-récepteur nécessitant une étude de risques ainsi que les mesures et modélisations à réaliser pour évaluer ces risques.

En tout état de cause, le MCS "caractérisé" en fin d'étude de caractérisation peut être amélioré au fil des informations récoltées au cours de l'élaboration du projet d'assainissement et notamment suite aux conditions et contraintes spécifiques liées au **terrain** à assainir - voir point 2.3.2.

2.4 Phase 2 : Sélection des techniques applicables et de la variante optimale

Selon le décret sols, l'assainissement d'un terrain est défini comme « *le fait de traiter, d'éliminer, de neutraliser, d'immobiliser, de confiner sur place la pollution du sol en vue de rendre le terrain compatible avec un usage considéré* » –art. 2 – 14°.

Pour rappel, lorsque l'obligation d'assainir est présente, le décret sols définit des objectifs d'assainissement qui seront, selon que l'on est en présence d'une pollution nouvelle ou historique, optimisés au niveau de ce que les meilleures techniques disponibles permettent d'atteindre.

La phase 2 du projet d'assainissement vise à déterminer la variante optimale pour réaliser les actes et travaux d'assainissement.

A cette fin, il convient, dans un premier temps, d'examiner l'option simplifiée « excavation-évacuation totale » afin de définir si celle-ci s'impose d'emblée. A défaut, les techniques applicables sont sélectionnées pour constituer au minimum 3 variantes d'assainissement. La comparaison de ces variantes au moyen de l'outil GAMMA permettra enfin de définir la variante optimale.

En outre, si un projet d'aménagement prévoit intrinsèquement l'élimination totale de la pollution par excavation et que le projet d'assainissement est introduit selon les dispositions de l'article 68 du décret sols, l'utilisation de l'outil GAMMA n'est pas requise.

Enfin, si le projet d'aménagement est introduit selon les dispositions de l'article 68 du décret sols sans pour autant éliminer l'intégralité de la pollution, la sélection des techniques applicables pourra tenir compte des contraintes liées au projet d'aménagement.

2.4.1 Examen de l'approche simplifiée « excavation-évacuation totale »

On entend par « excavation-évacuation totale », le cas où la totalité de la pollution (tache de pollution ou zone de remblais pollué) est assainie par excavation sans qu'une pollution résiduelle persiste en regard de l'usage considéré et qui permet d'obtenir à terme, pour cet usage, un certificat de contrôle du sol ne comportant ni la mention d'une pollution résiduelle pour les paramètres considérés, ni mesures de sécurité.

Ce niveau est défini comme étant :

- soit une concentration inférieure ou égale à 80% de la valeur seuil ;
- soit le niveau de la concentration de fond (lorsque celle-ci est supérieure à la valeur précitée) ;
- soit la valeur particulière de la pollution résiduelle précédemment consignée (pour les pollutions nouvelles).

Cet examen revêt, en conséquence, une importance stratégique dans le processus décisionnel justifiant d'en examiner sa faisabilité et/ou d'en évaluer ses coûts dans tous les cas de figure.

L'examen de cette approche est réalisé dès la phase préparatoire du projet d'assainissement dans la première étape de l'outil GAMMA (page d'introduction).

Cette première étape vise à évaluer l'option « excavation-évacuation totale » au moyen de 7 questions principales énoncées dans l'outil GAMMA et conduisant, le cas échéant, à la conclusion que cette option est applicable et que l'analyse multicritère telle que préconisée dans la suite de l'outil n'est pas requise.

Ces 7 questions sont rappelées ici :

- La volumétrie concernée par l'excavation totale est-elle supérieure à 600 m³ et 8 camions maximum par jour (40 camions sur une semaine) ?
- L'excavation totale proposée se trouve-t-elle en affectation de type I (naturelle) ou zone de prévention de captage (type II) ?
- L'excavation totale de la pollution implique-t-elle un rabattement de nappe ?
- L'excavation totale implique-t-elle des mesures de sécurité post-assainissement ?
- L'excavation totale proposée implique-t-elle la nécessité de détruire et reconstruire un bâtiment ou des impétrants (sauf exception article 68) ?
- L'excavation totale ou ses conséquences en terme de destruction, déviation, reconstruction de biens impliquent-elles des pertes de revenus (fermeture de commerces, impossibilité d'accès ou de passage, location interrompue, etc.) et/ou des dommages collatéraux aux personnes ou entreprises riveraines (évacuation de personnes physiques ou morales, coupures d'approvisionnement, relogement de personnes, délocalisation temporaire d'entreprises, etc.) ?
- L'excavation totale provoque des dégâts sur le patrimoine immobilier, culturel ou naturel de la région (dégâts sur ou destruction de bâtiments classés, impact sur/ ou destruction de(s) site(s) archéologique(s), de(s) site(s) naturel(s) protégé(s), etc.) ?

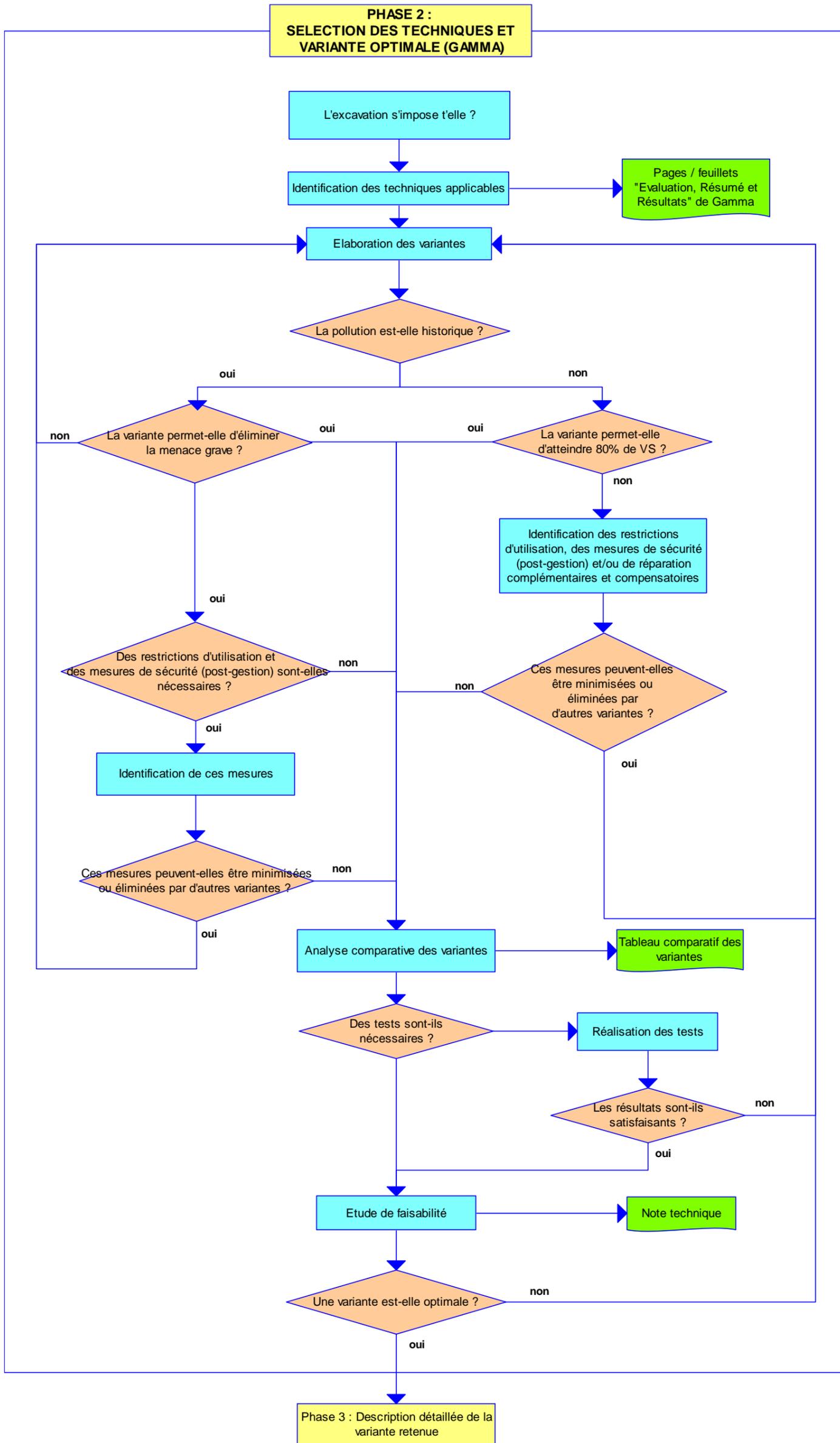
En fonction des réponses à ces différentes questions et de son analyse, l'expert est en mesure de déterminer si l'option « excavation-évacuation totale » peut être considérée comme :

- **la solution qui s'impose sans discussion** (lorsque la réponse à l'ensemble des 7 questions est négative) ;
- **une solution totalement exclue pour des raisons indiscutables** (lorsque la réponse à l'ensemble des 7 questions est positive) ;
- **une solution discutable parmi d'autres variantes possibles.**

Dans le premier cas, l'expert opte pour la réalisation d'un projet d'assainissement qui ne requiert pas l'utilisation de la grille multicritère de l'outil GAMMA. Il peut dès lors directement passer à la "phase 3" du présent guide.

Dans les second et troisième cas, l'expert réalise l'analyse multicritère au moyen de l'outil GAMMA. Le nombre de variantes évaluées dans GAMMA sera fonction du nombre de techniques applicables retenues mais toujours au minimum de trois. Dans le troisième cas, l'excavation totale peut alors être comparée aux autres techniques applicables et doit être constitutive des variantes d'assainissement proposées par l'expert.

Figure 4 : Représentation de la Phase 2, Sélection des techniques et variante optimale



2.4.2 Identification des techniques applicables

Il s'agit de procéder, au minimum, à un examen des différentes techniques, listées dans les feuillets « techniques » de l'outil GAMMA, en vue de sélectionner les techniques d'assainissement applicables sur une tache de pollution ou une zone de remblais pollués en tenant compte :

- **des conditions et contraintes spécifiques du terrain**, listées au stade de l'étude préparatoire ;
- **de la faisabilité théorique de la technique** : il s'agit de déterminer qualitativement si la technique envisagée est faisable en première approche sur base des données provenant des études précédentes et d'identifier, le cas échéant, la nécessité de tests (réalisé sur site ou en laboratoire) ou d'un(e) test / phase pilote ;
- **des objectifs d'assainissement** requis par les articles 56 et 57 du décret sols : il s'agit d'évaluer qualitativement l'efficacité de la technique et la probabilité de pollution résiduelle par rapport aux objectifs d'assainissement.

En finalité, il s'agit de déterminer, pour chacune des techniques listées dans GAMMA, le caractère applicable ou non, et ce, en justifiant au sein de l'outil, les raisons pour lesquelles certaines techniques ne sont pas prises en considération au regard des 3 critères précités. La justification peut se baser, notamment, sur les éléments de contraintes présentés dans la section 2.3 (Etude préparatoire), mais ne peut pas se baser sur les éléments pris en considération dans les critères constitutifs de l'outil GAMMA (coût CAPEX, OPEX, etc.).

Les techniques applicables peuvent alors être constitutives des variantes d'assainissement retenues par l'expert en vue d'une comparaison au moyen de l'outil GAMMA.

Bien que l'outil GAMMA recense la liste des techniques couramment appliquées dans l'assainissement des sols, il est néanmoins laissé à l'expert la liberté de proposer une technique alternative non mentionnée dans la liste, mais cette dernière devra être évaluée selon les modalités définies dans GAMMA et un descriptif sera fourni par l'expert afin de justifier la pertinence de retenir cette technique.

A titre informatif, une liste non exhaustive des techniques couramment appliquées dans l'assainissement des sols ainsi qu'une brève description de celles-ci sont présentées en Annexe 3: Techniques appliquées en assainissement des sols et données à acquérir en vue de dimensionner les installations ou les équipements d'assainissement ».

En se référant à ces documents, l'expert doit garder un œil critique sur les informations qui y sont données, tant au niveau des données techniques qu'au niveau des données financières, qui peuvent varier d'un pays/région à l'autre.

2.4.3 Elaboration des variantes d'assainissement

2.4.3.1 Principes généraux

Elaboration des variantes

Sur base des techniques d'assainissement identifiées comme applicables, des objectifs d'assainissement, du modèle conceptuel du site et de son expérience, l'expert élabore au minimum trois variantes d'assainissement qui seront ensuite comparées à l'aide de l'analyse multicritère de l'outil GAMMA et ce, en vue de sélectionner la variante optimale. Le choix des variantes comparées (**minimum 3**) est laissé à la pertinence et au jugement professionnel de l'expert. Les variantes doivent néanmoins être élaborées sur base des techniques applicables et dans le respect des dispositions définies ci-après, notamment sur base du caractère historique ou nouveau de la pollution. Pour rappel, l'option excavation-élimination totale doit être une de ces variantes, si elle a été jugée "discutable parmi d'autres variantes" lors de l'étude préparatoire tel qu'explicité dans l'examen de l'approche simplifiée (section 2.4.1).

L'élaboration des variantes est généralement réalisée **pour chacune des pollutions à assainir**. Le regroupement de tâches de pollution et/ou zones de remblais pollués est cependant autorisé et laissé à l'appréciation de l'expert. Dans tous les cas, l'expert doit rester attentif au potentiel d'optimisation des moyens mis en œuvre et aux économies d'échelle associées à l'utilisation d'une même variante pour plusieurs tâches.

Le contexte du terrain, notamment les pollutions résiduelles, peut aussi influencer le choix des variantes au niveau des pollutions ou groupes de pollutions à assainir. Sa prise en compte est laissée à l'appréciation de l'expert.

Le choix de l'application de l'outil GAMMA à une ou plusieurs tâche(s) / média / matrice de pollution ou pour l'ensemble de ces tâches est laissé à l'appréciation de l'expert pour autant qu'il explicite ce choix dans la partie « descriptif du site » de l'outil GAMMA.

Ainsi, s'il y a plusieurs tâches sur le site, l'expert pourra envisager une optimisation de l'ensemble des variantes en considérant le contexte du site, les économies d'échelle, la compatibilité entre les variantes, etc. Cette phase d'optimisation doit faire l'objet d'un argumentaire précis et détaillé au moyen duquel l'expert justifie, au sein du rapport, les raisons ayant conduit à l'évaluation des variantes tâches par tâches, de façon globale ou selon une approche mixte.

Pour chaque variante, l'expert décrit la technique qu'elle met en œuvre ou les techniques qu'elle combine et évalue, pour chacun des polluants concernés, l'objectif d'assainissement qu'elle doit permettre d'atteindre sur base des données dont il dispose.

Les variantes comparées au moyen de l'outil GAMMA devront toutes permettre d'atteindre les objectifs d'assainissement en regard des dispositions des articles 56 et 57 du décret sols.

Cependant, pour respecter l'esprit du décret sols, dans le cas des **pollutions nouvelles** l'expert vise dans un premier temps à rechercher des **variantes** permettant d'atteindre soit une concentration inférieure ou égale à 80% de la valeur seuil, soit le niveau de la concentration de fond, soit la valeur particulière de la pollution résiduelle précédemment consignée. **En tout état de cause, les variantes comparées doivent privilégier, à tout le moins pour les pollutions distribuées par tâche (PDT), une réduction maximale de la charge en polluants.**

Lorsque les objectifs d'assainissements tels que définis dans le décret (art. 56) ne peuvent être atteints pour les eaux souterraines, la nécessité de mettre en œuvre des mesures de réparation complémentaire et compensatoire, telles que définies dans la section 2.5.4, et le cas échéant des mesures de sécurité, est évaluée par l'expert. Ces mesures font alors partie intégrante des variantes (coût y compris) et, dès lors, sont intégrées à la discussion comparative, notamment au moyen de l'outil GAMMA.

Dans le cas de **pollutions historiques**, l'expert élabore des variantes permettant au minimum d'éliminer la menace grave et permettant de se rapprocher le plus possible de 80% de la VS et de limiter au maximum les mesures de sécurité, notamment les restrictions d'utilisation du terrain.

Si l'enjeu le justifie, des analyses complémentaires d'eau et/ou de sol, des essais de laboratoire, tests sur site ou tests pilotes sont mis en œuvre à ce stade pour :

- Vérifier la faisabilité et/ou affiner l'estimation des performances attendues de certaines techniques ;
- Améliorer le calcul des objectifs d'assainissement selon la méthodologie du GRER.

Avant d'entrer dans la phase comparative, l'expert fournit une justification succincte mais suffisante quant à la pertinence des variantes qu'il a décidé d'élaborer afin de démontrer que les options les plus raisonnables ont été envisagées. Il doit en la matière faire appel à son expérience et se doit dès lors de se tenir au courant des évolutions technologiques et de la disponibilité des techniques applicables localement.

Description des variantes

Pour chacune des pollutions à assainir (ou par groupe de pollutions pour lesquelles une même variante est retenue), l'expert doit évaluer les différents critères qui devront être ultérieurement introduits dans l'outil GAMMA (voir manuel d'utilisation en Annexe 1 : Manuel d'utilisation de la grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement - GAMMA »).

La description des variantes, objet de la comparaison, doit en outre inclure les éléments suivants, complémentaires aux informations introduites dans l'analyse comparative au moyen de l'outil GAMMA :

- objectifs d'assainissement attendus ;
- type(s) de stratégie(s) d'assainissement ;
- description du procédé et de sa mise en œuvre ;
- mesures de surveillance et de validation ;
- volumétries à traiter ;
- caractéristiques de la pollution résiduelle (localisation en surface ou en profondeur, etc.) ;
- liste des mesures de suivi (mesures visant à s'assurer de la maîtrise des risques avant et pendant la réalisation des actes et travaux d'assainissement du sol) ;
- liste des mesures de sécurité (post-assainissement) en ce compris les restrictions d'usage et d'utilisation, les mesures de post-gestion liées à la maîtrise des risques de la pollution résiduelle, ainsi que les mesures de réparation complémentaire et compensatoire ;
- coût estimé de l'assainissement ventilé selon les différents sous-critères décrits dans la section 9 du guide GAMMA. Les coûts potentiels liés à des pollutions laissées en place au terme des travaux d'assainissement doivent aussi être évalués. A cet effet, en regard des caractéristiques des pollutions résiduelles, le coût potentiel de traitement doit être estimé en se référant à la technologie de traitement ex-situ permettant de traiter les terres polluées laissées en place (ex-situ biologique, ex-situ physicochimique, ex-situ thermique, etc.).

S'il l'estime utile, l'expert peut compléter et illustrer la mise en œuvre et le dimensionnement prévisionnel de chacune des variantes avec les documents suivants :

- plan illustrant les zones d'excavation et/ou d'implantation des infrastructures de traitement, le cas échéant une coupe si l'expert le juge pertinent et plus illustratif ;
- plan illustrant les pollutions résiduelles éventuelles, le cas échéant une coupe si l'expert le juge pertinent et plus illustratif ;
- un résumé des hypothèses de dimensionnement retenues avec les références aux sources utilisées pour réaliser ce dimensionnement préliminaire (généralement l'expérience de l'expert avec un système similaire installé sur un autre **terrain**, les informations issues de la littérature ou des recommandations fournies par des vendeurs).

2.4.3.2 Cas particuliers

Pollutions superposées

Lorsque des pollutions (taches de pollutions ou zones de remblais pollués) délimitées se recouvrent, on peut parler de pollution superposée.

Lorsqu'un terrain présente des pollutions superposées, l'expert peut :

- soit élaborer des variantes en prenant en considération l'ensemble des polluants présents dans le périmètre des pollutions superposées. Ce sera généralement le cas lorsque les polluants présents peuvent être traités par une même technique d'assainissement de manière économique ;
- soit élaborer des variantes pour les pollutions considérées indépendamment les unes des autres. Ce sera généralement le cas lorsque les polluants ne peuvent pas être traités par une même technique d'assainissement ou lorsque le traitement par des techniques différentes permet un meilleur rendement environnemental et/ou financier. Cependant, il devra vérifier que les variantes retenues sont compatibles.

Pollutions disjointes concernant le ou les même(s) polluant(s) ou des polluants traitables conjointement

Lorsqu'un terrain présente des pollutions délimitées non superposées mais comprenant le ou les même(s) polluant(s) ou des polluants traitables conjointement, des variantes communes à toutes ces pollutions peuvent être élaborées, pour autant que la configuration du terrain et des pollutions le permette.

Pollutions à objectifs d'assainissement « complexes »

Dans le cas où des objectifs d'assainissement « complexes » sont envisagés (variables avec l'usage au droit de la pollution, la profondeur, la lithologie, etc.), en général pour une pollution historique, l'élaboration des variantes et l'estimation de leurs coûts seront vraisemblablement facilitées par un niveau de détail plus élevé concernant les volumétries. L'expert pourra envisager de calculer les volumétries concernées par la/les variante(s) d'assainissement en distinguant :

- à l'intérieur des zones de réaménagement, les parcelles cadastrales (si applicable) ;
- à l'intérieur des parcelles cadastrales (si applicable), les pollutions ;
- à l'intérieur des taches de pollution ou zones de remblais pollués, les zones de réaménagement ;
- à l'intérieur des pollutions, chaque horizon lithologique (volume séparé pour la couche de remblai, limon, graviers, etc.) ;
- à l'intérieur de chaque horizon, les sols non saturés et saturés ;

- s'il y a superposition de pollution (exemple : un remblai uniformément pollué en métaux lourds sur lequel se superpose une tache d'huile minérale), la superposition doit être identifiée de manière à ce que les volumes ne soient pas comptés deux fois dans le total.

Le calcul des volumétries des eaux souterraines polluées est également réalisé pollution par pollution en distinguant les nappes si applicable.

2.4.4 Choix de la variante optimale

L'analyse comparative des variantes élaborées par l'expert vise à sélectionner une variante optimale qui met en œuvre les meilleures techniques disponibles tout en étant intrinsèquement « durable ». La durabilité d'une variante d'assainissement est évaluée pour les trois piliers constitutifs d'un développement durable, à savoir le pilier **environnemental**, le pilier **social** et le pilier **économique**.

A cette fin, l'analyse comparative des variantes élaborées est réalisée en utilisant l'outil GAMMA et son manuel d'utilisation repris en Annexe 1 : Manuel d'utilisation de la grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement - GAMMA », en vue de sélectionner la variante optimale qui sera retenue et détaillée dans le projet d'assainissement.

Dans l'outil GAMMA, la sélection de la variante optimale est appuyée par une approche d'analyse multicritère, chacun des piliers susmentionnés étant subdivisés en critères et sous-critères permettant d'évaluer de manière objective les impacts, positifs ou négatifs, des variantes comparées sur différents aspects environnementaux, sociaux et économiques. L'expert introduira dans l'outil l'ensemble des données nécessaires à la comparaison, pour chacune des 3 variantes (au minimum).

Environnement local	Environnement global	Social local	Social global	Economique
Pourcentage de charge polluante éliminée	Critère énergétique	Nuisance environnementale sur chantier	Impact paysager	Coût d'investissement et de fonctionnement et de suivi de l'assainissement actif
Impact des actes et travaux sur la biodiversité		Nuisance environnementale liée au charroi	Impact patrimonial	Coût des mesures de sécurité post-assainissement
Risque de mobilisation du polluant (vers eau ou air)	Bilan écologique (eau, déchet, émissions)			Coût des mesures complémentaire et compensatoire
	Restauration de la fonctionnalité du sol			Persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain.

Le choix de la variante optimale par pollution à assainir résultera d'une discussion des résultats fournis par l'outil d'aide à la décision GAMMA. Les principes ayant régi la cotation des critères doivent être clairement expliqués par l'expert. Le dernier feuillet de l'outil GAMMA permet notamment de ventiler les résultats de comparaison par pilier, l'expert est dès lors tenu d'interpréter et le cas échéant, nuancer par son expertise les différents résultats obtenus.

L'outil GAMMA est un outil d'aide à la décision permettant à l'expert de consolider son choix, l'expert peut toutefois s'en écarter moyennant une justification étayée.

2.4.5 Etude des faisabilités

Dans certains cas, il persiste une incertitude quant à l'applicabilité d'une technique/variante, notamment en regard de son dimensionnement, de son efficacité ou des mesures de stabilité qu'elle implique. A cet effet un test pilote peut être mis en œuvre préalablement au dépôt d'un projet d'assainissement. Ce test permet notamment à l'expert d'assurer plus de robustesse aux cotations des différents critères au sein de l'outil GAMMA et singulièrement les critères du pilier environnemental (élimination de la charge polluante, risque de mobilisation du polluant vers l'air ou les eaux souterraines, consommation énergétique etc.).

Test pilote

Un test pilote est imposé lorsque la variante retenue comprend un traitement *in-situ* (pump&treat, (bio)venting/slurping, dual-phase, bioremédiation, injection de nutriments, oxydation, désorption thermique, etc.) ou sur site (landfarming, traitement thermique ou physico-chimique sur site des terres excavées, etc.).

Cependant, deux cas permettant de déroger à cette règle peuvent se présenter :

- (1) s'il est techniquement impossible (présence d'une couche flottante,...) ou financièrement déraisonnable (tache très petite, mise en place de la technique nécessitant un investissement trop important en regard de l'assainissement global) d'effectuer un test pilote avant de réaliser le projet d'assainissement ;
- (2) si la technique a déjà été éprouvée dans des conditions similaires.

Dans les deux cas, le traitement in situ/sur site pourra donc être retenu sans test pilote préalable intégré dans l'étude des faisabilités, mais un **rapport intermédiaire** reprenant les résultats d'une période de démarrage du traitement (phase pilote intégrée) devra être prévu dans le phasage des travaux et dans le cas de la technique éprouvée, un argumentaire clair avec référence pratique à l'appui doit être présenté dans le dit projet.

Les tests pilote sont réalisés soit par l'expert qui dispose de moyens techniques nécessaires, soit par un entrepreneur en assainissement du sol.

Les tests pilote doivent permettre de prévoir la faisabilité, le dimensionnement, l'exploitation et les mesures de surveillance du dispositif envisagé à l'échelle du panache de polluants en déterminant un maximum de paramètres pertinents notamment :

- relevé de paramètres au temps zéro (CO_2 , O_2 , SO_4 , $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, ..., avant extraction/injection), de paramètres de référence en cours de test (pression atmosphérique, niveau naturel de nappe à grande distance, ...) ;
- dépressions mesurées, cônes de rabattement de nappe, rayons d'influence, perméabilité/conductivité, ... ;
- débits extraits (air, eau, produit en phase libre, ...) ;
- concentrations extraites dans chaque phase et rendement estimé d'extraction dans le temps, durée du traitement, ... ;
- analyses de suivi de (bio)dégradation stimulée ;
- données concernant l'injection de produits spécifiques (concentrations, débit,...) ;
- autres paramètres utiles (température, acidité, humidité, potentiel redox, ...).

Sur base de ce test pilote, l'expert doit justifier les paramètres qui pourront également servir de critères pour déterminer le(s) moment(s) d'arrêt provisoire(s) ou définitif(s) du traitement in situ ou sur site prévu à l'échelle globale, de définir les mesures de validation et affiner la durée estimée du traitement. A cette fin, l'expert reste en phase avec la section 2.2.2 du Guide de Référence pour l'Evaluation Finale (GREF) destinée à établir les critères d'arrêts d'un assainissement.

Phase pilote

Une phase pilote est proposée par l'expert dans le cadre de la mise en œuvre d'un projet d'assainissement. Le cas échéant, ladite phase pilote constitue la première phase des travaux d'assainissement, elle permet de valider les hypothèses émises par l'expert quant à l'efficacité de la technique / variante. Le cas échéant, elle permet aussi d'ajuster les paramètres de mise en œuvre

A cette fin, l'expert doit préciser le dimensionnement envisagé, les mesures de surveillance et de validation (paramètres mesurés,...) ainsi que les coûts associés.

Pour rappel, en cas d'échec ou de résultats peu probants de cette phase pilote, l'expert devra présenter une proposition de modification de son projet d'assainissement.

Etude de stabilité

Lorsque la variante retenue est susceptible de mettre en péril une infrastructure, une étude de stabilité est réalisée par un expert en la matière et jointe en annexe au projet d'assainissement, dans la partie note technique « Etude, test et phase pilote ».

Toutefois, une telle étude n'est pas nécessaire si l'expert en gestion des sols pollués atteste qu'une technique de soutènement éprouvée dans des conditions similaires permet de justifier la non réalisation d'une telle étude de stabilité.

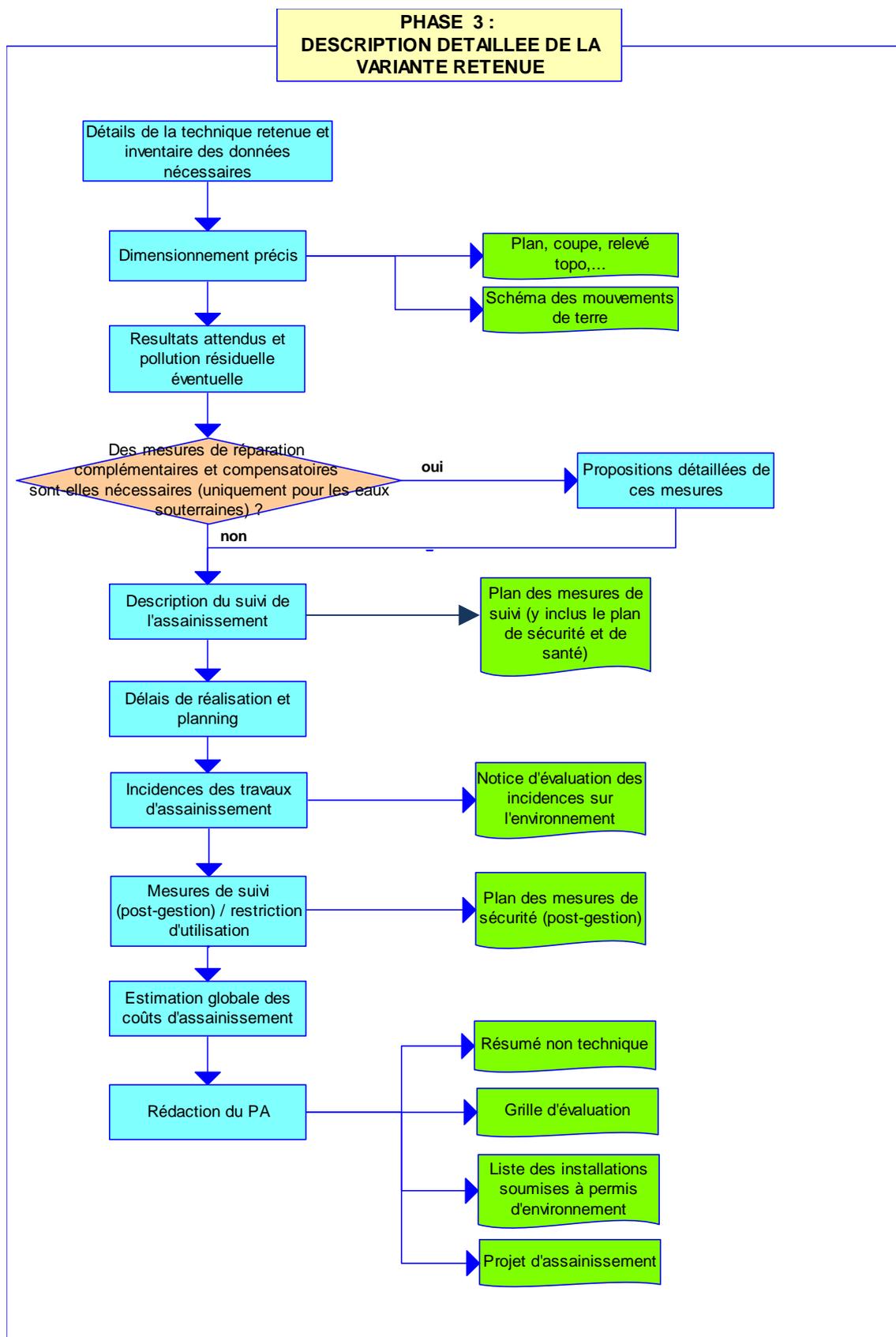
Cette étude de stabilité doit au moins décrire :

- l'infrastructure mise en danger (maison, chaussée publique, mur mitoyen, etc.) ;
- le(s) différent(s) niveau(x) d'excavation possible(s), sans mesure de stabilité, et avec un ou plusieurs type(s) de soutènement, avec ou sans rabattement de la nappe, ainsi que les coûts associés à ces soutènements et rabattement ;
- le cas échéant, les limitations techniques en raison d'un tassement différentiel lors d'un rabattement de la nappe souterraine, ainsi que les possibilités éventuelles de réduire cet effet néfaste aux infrastructures.

2.5 Phase 3 : description détaillée de la variante retenue

Au terme, soit de la phase 1 si l'option simplifiée est retenue, soit de la phase 2, après analyse comparative au moyen de l'outil GAMMA, une variante optimale est retenue. L'objectif de la phase 3 d'un projet d'assainissement est de décrire de manière détaillée les travaux d'assainissement ainsi que, le cas échéant, les mesures de suivi (avant et pendant les travaux d'assainissement), les mesures de sécurité (en ce compris des restrictions d'accès, d'usage et d'utilisation) et les mesures de réparation complémentaire et compensatoire.

Figure 5 : Représentation de la Phase 3, Description détaillée de la variante retenue



2.5.1 Données nécessaires au dimensionnement

Il s'agit de détailler les principes des techniques retenues pour chacune des pollutions à assainir, ainsi que l'inventaire des données nécessaires au dimensionnement.

L'expert doit identifier dans ce chapitre les données nécessaires et les données manquantes au dimensionnement de l'assainissement et au bon déroulement des opérations.

Il doit veiller particulièrement à identifier la nécessité :

- d'une phase pilote et des mesures de surveillance et de validation y associées ;
- d'un rabattement de nappe ou non ;
- de mesures de stabilité particulières (le cas échéant, sur base des conclusions d'une étude de stabilité intégrée dans l'étude des faisabilités) ;
- de mesures de réparation complémentaire et compensatoire si les objectifs d'assainissement ne peuvent être atteints pour les eaux souterraines (pollution nouvelle) ;
- de mesures de sécurité (post-assainissement), en ce compris des restrictions d'accès, d'usage et d'utilisation ainsi que les éventuelles mesures de post-gestion ;
- etc.

2.5.2 Dimensionnement de la variante retenue

L'expert doit présenter en détail la variante et préciser dans cette section les quantités/caractéristiques précises, adaptées et optimisées, des moyens et des techniques mis en œuvre pour assainir le terrain. Il dépend évidemment du type de techniques retenues.

Il est difficile de recenser l'ensemble des techniques d'assainissement possibles et de lister les données indispensables à présenter par technique. En Annexe 3: Techniques appliquées en assainissement des sols et données à acquérir en vue de dimensionner les installations ou les équipements d'assainissement » sont listées pour les principales techniques habituellement appliquées en région wallonne, les données qui peuvent être reprises en vue d'établir le dimensionnement des installations ou des équipements d'assainissement.

Ces données ne sont pas exhaustives et restent purement indicatives. Elles peuvent être complétées de manière judicieuse par l'expert par d'autres paramètres. Le dimensionnement doit être illustré par des figures pertinentes (vue en plan, vue de profil) pour chacune des techniques d'assainissement mises en œuvre, afin de spécifier les modifications apportées au sol et aux eaux souterraines (modification du sens d'écoulement de la nappe, rabattement de la nappe, pose de drains, etc.).

L'expert est tenu d'identifier si les techniques ou variantes envisagées comprennent des installations soumises à permis d'environnement, voire à étude d'incidences sur l'environnement, permis d'urbanisme, déclaration, etc. et doit, s'il échet, en présenter la liste.

Pour rappel, selon l'article 67 du décret sols : « *L'approbation du projet d'assainissement vaut permis d'environnement, permis d'urbanisme, permis unique, déclaration au sens du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et enregistrement.*

Par dérogation à l'article 50 du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et à l'article D.IV.81 du CoDT, l'approbation du projet d'assainissement ne se périmé que pour la partie restante des actes et travaux d'assainissement non exécutés que si ceux-ci n'ont pas été exécutés dans les deux ans qui suivent la date à laquelle ils devaient l'être. ».

Pour information, la liste des installations soumises à un permis d'environnement au sens du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement est précisée dans l'AGW du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées.

2.5.3 Résultats attendus

Dans cette section, l'expert est tenu de rappeler, parcelle par parcelle, toutes les concentrations dépassant les valeurs seuil, y compris celles qui ne font pas l'objet d'un assainissement. L'expert doit établir le bilan prévisionnel des résultats attendus après assainissement, sur base du Modèle Conceptuel du Site.

Les résultats attendus sont présentés par polluants et par parcelle cadastrale/zone polluée, sous la forme de textes et de tableaux récapitulatifs, précisant les concentrations initiales maximales, la profondeur, les objectifs d'assainissement retenus et spécifiant le pourcentage d'assainissement (sur base de la masse de pollution traitée et du panache de pollution).

Les pollutions résiduelles attendues doivent être impérativement localisées sur plan et quantifiées sur base des connaissances acquises dans les études précédentes. La caractérisation précise de ces pollutions résiduelles sera sollicitée en fin d'assainissement et imposée dans le rapport d'évaluation finale afin d'être consignées dans le certificat de contrôle du sol (CCS).

Les mesures de sécurité (post-assainissement) proposées par l'expert doivent être mises en relation directe avec les pollutions résiduelles. Elles seront consignées dans la proposition de CCS au terme de l'évaluation finale (EF).

Pour les pollutions historiques qui ne font pas l'objet d'un assainissement, l'expert rappelle les zones concernées et les mesures de sécurité qui ont été proposées au terme de l'EC.

2.5.4 Mesures de réparation complémentaire et compensatoire - MRCC

Dans le cas d'une pollution nouvelle, lorsque que l'objectif d'assainissement (80 % de la VS) ne peut être atteint **pour les eaux souterraines** par les meilleures techniques disponibles, il y a lieu de prévoir des mesures de réparation complémentaire et compensatoire en regard des dispositions prévues par le code de l'environnement et plus particulièrement sa section "responsabilité environnementale" en ce qui concerne la prévention et la réparation des dommages environnementaux. [Décret 22.11.2007].

Le Code de l'Environnement (chapitre II du titre V de la partie VII du Livre Ier) prévoit les dispositions suivantes :

Pour les pollutions affectant les eaux ou les espèces ou habitats naturels protégés :

Des mesures complémentaires sont nécessaires lorsque le retour à l'état initial des ressources naturelles ou des services endommagés n'a pas lieu.

Les mesures de réparation complémentaire proposées viseront à « *fournir un niveau de ressources naturelles ou de services comparable à celui qui aurait été fourni si l'état initial du site endommagé avait été rétabli, y compris, selon le cas, sur un autre site. Lorsque cela est possible et opportun, l'autre site devrait être géographiquement lié au site endommagé, eu égard aux intérêts de la population touchée.* »

En outre, l'expert évaluera si des mesures de réparation compensatoire doivent être entreprises en vue de « *compenser les pertes provisoires de ressources naturelles et de services en attendant la régénération (...) Cette compensation consiste à apporter des améliorations supplémentaires aux habitats naturels et aux espèces protégées ou aux eaux soit sur le site endommagé, soit sur un autre site. Elle ne peut consister en une compensation financière accordée au public.* »

Le coût de ces mesures doit en outre répondre au principe de proportionnalité.

2.5.5 Suivi des actes et travaux d'assainissement

Le projet d'assainissement doit préciser pour chacune des techniques utilisées dans la variante optimale retenue comment sera effectué le suivi des travaux d'assainissement et définir les mesures de surveillance, à savoir :

- Le type de contrôle prévu et le lieu de prélèvement (échantillonnage de contrôle d'air, d'eau, de sol, ...) ;
- Les appareils de mesure à employer (PID, tube Dräger, ...) et/ ou les analyses à effectuer ;
- Le planning du suivi (y inclus la fréquence des mesures) ;
- Les actions prévues, le cas échéant, pour augmenter le rendement de l'assainissement, lorsqu'une diminution de l'efficacité dans le temps est attendue.

L'expert doit distinguer dans les mesures de surveillance, celles dévolues à contrôler l'efficacité de l'assainissement actif et celles destinées à prévenir un risque pour les récepteurs sensibles recensés au droit ou à proximité du terrain, suite à l'application de la technique d'assainissement.

Il peut aussi proposer des actions correctrices dans le cas où une défaillance est constatée au niveau de l'efficacité de l'assainissement et/ou si un récepteur sensible est menacé au cours de l'assainissement.

A cette étape, l'expert est tenu également :

- de préciser les quantités de déchets/sols/gaz/eaux pollué(e)s produit(e)s, à stocker et/ou à évacuer lors des travaux d'assainissement ainsi que leur devenir et leur mode de traitement ;
- de proposer, le cas échéant, des normes de rejet pour les effluents produits lors de l'assainissement sur base notamment de l'avis de l'organisme d'assainissement agréé (O.A.A.) consulté.

Ces mesures doivent être discutées et présentées dans le texte du rapport. Elles doivent également être reprises dans un **plan de mesures de suivi** qui est à fournir dans le projet d'assainissement.

L'expert propose également la fréquence et le contenu des états d'avancement qui seront communiqués à l'administration.

L'expert reste attentif aux sections 2.1.1. (Description des actes et travaux d'assainissement) et 2.1.2. (Mesures de surveillance mises en œuvre) du GREF pour l'élaboration du projet d'assainissement et de ses modalités d'application.

Traitement sur site et/ou stockage des sols/eaux polluées

Les matières solides, liquides ou volatiles, extraites du sol ou des eaux souterraines peuvent constituer des rejets potentiellement polluants vers l'environnement qui doivent être gérés et doivent être développés à ce stade du projet d'assainissement. Ces rejets sont soit traités sur site, soit évacués en centre de traitement ou installation dûment autorisé. Dans le premier cas, après traitement, elles sont émises dans l'atmosphère (pour les gaz) ou déversées dans le réseau des eaux de surface ou des eaux pluviales (pour les eaux souterraines préalablement pompées) dans le respect des normes en vigueur (voir ci-dessous).

Les éventuelles unités de gestion et de stockage doivent être présentées et dimensionnées dans ce chapitre.

Normes de rejets

Comme précisé au point précédent, l'application d'une technique d'assainissement peut produire des rejets potentiellement polluants vers l'environnement. Dans le cas d'une émission d'effluents liquides ou gazeux suite à l'application de la technique (pompage de la nappe et rejet en eau de surface ou à l'égout) ou suite au traitement de l'effluent (traitement de l'eau pompée sur charbon actif par exemple), l'expert doit proposer, sur base de son expérience et de données provenant de la littérature scientifique, des normes de rejet respectant les législations en vigueur en la matière.

Ces normes ainsi que le contrôle des rejets proposés par l'expert seront soumis à l'avis des instances compétentes dans les matières concernées. Lorsque le projet d'assainissement prévoit un rejet d'eaux en égouts publics, l'avis de l'organisme d'assainissement agréé (OAA)¹ territorialement compétent doit être sollicité préalablement par l'expert et joint au dossier introduit. Toutefois, **il convient de privilégier**, lorsque c'est possible, **le rejet en eaux de surface**. A cet effet, l'outil GAMMA instaure intrinsèquement une préférence pour ce type de rejet lors de l'analyse comparative.

2.5.6 Validation des actes et travaux d'assainissement

L'expert détermine pour chacune des techniques qui sera mise en œuvre, les mesures et analyses à réaliser pour s'assurer que les objectifs d'assainissement poursuivis sont atteints et que les critères d'arrêt du processus d'assainissement sont rencontrés.

Il précise donc les mesures de validation à mettre en œuvre (par exemple, prélèvements et analyses de parois en nombre représentatif, forages et analyses dans le noyau d'une pollution assainie par in situ, monitoring de durée limitée pour vérifier l'atteinte pérenne des objectifs, etc.) en se référant notamment à la section 2.2.2. « Mesures de validation de l'arrêt des actes et travaux d'assainissement » du GREF.

Ces mesures de validation seront également reprises dans le **plan des mesures de suivi** qui est à fournir dans le rapport du projet d'assainissement.

Démantèlement d'infrastructures et gestion des déchets

Lorsque des infrastructures sont appelées à être démantelées suite à la mise en œuvre du projet d'assainissement, l'expert doit préciser le type d'infrastructures, les méthodes de démantèlement et les voies d'élimination des déchets et doit veiller à respecter la

¹ Liste des OAA par secteur géographique disponible sur <http://environnement.wallonie.be/sols> dans la rubrique Accueil > Sols > Sols pollués ? > Code Wallon de Bonnes Pratiques -CWBP- > Projet d'assainissement

législation en vigueur, notamment en ce qui concerne la présence d'amiante ou d'autres déchets issus de la destruction des bâtiments.

Mouvements de terres

L'expert doit présenter les mouvements des terres qui sont envisagés au cours de l'assainissement et notamment :

- Leur volumétrie ;
- La destination des terres excavées (sur le terrain concerné par le PA ou hors de celui-ci) et utilisation de celles-ci ;
- L'apport de terres au cours de l'assainissement ;
- Le type d'apport de terres ou de matériaux envisagé (matériau valorisé) ;
- Le contrôle de la qualité des terres qui seront apportées sur le terrain et qui doivent respecter la législation en vigueur.

En fonction de l'importance des mouvements de terres, il est conseillé de joindre un schéma des mouvements de terres (intégrant les parcelles).

Dans le contexte précis de déplacement de terres interne au terrain :

- les terres de découverte, caractérisées exemptes de pollution, peuvent être réutilisées librement au sein du terrain dans le cadre des actes et travaux d'assainissement ;
- les terres/remblais pollués peuvent être déplacées au sein du terrain en veillant à ne pas polluer une zone non polluée et à ne pas « enrichir » une zone (faiblement) polluée et en gardant une traçabilité de celles-ci.

2.5.7 Délai de réalisation et planning

Dans cette section, l'expert doit présenter :

- le délai de réalisation du projet (durée d'assainissement à partir de la date d'approbation du rapport) ;
- le phasage et le séquençage des travaux ;
- le planning prévisionnel de fin de travaux.

Le délai de réalisation, le phasage des travaux et du suivi seront détaillés dans un tableau ainsi que la date présumée de fin de chantier. Pour les assainissements de longue durée et/ou impliquant de nombreuses phases et/ou plusieurs intervenants, l'utilisation d'une représentation de type "Gantt" peut être utile. Le tableau 1 "descriptif des tâches planifiées" ci-après est présenté à titre d'exemple. Ce tableau fait partie intégrante du plan des mesures de suivi.

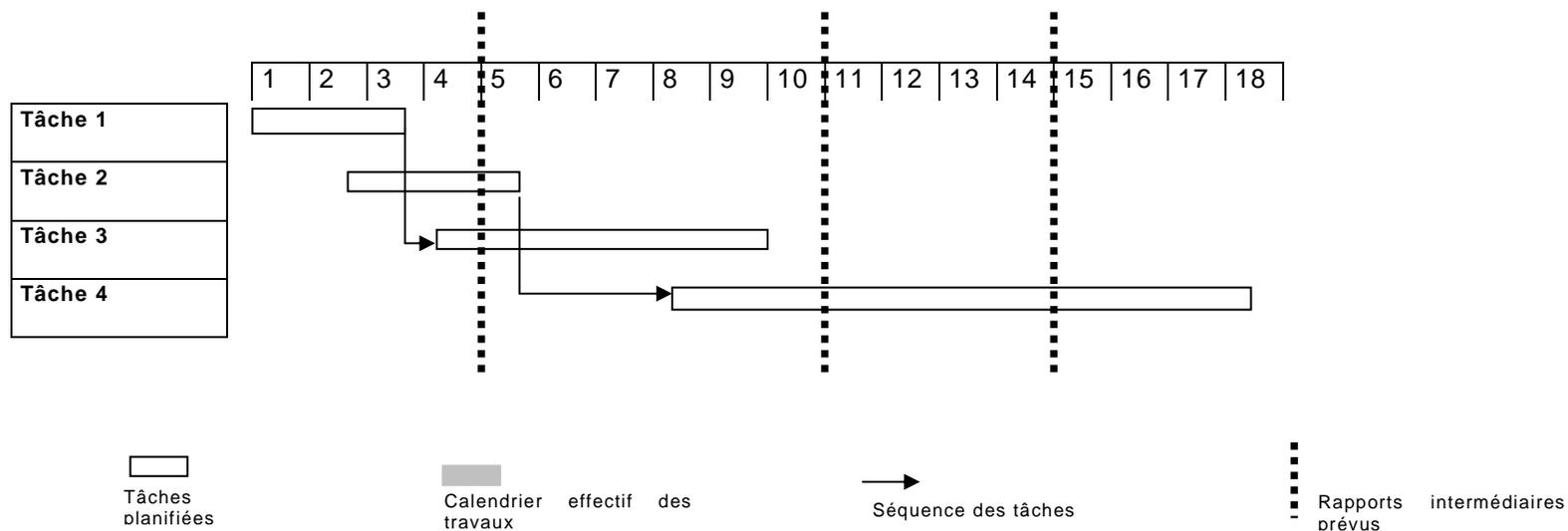
Si le début des travaux n'est pas programmé dans un avenir proche, l'expert doit motiver le report dans le temps des travaux. En tout état de cause, l'expert doit proposer un échéancier indépendant de toute obtention de permis quelconque, hormis lors du dépôt d'un projet d'assainissement suivant les dispositions de l'article 68 du décret.

Rappelons que c'est l'administration dans son approbation du projet d'assainissement qui fixe le délai endéans lequel les actes et travaux d'assainissement doivent être entamés et terminés. Toute modification du planning approuvé par l'administration devra être notifiée et soumise à l'accord de l'administration.

Tableau 1 : Tableau descriptif des tâches planifiées (Gantt)

	Liste des tâches	Description	Responsable	Montant (euros)	Organisme de contrôle (si art. 62)
Tache planifiées	Tâche 1				
	Tâche 2				
	Tâche 3				
	Tâche 4				

Diagramme de Gantt présentant les tâches planifiées et le déroulement effectif des travaux.



2.5.8 Incidences des travaux sur l'environnement

Lors de l'élaboration du projet d'assainissement, il convient d'évaluer les incidences des actes et travaux d'assainissement de la variante retenue. A cet effet, complémentairement à l'évaluation des impacts au moyen de l'outil GAMMA, une notice d'évaluation des incidences au sens de l'annexe VI de la partie réglementaire du livre 1er du Code de l'environnement est requise dans tous les cas et doit être annexée au projet d'assainissement. Elle doit être cohérente aux éléments d'information introduits dans l'outil GAMMA. Si un impact du projet d'assainissement sur la faune et la flore est identifié ou suspecté, l'expert est invité à consulter le cantonnement *ad hoc* du Département de la Nature et des Forêts afin de pouvoir proposer une réponse adaptée dans le cadre projet d'assainissement.

Les points pour lesquels un impact est présumé feront l'objet d'un développement de la part de l'expert par rapport aux mesures prises pour pallier ces impacts. En particulier pour la santé humaine, les parcelles voisines, les rejets (air et eau), un argumentaire sera d'office fourni.

En aucun cas, le renvoi vers l'entrepreneur n'est autorisé, c'est à l'expert d'apporter les réponses détaillées et précises. S'il le juge nécessaire, dans les cas les plus complexes, l'expert peut compléter cette notice par des considérations complémentaires.

2.5.9 Mesures de sécurité (post-assainissement)

Les mesures de sécurité (post-assainissement) intègrent toutes les contraintes, limitations ou restrictions affectant chaque parcelle cadastrale constitutive du terrain. Elles doivent donc être détaillées et présentées parcelle par parcelle.

Cela comprend notamment la surveillance et l'entretien de tous les équipements relatifs au traitement des eaux, des gaz ou des sols et à la sécurité des installations ; installations/équipements qu'il est parfois nécessaire de maintenir en place après les travaux d'assainissement proprement dits.

Ces mesures précisent également :

- les conditions d'intervention en matière de travaux sur la parcelle ;
- les conditions à respecter pour permettre un usage de la parcelle.

Ces mesures de sécurité peuvent être :

- des restrictions d'usage : limitation de l'usage de la parcelle lorsque l'usage considéré dans le cadre de l'assainissement ne permet pas de restaurer au terrain toutes ses fonctions potentielles en matière d'affectation ;
- des restrictions d'utilisation : limitation pour l'utilisation du sol/ des eaux souterraines au droit de la parcelle lorsque la pollution résiduelle laissée au terme d'un assainissement implique des contraintes (maintien d'un confinement, interdiction de captage, conditions pour le remaniement des terres polluées, contraintes en termes de construction, etc.) ;
- des mesures de post-gestion : lorsque la maîtrise des risques liés à la pollution résiduelle laissée au terme d'un assainissement implique une surveillance (programmes d'échantillonnage et d'analyse de l'eau souterraine, de produits cultivés, d'organismes biologiques, de gaz -air intérieur, air extérieur, ou gaz du sol, de poussières, etc.).

Les restrictions d'usage et d'utilisation sont liées au terrain et doivent être respectées par tout utilisateur actuel ou futur et toute personne disposant d'un droit réel sur celui-ci.

Les mesures de post-gestion restent à charge du titulaire initial d'obligation (art 18 du décret sols).

Pour rappel, la mise en œuvre de mesures de sécurité ne constitue pas un assainissement et ne vise ni à diminuer la charge polluante, ni à confiner activement une pollution. Elle se contente de sécuriser la situation par des mesures qui auront pour conséquence de limiter les potentialités d'utilisation du terrain. Cette mise en œuvre constitue le dernier recours puisque cela revient à accepter qu'un récepteur ou un terrain est durablement dégradé ou atteint. Pour rappel, toutes les restrictions d'utilisation sont consignées sur le Certificat de contrôle du sol.

Le **plan des mesures de suivi** comprend l'ensemble de ces mesures et distingue dès lors les mesures de surveillance (2.4.5.), les mesures de validation (point 2.4.6) ainsi que les mesures de sécurité. Il décrit chacune des mesures et définit pour chacune des installations les paramètres à contrôler, la fréquence des contrôles et les mesures à prendre en cas de déviance par rapport aux valeurs définies.

2.5.10 Estimation des coûts d'assainissement

Les coûts estimés peuvent être présentés, pour la variante retenue, sous la forme d'un tableau, par phase ou par pollution (selon la complexité du chantier d'assainissement). Ils devront être détaillés autant que possible en distinguant les coûts relatifs aux :

- **Travaux d'assainissement proprement dits, intégrant :**
 - la mise en œuvre ;
 - les mesures de surveillance, de validation de l'assainissement ;
 - les actes limitant les impacts de l'assainissement (mesures de suivi) ;
 - le suivi des risques pour les récepteurs sensibles ;
 - l'entretien des installations de traitement (prix des consommables tels que les unités de charbon actif, les produits oxydants, ...) ;
- **Mesures de sécurité (post-assainissement) ;**
- **Mesures de réparation complémentaire et compensatoire (MRCC).**

Dans le cas des pollutions nouvelles, le cas échéant, une évaluation du coût de mise en œuvre des MRCC doit être proposée par l'expert. Ces mêmes éléments sont également considérés dans l'outil GAMMA.

3 CHAPITRE 3 : RAPPORT DE PA

Le présent chapitre fixe les règles de mise en forme (section 3.1.) et la table des matières (section 3.2.) du « rapport du projet d'assainissement » qui sera rédigé par l'expert au terme de sa mission et en détaille son contenu (section 3.3.).

Au terme de sa mission, l'expert rédige un « rapport de projet d'assainissement » qui doit obligatoirement être :

- introduit auprès de l'administration, accompagné de la preuve de paiement du droit de dossier, par le titulaire de l'obligation ou par une tierce personne dûment mandatée (qui peut être en l'occurrence l'expert) ;
- daté et signé par une personne habilitée.

Le contenu du rapport de PA est détaillé à la section 3.3. Il y a lieu de noter que cette section renvoie aux chapitres I et II du présent guide, devant impérativement être pris en considération pour la rédaction du rapport de PA.

L'expert indiquera la mention « Sans objet » si une des sections ou sous-sections ne doit pas être complétée eu égard au caractère particulier du PA.

D'une façon générale, si pour une raison ou l'autre, certaines données ne sont pas disponibles ou s'il existe des doutes quant à la qualité de l'information ou de la source, l'expert le mentionne clairement dans le rapport.

Le rapport du PA est établi sur base des éléments obtenus et validés aux stades des études d'orientation (EO) et de caractérisation (EC) ou de l'étude combinée (ECO). Dès lors, si des éléments nouveaux sont apparus depuis l'approbation par l'Administration des études précitées, l'expert est tenu de les mentionner dans son rapport.

L'expert qui établit le rapport du PA peut faire référence de manière claire et non équivoque aux contenus de l'EO, de l'EC ou de l'ECO, et, le cas échéant, de l'étude de risque (ER), il veille toutefois à ne pas recourir à des renvois systématiques et à maintenir la lisibilité du rapport du PA qui, pour rappel, est soumis à consultation publique (annonce de projet ou le cas échéant, enquête publique), conformément aux dispositions de l'article 61 du décret sols.

Par ailleurs, en ce qui concerne les données administratives, celles-ci doivent apparaître dans chaque rapport d'étude et doivent donc être systématiquement reprises dans le rapport du PA.

Les éventuelles nouvelles informations disponibles depuis l'approbation de l'EC ou de l'ECO telles que :

- les rapport(s) technique(s) ;
- les modification(s) de donnée(s) administrative(s) ou urbanistique(s) et notamment le périmètre du terrain et ses coordonnées cadastrales ;
- les donnée(s) cartographique(s) ;
- les nouvelle(s) information(s) acquise(s) lors d'une éventuelle visite du site ;
- toute information jugée utile par l'expert ;

sont clairement détaillées dans le texte, au sein des sections concernées du rapport.

L'expert précise dans quelles mesures elles ont influencé le déroulement du rapport du PA.

Les éléments nécessaires à la compréhension du rapport doivent être présentés au sein du corps de texte. Les éléments permettant d'illustrer ou de compléter le propos tenu dans le corps du rapport sont présentés au sein des annexes.

3.1 Mise en forme du rapport

La page de garde du rapport doit obligatoirement reprendre la mention "Projet d'assainissement - décret sols", ainsi que le **numéro de dossier**⁵ de l'administration, la dénomination et l'adresse du terrain, la dénomination des parcelles cadastrales constituant le terrain et les coordonnées Lambert 1972 du point central de ce dernier.

La structure du rapport respecte la table des matières standardisée. Dans le cas où une section ou sous-section standard ne concerne pas le terrain investigué, celle-ci est maintenue dans la structure du rapport et suivie de la mention «Sans objet». C'est par exemple le cas pour tous les éléments de la phase d'investigation de terrain lorsque l'étude préliminaire démontre que les investigations de terrain sont superflues (aucune zone suspecte). L'expert ajoute des éléments à cette table des matières chaque fois qu'il le juge opportun.

Les éléments nécessaires à la compréhension du rapport sont présentés au sein du corps de texte, le cas échéant complétés par des cartes et plans. Les éléments permettant d'illustrer ou de compléter le propos tenu dans le corps du rapport sont présentés au sein des annexes. Le renvoi vers les plans et annexes relatifs est **systematiquement** effectué. Les consignes relatives au contenu et à la mise en forme des plans et annexes sont décrites aux sections 3.3.8 et 3.3.9.

Si certaines données ne sont pas disponibles ou s'il existe des doutes quant à la qualité de la source d'information dont elles sont extraites, cela doit être mentionné par l'expert dans le texte du rapport.

Version imprimée

Le rapport est imprimé en quatre exemplaires (un original et trois copies). Les éléments à imprimer sont détaillés dans le Tableau 2 :

		Rapport dePA			
		Version originale	Copie consultation ³	Copie	Type d'impression
Nombre		1	1	2	
ELEMENTS A IMPRIMER	Corps de texte	oui	oui	oui	Monochromie
	Cartes et plans	oui	oui	oui	Quadrichromie ²
	Extraits originaux des plans et matrices cadastrales	oui	oui	non	Monochromie
	Annexe B : outil Gamma (tous les feuillets)	oui	oui	oui	Quadrichromie
	Autres annexes	non ¹	oui	non ¹	Quadrichromie
PIECE JOINTE	Intégralité du rapport sur support électronique (cd ou clé usb)	oui	non	non	/

¹ Fournies sur support électronique

² Tout élément édité en quadrichromie doit rester parfaitement lisible en cas de reproduction monochrome

³ Document destiné à la consultation publique (annonce de projet ou le cas échéant, enquête publique)

Tableau 2 : Composition de la version imprimée du rapport de PA

⁵ La demande d'attribution d'un numéro de dossier doit être effectuée avant l'introduction du rapport. La procédure de demande est reprise sur le site internet DAS/DPS <http://dps.environnement.wallonie.be/home.html>

Version numérique

Le support électronique contient :

- **une version intégrale⁶ et continue** du rapport sous format PDF nommé : "Rapport PA + nom du terrain ou nom du commanditaire" ;
- **un dossier intitulé "Cartes et plans"** contenant chaque carte et plan sous forme de fichiers individuels (format JPEG ou PDF) avec une résolution suffisante pour obtenir, en cas d'impression séparée, un niveau de qualité au moins égal à celui présenté dans l'exemplaire original du rapport imprimé. Les plans établis par l'expert sont également fournis sous format Autocad (.dxf ou .dwg) et/ou shapefile (.shp) ;
- **un dossier intitulé "Annexes"** contenant toutes les annexes citées dans le corps du texte enregistrées sous les formats repris dans le Tableau 2.

Format des annexes				
Word (.docx)	Excel (.xlsx)	PDF (.pdf)	TIFF (.tif)	JPEG (.jpg)
Projets de CCS	Formulaire de données administratives	Documents scannés		Prises de vue
Tout document texte	Tout tableau			

Tableau 2 : Format requis pour les annexes au rapport de PA

3.2 Modalités d'envoi

Deux options sont possibles pour l'introduction du rapport :

- (1) via envoi postal conférant date certaine ou dépôt en nos locaux de la version imprimée et de la version numérique ;
- (2) via envoi électronique au moyen du Formulaire de récolte de données d'études sol disponible sur le site : <http://dps.environnement.wallonie.be>.

Ce mode de transmission permet, outre l'économie substantielle de papier, de n'envoyer que la version numérique sans devoir réaliser et joindre l'annexe administrative A1, car les données y relatives sont reprises au sein du formulaire dûment complété⁷.

⁶ Corps de texte + cartes et plans + annexes (y compris les bulletins d'analyses et les études antérieures)

⁷ A la date de publication de ce guide, le formulaire de récolte de données d'études sol est opérationnel et recommandé. Il est toutefois en cours d'amélioration (notamment pour le paiement des droits de dossier et le mandat). Il est destiné à devenir l'unique mode de transmission des études sol auprès de l'Administration.

3.3 Contenu du rapport

Résumé du projet d'assainissement

1. Introduction

(Mandat)

1.1 Contexte et objectifs

1.2 Résumé non technique

2. Mise à jour des données administratives

3. Etude préparatoire

3.1 Résumé des études d'orientation et de caractérisation ou de l'étude combinée (et de l'étude de risques)

3.2 Conditions et contraintes spécifiques

4. Examen de l'option simplifiée "excavation-évacuation totale"

5. Techniques applicables, variantes d'assainissement et analyse comparative

5.1 Techniques applicables

5.2 Variantes d'assainissement

5.3 Analyse comparative

5.4 Etudes, test et phase pilote

6. Description détaillée de la variante retenue

6.1 Données nécessaires au dimensionnement

6.2 Dimensionnement de la variante retenue

6.3 Résultats attendus

6.4 Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

6.5 Surveillance et validation des actes et travaux d'assainissement

6.6 Délai de réalisation et planning

6.7 Incidences des travaux sur l'environnement

6.8 Mesures de sécurité

6.9 Estimation des coûts d'assainissement

7. Conclusions et recommandations

7.1 Conclusions et synthèse technique du projet d'assainissement

7.2 Propositions et recommandations

Annexes

Cartes et plans

3.4 Contenu requis par chapitre

Cette section définit le contenu minimal de chaque chapitre du rapport de PA dans le but d'uniformiser la structure des rapports rendus par les experts et d'en faciliter l'instruction par les agents de la DAS.

3.4.1 Introduction

Le mandat est signé par le titulaire en vue de conférer à un tiers la possibilité de déposer, auprès de l'Administration, le projet d'assainissement. Le modèle figurant à la page suivante peut être utilisé.

3.4.1.1 Contexte et objectifs

L'expert expose les raisons qui ont conduit à l'élaboration du projet d'assainissement.

Il reprend les références (date de réalisation, parcelle(s) investiguée(s), expert) des études précédentes (EO, EC, ECO, ER) et fait un résumé succinct des conclusions et recommandations de ces études ainsi que des décisions administratives qui en découlent. Ce résumé peut être commun à l'ensemble des études.

L'expert précise également si d'autres études (urbanistiques, géotechniques, etc.) ou événements importants (accident, etc.) ont eu lieu depuis l'approbation par l'administration de l'EC ou de l'ECO.

Par ailleurs, si la situation administrative a évolué depuis la réalisation de ces études, il en est fait mention.

Il est important de rappeler que les conclusions de l'EC (ou de l'ECO) au sujet de la présence d'une **menace grave** ne peuvent pas être modifiées au stade du projet d'assainissement. S'il souhaite modifier ces conclusions, l'expert doit soumettre une nouvelle EC (ou ECO) accompagnée, le cas échéant, d'une nouvelle étude de **risques**.

3.4.1.2 Résumé non technique

Le résumé non technique est présenté de manière succincte, en maximum deux pages. Il est rédigé de telle manière qu'un public non nécessairement averti puisse comprendre la substance même du PA, notamment lors de la consultation publique (annonce de projet ou le cas échéant, enquête publique) prévue pour tous les projets d'assainissement – article 61 du décret sols-.

Le résumé identifie et localise clairement les parcelles ayant fait l'objet de l'élaboration du projet d'assainissement et précise la superficie globale du terrain investigué.

La structure du résumé est identique à celle du rapport du PA dans son ensemble, à savoir une brève synthèse (1) du contexte, (2) de l'étude préparatoire et (3) de l'analyse comparative et (4) de la variante retenue.

L'expert finit cette synthèse en exposant les objectifs d'assainissement attendus ainsi que les éventuelles mesures de sécurité (restrictions d'utilisation...) qui seront consignées dans le CCS au terme des travaux.

3.4.2 Mise à jour des données administratives

Les données reprises dans le formulaire de données joint en annexe A.1 des études préalables sont mises à jour.

Ce formulaire modifié est joint en **annexe A.1** du rapport d'expert relatif au projet d'assainissement.

Le plan cadastral est joint en **annexe A.2**.

Il y a lieu de joindre un plan cadastral actualisé si l'étude de caractérisation ou l'étude combinée a été approuvée plus d'un an avant le dépôt du projet d'assainissement ou si des modifications sont apparues entre-temps.

Le cas échéant ces données sont complétées par les **annexes A** et **plans A** relatifs aux données administratives.

3.4.3 Etude préparatoire

3.4.3.1 Résumé des EO et EC ou ECO (et ER)

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments des points

- **2.3.1** Examen de l'EO et de l'EC ou de l'ECO
- **2.3.2** Conditions et contraintes techniques spécifiques

issus du chapitre 2 du présent guide.

L'expert présente l'intégralité des conclusions et recommandations de l'EO, de l'EC ou de l'ECO et des décisions administratives qui en découlent et, le cas échéant, de l'ER ainsi qu'une liste des taches de pollutions et / ou des remblais pollués dont la nécessité d'assainir a été déterminée. Il précise pour ces deux cas de figure :

- Le caractère de la pollution (historique ou nouvelle) ;
- Le type d'usage à considérer par parcelle ;
- La volumétrie des taches de pollution ou du remblai ;
- Les objectifs d'assainissement définis au terme de l'étude de caractérisation ou de l'étude combinée.

Il s'agit en outre pour l'expert de poser un œil critique sur les données provenant des études antérieures.

Il se positionne quant à la caractérisation des pollutions, quant aux objectifs d'assainissement établis lors de l'élaboration de l'EC.

3.4.3.2 Conditions et contraintes spécifiques

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.3.2** Conditions et contraintes techniques spécifiques

issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert présente les contraintes spécifiques à la situation rencontrée qui doivent être prises en compte dans le projet d'assainissement. Il s'agit des paramètres ou éléments factuels connus de l'expert au moment de la réalisation du projet d'assainissement qui en influencent le contenu. En particulier, l'expert y inventorie et argumente tout ce qui peut influencer l'applicabilité des techniques d'assainissement en tenant compte des travaux d'aménagement prévus ou planifiés.

Elles comprennent les contraintes organisationnelles liées aux activités exercées sur le terrain et peuvent découler des éléments pertinents du Modèle Conceptuel du Site (MCS). L'expert peut illustrer les conditions et contraintes spécifiques au moyen du MCS qu'il complète dans le but de présenter visuellement lesdites conditions et contraintes. Il joint ce MCS complété en Plan C.

3.4.4 Examen de l'option simplifiée « excavation- évacuation totale »

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.4.1 Examen de l'approche simplifiée « excavation-évacuation totale »**

issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert présente l'examen de l'option excavation-évacuation totale. Sur base de son analyse, l'expert se positionne par rapport à l'option "excavation-évacuation totale" et précise si cette option est :

1. la solution qui s'impose sans discussion ;
2. une solution totalement exclue pour des raisons indiscutables ;
3. une solution discutable parmi d'autres variantes possibles.

Il motive ce positionnement par rapport à l'ensemble des questions établies dans la page d'introduction de l'outil GAMMA.

Dans cette section, l'expert commente, au besoin, les réponses « oui / non » qu'il a mentionnées dans la page d'introduction de l'outil GAMMA, elle-même fournie en annexe B jointe au rapport.

3.4.5 Techniques applicables, variantes d'assainissement et analyse comparative

Ce chapitre vise à élaborer et à déterminer la ou les meilleure(s) stratégie(s) d'assainissement et la variante optimale pour assainir le terrain en fonction des conditions et contraintes spécifiques de la situation rencontrée.

3.4.5.1 Techniques applicables

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.4.2 Identification des techniques applicables**

issu du chapitre 2 du présent guide.

La sélection des techniques applicables, réalisées au moyen de l'outil GAMMA, doit être présentée pour l'entièreté du terrain, par média⁸ ou par tache de pollution et/ou zone de remblais pollués à assainir.

Dans les pages « Descriptif et choix des techniques » de l'outil Gamma, il y a lieu de fournir une justification, au sein du tableau, respectivement pour chaque technique non-retenue comme technique applicable.

Cette section doit permettre au lecteur de comprendre les raisons pour lesquelles certaines des techniques proposées dans l'outil GAMMA ne sont pas considérées comme applicables. En aucun cas, la justification ne peut se référer à des éléments / critères faisant intrinsèquement l'objet d'une évaluation objective au moyen de l'outil GAMMA.

Ce tableau est intégré directement au sein du texte ou repris en annexe B en fonction de son importance.

3.4.5.2 Variantes d'assainissement

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.4.3** Elaboration des variantes d'assainissement
issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert présente les variantes élaborées pour chacune des taches de pollution ou zones de remblais pollués à assainir ou chaque groupe de pollution traitées par une même variante. Cette section détaille la page « Descriptif du site » issue de l'outil GAMMA qui est jointe en annexe B.

Avant de présenter l'analyse comparative proprement dite, l'expert fournit une justification succincte mais suffisante quant à la pertinence des variantes qu'il a décidé d'élaborer afin de démontrer que les options les plus raisonnables du point de vue technique ont été envisagées.

Pour chacune des pollutions à assainir (ou par groupe de pollutions pour lesquelles une même variante est retenue), la description des variantes doit inclure les éléments listés au point 2.4.3 et les informations nécessaires à la cotation des critères repris dans l'outil d'aide à la décision GAMMA.

Toute éventuelle dérogation par rapport aux objectifs d'assainissement par défaut doit faire l'objet d'une justification étayée de la part de l'expert.

Si des plans sont joints pour illustrer les variantes, ils sont repris dans l'ordre suivant :

- plan illustrant les zones d'excavation et/ou d'implantation des infrastructures de traitement, le cas échéant, une coupe si l'expert la juge pertinente et plus illustrative – **Plan D1** en Annexe ;
- plan illustrant les pollutions résiduelles éventuelles, le cas échéant, une coupe si l'expert la juge pertinente et plus illustrative – **Plan D2** en Annexe.

3.4.5.3 Analyse comparative

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.4.4** Choix de la variante optimale
issu du chapitre 2 du présent guide.

⁸ Voir glossaire

L'expert présente l'analyse comparative de plusieurs variantes (minimum 3, l'option simplifiée « excavation-évacuation totale » devant être reprise s'il s'agit d'une solution discutable parmi d'autres variantes possibles) et la sélection de la variante optimale.

Les principes ayant régi la cotation des critères de GAMMA doivent être argumentés et défendus dans ce chapitre.

L'expert veillera à interpréter les résultats notamment en regard des trois piliers abordés.

Le choix final de la variante optimale, qu'il corresponde au résultat proposé par GAMMA et singulièrement si il est différent, doit être argumenté de manière claire dans le texte.

Les feuillets complétés, issus de l'outil GAMMA, sont repris en annexe B. Le cas échéant le rapport comporte toutes les simulations graphiques issues de l'outil GAMMA qui permettent d'étayer le choix de la variante optimale.

L'expert localise sur plan les périmètres d'application de la variante retenue pour l'ensemble du terrain qui fait l'objet du projet d'assainissement – **Plan E1**.

3.4.5.4 Etude des faisabilités

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.4.5 Etude des faisabilités**

issu du chapitre 2 du présent guide.

Le cas échéant, l'expert présente au sein de cette section les informations destinées à valider le choix opéré en termes d'opérationnalité. L'expert évalue le niveau de détail suffisant à présenter dans cette étude pour valider le choix de la variante optimale.

Une synthèse est présentée dans le corps du rapport tandis que les notes techniques (test pilote, étude de stabilité, etc.) nécessaires à cette évaluation sont présentées en **annexe E** du présent rapport. Dans son argumentaire, l'expert veille à clairement distinguer les tests pilotes des propositions de phase pilote tels que définis dans la section 2.4.5 du présent rapport.

3.4.6 Description détaillée de la variante retenue

L'expert détaille, dimensionne et évalue financièrement les travaux d'assainissement et les travaux liés aux mesures de sécurité. Le cas échéant, il développe les mesures de réparation complémentaire et compensatoire en lien avec le point 3.4.5.3 Analyse comparative du rapport de PA. En tout état de cause, cette description détaillée de la variante retenue doit être cohérente par rapport aux informations introduite dans l'outil GAMMA.

3.4.6.1 Données nécessaires au dimensionnement

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.5.1 Données nécessaires au dimensionnement**

issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert détaille le principe des techniques retenues pour chacune des taches de pollution ou des zones de remblais ou groupe de pollution à assainir, ainsi que le phasage des éventuelles étapes de mise en œuvre.

L'expert identifie les données nécessaires et les données manquantes au dimensionnement de l'assainissement. A cet égard, lorsque l'expert le juge opportun, il décrit de manière analogue, la phase pilote et la durée estimée de celle-ci pour permettre de valider l'approche et d'obtenir les données manquantes.

L'expert définit, dans une liste limitative, les paramètres et éléments de dimensionnement qui feront l'objet d'une adaptation à la lumière des observations de la phase pilote.

3.4.6.2 Dimensionnement de la variante retenue

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.5.2 Dimensionnement de la variante retenue**
issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert expose les caractéristiques de la variante et techniques retenues. L'emplacement du dispositif et le dimensionnement doit être illustré par des figures pertinentes (vue en plan, vue de profil reprises dans les **cartes et plans E2**) pour chacune des techniques d'assainissement mises en œuvre, afin de spécifier les modifications apportées au sol et aux eaux souterraines (modification du sens d'écoulement de la nappe, rabattement de la nappe, pose de drains, etc.).

Si des mouvements de terres liés à des excavations sont prévus, il y a lieu d'assurer une traçabilité des terres et, le cas échéant, de les identifier formellement en distinguant visuellement les zones de remblais des zones de déblais sur des illustrations reprises dans les **cartes et plans E3** intégrant le parcellaire.

En outre, si des modifications de relief du sol sont prévues, elles doivent être illustrées par des coupes et profils (**Plan E4**) notamment :

- a) une vue en plan de la modification du relief à l'échelle la plus appropriée. Cette vue englobe une partie du relief des parcelles environnantes – **plan E4.1** ;
- b) des profils ou coupes longitudinales et transversales, idéalement à la même échelle que la vue en plan (s'il échet, les échelles verticales pourront être légèrement exagérées par rapport aux échelles horizontales) repérés par rapport à des points fixes, les profils et coupes sont localisés sur la vue en plan – **plan E4.2** ;
- c) des croquis ou des images de synthèse d'intégration ou de "signallement" dans le paysage du terrain assaini **plan E4.3**.

L'expert présente la liste des techniques et / ou variantes retenues qui comprennent des installations soumises à permis d'environnement, voire à étude d'incidences sur l'environnement, permis d'urbanisme, déclaration, etc.

3.4.6.3 Résultats attendus

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.5.3 Résultats attendus**
issu du chapitre 2 du présent guide.

Les résultats attendus sont présentés pour chaque polluant, par parcelle cadastrale et par zone polluée (ou zone de remblais) sous forme de texte et de tableaux récapitulatifs au sein du corps du rapport.

Les résultats attendus doivent s'exprimer en termes de **concentration à atteindre** et de volume de terres ou d'eau traités. L'expert spécifie les objectifs d'assainissement en fonction de la profondeur et en comparaison directe aux concentrations initiales maximales.

L'expert exprime aussi ces objectifs en termes de pourcentage d'assainissement (masse de pollution traitée / masse de pollution initiale).

Le cas échéant, les pollutions résiduelles attendues doivent être impérativement localisées (**Plans E5**) et estimées quantitativement en termes de concentration et de volumes résiduels pollués. De plus, si ces pollutions résiduelles affectent les eaux souterraines et émanent d'une « pollution nouvelle » au sens du décret, l'expert établit un lien explicatif et étayé entre ces pollutions résiduelles et les mesures de réparation complémentaire et compensatoire qu'il propose (cf. 6.4 du rapport de PA).

3.4.6.4 Mesures de réparation complémentaire et compensatoire

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- 2.5.4 Mesures de réparation complémentaire et compensatoire - MRCC issu du chapitre 2 du présent guide.

En lien direct avec le point 6.3 du rapport de PA, l'expert détaille les mesures de réparation complémentaire et compensatoire (MRCC) qu'il y a lieu de mettre en place dans le cas d'une pollution nouvelle, lorsque que l'objectif d'assainissement formel relatif aux eaux souterraines ne peut être atteint par les meilleures techniques disponibles.

La présente section permet de décrire en quoi les MRCC proposées permettent de compléter ou de compenser les pertes provisoires de ressources naturelles et de services induites par la présence d'une pollution résiduelle.

L'expert est tenu de motiver l'équivalence de la mesure de réparation complémentaire proposée par rapport au dommage causé sur le terrain lié à la présence des pollutions résiduelles définies au point 6.3 du rapport de PA.

3.4.6.5 Surveillance et validation des actes et travaux d'assainissement

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments des points:

- 2.5.5 Suivi des actes et travaux d'assainissement
- 2.5.6 Validation des actes et travaux d'assainissement

issus du chapitre 2 du présent guide.

Le projet d'assainissement doit préciser, pour chacune des techniques utilisées dans la variante optimale retenue, la manière dont sera effectué le suivi des travaux d'assainissement proprement dits et quelles sont les mesures et analyses qui vont en déterminer l'arrêt. Le cas échéant, il peut faire référence aux mesures préconisées dans le Guide de Référence pour l'Evaluation Finale (GREF).

Les mesures de surveillance et les mesures de validation sont présentées dans le corps du texte et synthétisées dans le **plan de mesures de suivi** contenant les éléments décrits au point 2.5.5 du présent guide. Ce plan est fourni en annexe C du rapport de PA. Les éléments y repris doivent être cohérents par rapport aux informations introduites dans l'outil GAMMA en vue de comparer les différentes variantes.

L'expert doit également identifier les quantités de déchets solides, liquides ou gazeux produits par l'assainissement et proposer, le cas échéant, des normes de rejets qui seront soumises à l'avis des autorités compétentes.

Lorsque le projet d'assainissement prévoit un rejet d'eaux en égouts publics, l'avis de l'organisme d'assainissement agréé compétent territorialement doit être joint au dossier introduit en **annexe F**.

Les unités de gestion et de stockage doivent être présentées et dimensionnées dans ce chapitre.

Une attention particulière doit être portée au suivi des mouvements de terres polluées ou non polluées.

3.4.6.6 Délai de réalisation et planning

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.5.7** Délai de réalisation et planning
issu du chapitre 2 du présent guide.

Le délai de réalisation, le phasage de chacun des travaux sera détaillé dans un tableau. Les dates présumées de début et de fin de chaque phase ainsi que la date présumée de fin de chantier doivent être stipulées. A tout le moins, les durées de chaque tâche doivent être précisées si la date de début n'est pas encore formellement arrêtée lors du dépôt du projet d'assainissement.

Le Tableau 1 : Tableau descriptif des tâches planifiées (Gantt) de la section 2.5.7 est fourni et présenté dans le corps du texte du rapport. Sa réalisation selon la méthodologie "Gantt" est recommandée.

Ce tableau fait partie intégrante du **plan des mesures de suivi** contenant les éléments décrits au point 2.5.5 du présent guide et peut dès lors être joint en annexe C du rapport de PA.

Rappelons que c'est l'administration dans son approbation du projet d'assainissement qui fixe le délai endéans lequel les actes et travaux d'assainissement doivent être entamés et terminés.

3.4.6.7 Incidences des travaux sur l'environnement

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point :

- **2.5.8** Incidences des travaux sur l'environnement
issu du chapitre 2 du présent guide.

L'expert évalue l'impact des travaux d'assainissement sur la santé humaine et sur l'environnement, au droit du terrain et sur les parcelles voisines conformément à l'article **D.66. § 1^{er}** de la partie V du livre I^{er} du Code de l'environnement. A cette fin, une notice dont le contenu est identique à la **notice d'évaluation des incidences sur**

L'environnement, dont le modèle est visé à l'annexe VI de la partie réglementaire du livre I^{er} du Code de l'environnement, doit être annexée au rapport de PA (Annexe D). Les éléments y repris doivent être cohérents par rapport aux informations introduites dans l'outil GAMMA en vue de comparer les différentes variantes.

Le cas échéant, l'expert peut utiliser tout élément en provenance d'une étude d'incidences qui aurait été réalisée dans le cadre de l'aménagement futur du terrain. Toutefois, c'est l'impact des actes et travaux d'assainissement proprement dits qui doit être spécifiquement évalué dans la notice.

Si le charroi lié aux travaux d'assainissement est susceptible d'avoir un impact non négligeable sur la mobilité et l'environnement durant l'assainissement, il y a lieu de joindre, dans le corps du texte, un descriptif précis des voiries empruntées par le charroi. Le cas échéant, si l'expert le juge utile, le trajet emprunté est repris au **Plan E6**.

En aucun cas, le renvoi vers l'entrepreneur n'est autorisé, c'est à l'expert d'apporter les éléments détaillés et précis.

3.4.6.8 Contenu de la section 6.8 : Mesures de sécurité (post-assainissement)

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments des points :

- **2.5.3** Résultats attendus
- **2.5.9** Mesures de sécurité (post-assainissement)

issus du chapitre 2 du présent guide.

L'expert décrit et justifie les mesures de sécurité (post-assainissement), par parcelle par parcelle, qui sont nécessaires après les travaux d'assainissement proprement dits. Celles-ci sont de trois types : restrictions d'usage, restrictions d'utilisation et mesures de post-gestion (surveillance et entretien de tous les équipements relatifs au traitement des eaux, des gaz ou des sols et à la sécurité des installations; installations/équipements qu'il est parfois nécessaire de maintenir).

L'expert établit un lien direct entre la présente section et la section 6.3 du rapport de PA (et le Plan E5). Les mesures de sécurité qu'il propose doivent en effet découler directement des pollutions résiduelles.

En outre, l'expert distingue clairement ces mesures de sécurité (post-assainissement), des mesures de suivi (surveillance et de validation en cours d'assainissement) présentées dans la section 6.5 du rapport de PA, et des mesures de réparation complémentaire et compensatoire décrite dans la section 6.4 du rapport de PA.

Ces mesures sont présentées dans le corps du texte et synthétisées dans le **plan des mesures de sécurité** contenant les éléments décrits au point 2.5.5 du présent guide. Ce plan est fourni en annexe G du rapport de PA.

En tout état de cause, les éléments repris dans ce chapitre doivent être cohérents par rapport aux informations introduites dans l'outil GAMMA en vue de comparer les différentes variantes.

Le plan de mesures de sécurité proposé à l'administration doit présenter, par parcelle :

- les conditions d'intervention en matière de travaux ;
- les éventuelles restrictions d'usage et le cas échéant, les conditions à respecter pour permettre un usage de la parcelle ;
- les éventuelles restrictions d'utilisation du sol et/ou des eaux souterraines ;

- les éventuelles installations qui restent sur place après les actes et travaux d'assainissement ;
- les mesures de post-gestion préconisées en vue d'assurer la maîtrise des risques liés à la pollution résiduelle laissée en place ;
- les coûts associés à ces mesures.

3.4.6.9 Estimation des coûts d'assainissement

La rédaction de cette section du rapport prend en considération les éléments du point:

- **2.5.10** Estimation des coûts d'assainissement

issu du chapitre 2 du présent guide.

Les coûts estimés sont présentés sous forme d'un tableau, par tâche et/ou par pollution (selon la complexité du chantier d'assainissement) tel que décrit dans la section [2.5.10](#)
Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Bien que l'expert puisse se référer au feuillet « évaluation des coûts » issu de l'outil GAMMA, les coûts liés à l'assainissement doivent être ventilés en suffisance, à tout le moins selon les subdivisions présentées dans la section 10 Utilisation de la page « Evaluation des coûts » du guide GAMMA.

En tout état de cause, les éléments repris dans ce chapitre doivent être cohérents par rapport aux informations introduites dans l'outil GAMMA en vue de comparer les différentes variantes.

3.4.7 Conclusions et recommandations

L'expert établit une **synthèse technique** des informations essentielles sur lesquelles il s'est basé pour établir le projet d'assainissement. Cette synthèse est structurée de manière similaire au rapport dans son ensemble.

Au minimum, les éléments suivants doivent être repris :

- une synthèse du modèle conceptuel du site ;
- une synthèse des conditions et contraintes spécifiques à la situation rencontrée ;
- la détermination des pollutions historiques et nouvelles ;
- les volumétries de sol et/ou eau souterraine à assainir ;
- la conclusion de l'étude comparative GAMMA selon les trois piliers ;
- la variante optimale retenue et s'il y a lieu, la précision qu'il s'agit d'un projet par « excavation-évacuation totale » ;
- les résultats attendus et les objectifs d'assainissement ;
- les mesures de sécurité éventuellement nécessaires ;
- le délai des travaux et le cas échéant le caractère urgent de ceux-ci ;
- le cas échéant, une synthèse des mesures de réparation complémentaire et compensatoire.

3.4.8 Annexes

De manière générale, les annexes et les plans comportent les informations qui **illustrent ou complètent** le corps du texte, certaines d'entre elles sont obligatoires tandis que d'autres peuvent faire l'objet d'un éventuel renvoi aux études d'orientation et / ou de caractérisation ou de l'étude combinée. C'est pour cette raison que, le cas échéant, le caractère obligatoire est stipulé. Les annotations et appellations suivantes sont utilisées. Si d'autres données similaires doivent être fournies sous ces formes, l'expert continuera la numérotation dans la même logique.

Annexes A : Données administratives

Les pièces à annexer aux données administratives sont :

- Annexe A.1 : Formulaire de données, **modèle –téléchargeable sur**
<http://environnement.wallonie.be/sols>
- Annexe A2 : localisation des parcelles sur plan cadastral et liste des propriétaires
– **OBLIGATOIRE**

Si d'autres pièces administratives sont jointes, elles sont ajoutées en respectant la numérotation présentée (annexe A.2, annexe A.3, ...).

Les autres annexes sont présentées selon la structure suivante :

- Annexe B : Ensemble des feuillets tels que complétés pour les variantes comparées issus de l'outil GAMMA - **OBLIGATOIRE**
- Annexe C : Plan de mesures de suivi - **OBLIGATOIRE**
- Annexe D : Notice d'évaluation des incidences – **OBLIGATOIRE**
- Annexe E : (E1, E2,...) : Notes techniques relatives aux Etudes, Tests ou Phase pilote
- Annexe F : Avis de l'organisme de contrôle **OBLIGATOIRE EN CAS DE REJET A L'EGOUT**
- Annexe G : Plan de mesures de sécurité (post-assainissement)
- Annexe H : Autres

3.4.9 Cartes et plans

a. Structure et contenu

L'expert illustre son rapport par le biais de **cartes** et de **plans** :

- Les cartes situent le périmètre d'étude sur des extraits cartographiques fournis par les services compétents (SPW, IGN,...). Sur une carte, le seul élément dressé par l'expert est le contour du terrain dessiné en surimpression.
- Les plans sont à l'inverse intégralement dressés par l'expert :
 - Ils localisent les éléments cités dans le texte à l'intérieur du périmètre du terrain ;
 - Leur échelle et/ou taille sont optimisées par rapport à l'objectif du plan en regard du périmètre du terrain ;
 - Les limites et références cadastrales de toutes les parcelles constituant le terrain y sont obligatoirement dessinées/indiquées.

L'expert place ces cartes et plans en fin de rapport, en les numérotant et les regroupant conformément aux différentes sections de la table des matières. Il est essentiel que l'expert veille à renvoyer le lecteur vers le plan requis à l'endroit opportun du rapport, c'est-à-dire dès la première occurrence d'informations relatives à un plan précis.

En fonction des besoins du projet d'assainissement, de son analyse et de la nécessité de mise à jour, l'expert peut reprendre/redéfinir dans le projet d'assainissement les cartes présentées dans les études préalables (Cartes et plans A à C). Le projet comprend en tout cas les cartes A2 (localisation des parcelles sur plan cadastral) et les plans E développés au niveau de détail nécessaire et suffisant.

Il s'agit des cartes suivantes :

Cartes A : Données administratives

- A1 : localisation du terrain sur fond topographique récent à 1/10.000 ou 1/50.000
- A2 : Localisation du terrain sur le plan de secteur
- A3 : Localisation du terrain sur le plan communal d'aménagement
- A4 : ...

Cartes et/ou Plans B : Données environnementales (Validation et/ou mise à jour des données de l'EC)

Au besoin, l'expert complète ou met à jour les données présentées au stade de l'étude de caractérisation ou de l'étude combinée selon les modalités exposées au sein du GREC.

Cartes et/ou Plans C : Données historiques (validation/mise à jour des plans de l'EO/EC)

Au besoin, l'expert complète ou met à jour les données présentées au stade de l'étude d'orientation / de caractérisation / combinée selon les modalités exposées au sein du GREO/GREC.

Plans D : Comparatif des variantes

D1 : Zones d'excavation et/ou d'implantation des techniques d'assainissement par variante

- D1.1. : variante 1
- D1.2. : variante 2
- etc.

D2 : Délimitation des pollutions résiduelles attendues par variante

- D2.1. : variante 1

- D2.2. : variante 2
- etc.

Plans E : Présentation de la variante optimale

- Plan E1 : Plan localisant les périmètres d'application de chaque variante et technique pour l'ensemble du terrain – **OBLIGATOIRE**
- Plan E2 : Dimensionnement de la variante optimale – **OBLIGATOIRE**
- Plan E3 : Schéma des mouvements de terres
- Plan E4 : Coupe et profil des modifications de relief de la variante optimale
- Plan E4.1 : une vue en plan de la modification du relief à l'échelle la plus appropriée. La vue en plan englobe une partie du relief des parcelles environnantes – **OBLIGATOIRE**
- Plan E4.2 : des profils ou coupes longitudinales et transversales, idéalement à la même échelle que la vue en plan (s'il échet, les échelles verticales pourront être légèrement exagérées par rapport aux échelles horizontales) repérés par rapport à des points fixes, les profils et coupes sont localisés sur une vue en plan – **OBLIGATOIRE**
- Plan E4.3 : des croquis ou des images de synthèse d'intégration ou de « signalement » dans le paysage du terrain assaini
- Plan E5 : Pollutions résiduelles attendues sur le terrain – **OBLIGATOIRE**
- Plan E6 : Trajets empruntés par le charroi

b. Présentation

Toutes les planches, cartes, photos, etc. sont imprimés sur un format de papier adapté aux éléments qu'elles présentent, qui doivent être lisibles.

Tous les plans et cartes produits par l'expert sont munis :

- d'un cartouche reprenant au minimum les informations suivantes :
 - le titre du plan ou de la carte et son numéro ;
 - la dénomination du terrain ;
 - le nom de l'expert ;
 - la date de réalisation ;
- d'une flèche d'orientation indiquant la direction du nord géographique ;
- une légende ;
- d'une échelle graphique du type suivant :



Annexe 1 : Manuel d'utilisation de la grille d'Analyse Multicritère pour les Méthodes d'Assainissement - GAMMA

Grille d'Analyse Multicritères pour les Méthodes d'Assainissement GAMMA Manuel d'utilisation

Intro	Accueil	Descriptif site	Choix des techniques	Choix des variantes	Evaluation coût	Evaluation environnemental	Evaluation sociale	Evaluation résumé
-------	---------	-----------------	----------------------	---------------------	-----------------	----------------------------	--------------------	-------------------

EVALUATION DES CRITÈRES COÛTS

Cette page permet d'évaluer chaque variante par rapport à chaque critère lié aux aspects coûts.

Catégorie/Indicateur	Max /Min	Unité	Excavation traitement hors site	SVE	Désorption thermique par conduction	Soil mixing	Excavation partielle
Coût							
<input checked="" type="checkbox"/> Coût d'investissement et de fonctionnement	Min	K€	1,010.00	840.00	620.00	850.00	590.00
Etude préalable		K€	-	-	-	-	-
OPEX		K€	-	400.00	-	-	-
CAPEX		K€	950.00	400.00	580.00	810.00	550.00
Suivi		K€	60.00	40.00	40.00	40.00	40.00
<input checked="" type="checkbox"/> Coût de mesures de sécurité et de suivi	Min	K€	55.00	40.00	40.00	30.00	40.00
Coûts de suivi post-traitement actif		K€	55.00	40.00	40.00	30.00	40.00
Coûts de mise en sécurité		K€	-	-	-	-	-
<input type="checkbox"/> Coût des mesures complémentaires et compensatoires	Min	K€					
Coût des mesures complémentaires		K€					

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	59
1.1	Introduction	59
1.2	Structure du manuel d'utilisation	59
2	RÉSUMÉ DU CANEVAS DE LA MÉTHODE.....	60
2.1	Logigramme décisionnel	60
2.2	Type de pollution : nouvelle et historique.....	61
2.2.1	<u>Rappel du Décret sols - les objectifs d'assainissement.....</u>	<u>61</u>
2.2.2	<u>Différences entre le cas d'une pollution nouvelle et historique.....</u>	<u>62</u>
2.2.3	<u>Traitement du cas de la pollution historique dans GAMMA.....</u>	<u>62</u>
2.2.4	<u>Traitement du cas de la pollution nouvelle dans GAMMA.....</u>	<u>63</u>
2.3	Cas d'activation de la grille d'analyse multicritère.....	63
2.3.1	<u>Entrée au niveau du PA.....</u>	<u>63</u>
2.3.2	<u>Entrée au niveau de l'étude de caractérisation - évaluation des risques.....</u>	<u>63</u>
2.3.3	<u>Entrée au niveau de la demande de modification de PA.....</u>	<u>64</u>
2.3.4	<u>Projet de réaménagement – Art 68.....</u>	<u>64</u>
2.4	Approche simplifiée	64
3	MÉTHODOLOGIE ET CONCEPTS	66
3.1	Méthode utilisée	66
3.1.1	<u>Sélection de la méthode et du type d'outil.....</u>	<u>66</u>
3.1.2	<u>Définition de la méthode Prométhée.....</u>	<u>66</u>
3.2	Sélection et pondération des piliers.....	66
3.2.1	<u>Sélection des piliers.....</u>	<u>66</u>
3.2.2	<u>Pondération des piliers.....</u>	<u>69</u>
3.3	Sélection et pondération des critères	71
3.3.1	<u>Proposition de critères.....</u>	<u>71</u>
3.3.2	<u>Pondération des critères.....</u>	<u>72</u>
3.4	Méthodologie de comparaison des scores	74
3.4.1	<u>Fonction « S ».....</u>	<u>74</u>
3.4.2	<u>Exemple d'application de la fonction « S ».....</u>	<u>75</u>
4	UTILISATION DE LA PAGE « INTRODUCTION » DU GUIDE	77
4.1	Page introduction.....	77
4.2	Astuces	77
4.2.1	<u>Astuces à l'ouverture.....</u>	<u>77</u>
4.2.2	<u>Astuces pour le remplissage des cellules.....</u>	<u>78</u>
5	UTILISATION DE LA PAGE « ACCUEIL » DU GUIDE.....	79
5.1	Page Accueil	79
5.2	Astuces	79
6	UTILISATION DE LA PAGE « DESCRIPTIF DU SITE ».....	80
6.1	Page « Descriptif site »	80
6.2	Astuces	80
7	UTILISATION DES PAGES « DESCRIPTIF ET CHOIX DES TECHNIQUES ».....	81
7.1	Justificatif des techniques.....	81
7.2	Astuces	81
8	UTILISATION DE LA PAGE « CHOIX DES VARIANTES »	82
8.1	Choix des variantes	82

8.2	Astuces	82
9	UTILISATION DE LA PAGE « EVALUATION DES COÛTS »	83
9.1	Critères économiques	83
9.1.1	<u>Coûts d'investissement et de fonctionnement</u>	<u>83</u>
9.1.2	<u>Coûts des mesures de sécurité (= mesures de post-gestion uniquement)</u>	<u>84</u>
9.1.3	<u>Coûts des mesures de réparation complémentaire et compensatoire</u>	<u>84</u>
9.1.4	<u>Coûts liés à la persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain (= mesure de sécurité)</u>	<u>85</u>
9.2	Astuces	86
10	UTILISATION DE LA PAGE « EVALUATION ENVIRONNEMENTALE »	87
10.1	Critères environnementaux - Evaluation locale	87
10.1.1	<u>Pourcentage de charge polluante éliminée</u>	<u>87</u>
10.1.2	<u>Impact des actes et travaux sur la biodiversité</u>	<u>87</u>
10.1.3	<u>Risque de mobilisation du polluant (vers l'eau souterraine, l'eau de surface ou l'air)</u>	<u>88</u>
10.2	Critères environnementaux - Evaluation globale	88
10.2.1	<u>Impact des actes et travaux sur la biodiversité</u>	<u>88</u>
10.2.2	<u>Restauration de la fonctionnalité du sol en place</u>	<u>88</u>
10.2.3	<u>Bilan écologique (eau, déchet, émissions, matériaux)</u>	<u>89</u>
10.2.4	<u>Critère énergétique</u>	<u>91</u>
10.3	Astuces	92
11	UTILISATION DE LA PAGE « EVALUATION SOCIALE »	93
11.1	Critères sociaux - locaux	93
11.1.1	<u>Nuisance environnementale sur chantier</u>	<u>93</u>
11.1.2	<u>Nuisance liée au charroi</u>	<u>94</u>
11.2	Critères sociaux - globaux	94
11.2.1	<u>Impact paysager</u>	<u>94</u>
11.2.2	<u>Impact patrimonial</u>	<u>95</u>
11.3	Astuces	95
12	PAGE « EVALUATION RÉSUMÉ »	96
12.1	Page « Evaluation Résumé »	96
12.2	Astuces	96
13	PAGE « RÉSULTATS »	97
13.1	Résultat de variante	97
13.2	Astuces	97

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 3 : Pondération des piliers.....	70
Tableau 4 : Objectifs fixés au sein de chaque pilier	71
Tableau 5 : Liste de critères sélectionnés	72
Tableau 6 : pondération des critères.....	73

TABLE DES FIGURES

Figure 6: Logigramme décisionnel	60
Figure 7 : Proposition de piliers d'évaluation	68
Figure 8 : Courbe d'interpolation des résultats	74

Liste des ABREVIATIONS

As	Altération du matériau originel
BE	Bureau d'étude
BREF	Best available techniques REFerence document
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CAPEX	Coûts d'investissement
Ce	Consommation d'eau
CoAc	Comité d'Accompagnement
CCS	Certificat de Contrôle du Sol
COV	Composés Organiques Volatiles
CWBP	Code Wallon des Bonnes Pratiques
d	Durée de l'assainissement actif en mois
dmin	durée minimale de l'assainissement entre l'ensemble des variantes (en mois)
dp	Durée du blocage des voiries
dr	Distance par rapport à la première route nationale
ds	Durée de l'assainissement actif en semaines
DAS	Direction de l'Assainissement des Sols
De	Déchets
EH	Equivalent Habitant
EF	Evaluation finale
EPA	Environmental Protection Agency
ER	Evaluation des risques
Er	Energie renouvelable
fc	Facteur de conversion fixé à l'avance par type de procédé de traitement
GRER	Guide de Référence pour l'Evaluation des Risques
GRPA	Guide de Référence pour le Projet d'Assainissement
GAMMA	Grille d'Analyse Multicritères pour les Méthodes d'Assainissement
ITRC	Interstate Technology and Regulatory Council
Kg	Kilogrammes
MCA	Analyse multicritères – Multi Criteria Aiding
MCDA	Aide à la Décision Multicritères – Multi Criteria Decision Aiding

Mob air	Risque de Mobilisation dans la phase gazeuse du sol
Mob eau	Risque de Mobilisation dans la nappe souterraine
MTD	Meilleures Techniques Disponibles
Mtx	Matériaux recyclés
Nc	Nombre de camions par jour
OPEX	Coûts opérationnels
p	facteur de pondération inhérent aux restrictions de circulation
PA	Projet d'assainissement
PROMETHEE	Preference Ranking Organization METHod for Enrichment and Evaluation
Qa	Qualité de l'air
Qe	Qualité de l'eau
r	pourcentage de risque sur 100
RBLM	Risk Based Land Management
REVIT	Revitalising industrial sites
SAF	Sustainable Assessment Framework
SDAT	Sustainable Development Analysis Tool
SuRF	Sustainable Remediation Forum
Ta	Terres saines d'apport
VS	Valeur seuil

1 INTRODUCTION

1.1 Introduction

Ce manuel d'utilisation de l'outil GAMMA⁹ constitue l'annexe I au GRPA.

Il a pour objectif de permettre une lecture aisée et une utilisation simple de *l'outil GAMMA* (Grille d'Analyse Multicritères pour les Méthodes d'Assainissement) élaboré dans le cadre d'une démarche participative.

1.2 Structure du manuel d'utilisation

Le manuel est structuré de la manière suivante :

- Introduction
- Résumé du canevas de la méthode
- Méthodologie et concepts
- Utilisation de la page « introduction » du guide
- Utilisation de la page « Accueil » du guide
- Utilisation de la page « Descriptif du site »
- Utilisation de la page « Choix des techniques »
- Utilisation de la page « Choix des variantes »
- Utilisation de la page « Evaluation des coûts »
- Utilisation de la page « Evaluation environnementale »
- Utilisation de la page « Evaluation sociale »
- Page « Evaluation Résumé »
- Page « Résultats

⁹ tableur Excel disponible sur <http://dps.environnement.wallonie.be>

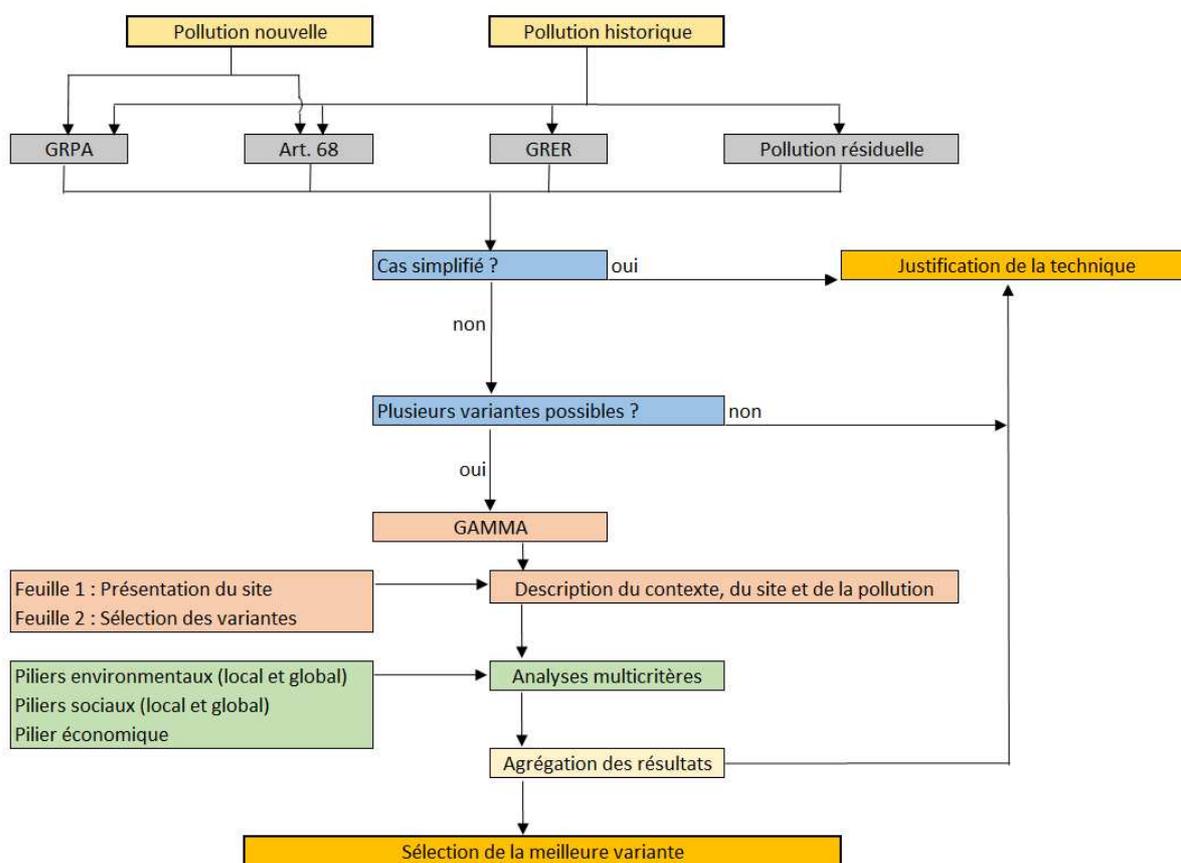
2 RÉSUMÉ DU CANEVAS DE LA MÉTHODE

Cette section a pour objectif d'introduire le contexte dans lequel se place l'outil GAMMA.

2.1 Logigramme décisionnel

Le logigramme décisionnel est présenté ci-dessous et expliqué dans les sous-sections suivantes :

Figure 6: Logigramme décisionnel



2.2 Type de pollution : nouvelle et historique

2.2.1 Rappel du Décret sols - les objectifs d'assainissement

Art 53

Si le terrain fait l'objet d'une pollution nouvelle, un assainissement est requis si l'étude de caractérisation révèle que, suivant le cas :

1° les valeurs seuil ou les concentrations de fond lorsqu'elles sont supérieures aux valeurs seuil, déterminées en exécution de l'article 9, applicables à ceux-ci, sont dépassées pour au moins un des paramètres analysés;

2° les valeurs particulières à respecter conformément au certificat de contrôle du sol sont dépassées pour au moins un des paramètres analysés.

Art. 54.

Si le terrain fait l'objet d'une pollution historique, un assainissement est requis si, simultanément :

1° l'étude de caractérisation révèle que les valeurs seuil ou, lorsqu'elles sont supérieures à ces valeurs seuil, les concentrations de fond, sont dépassées pour au moins un des paramètres analysés;

2° la décision de l'administration indique que la pollution du sol constitue une menace grave.

Art. 55.

Les dispositions relatives à chaque type de pollution sont d'application respectivement là où les deux types de pollution ont pu être distingués.

Si l'étude d'orientation, de caractérisation ou combinée démontre que la pollution présente sur le terrain est une pollution mixte principalement générée :

1° avant la date du 30 avril 2007, les dispositions relatives à la pollution historique sont d'application;

2° à partir du 30 avril 2007, les dispositions relatives à la pollution nouvelle sont d'application.

Art. 56.

L'assainissement d'un terrain affecté d'une pollution nouvelle restaure le sol, pour les polluants qui répondent aux conditions visées à l'article 53, au niveau déterminé par l'administration sur proposition de l'expert.

Ce niveau correspond soit à :

1° quatre-vingts pour-cent de la valeur seuil;

2° au niveau de la concentration de fond lorsque celle-ci est supérieure à la valeur visée au 1°;

3° la valeur particulière lorsque les polluants dépassent la valeur particulière représentative de la pollution résiduelle.

À défaut de pouvoir atteindre les valeurs reprises à l'alinéa 2, le niveau correspond au niveau le plus proche de ces valeurs que les meilleures techniques disponibles et les caractéristiques du terrain permettent d'atteindre tout en supprimant au minimum la menace grave pour la santé humaine, les eaux souterraines et, le cas échéant, les écosystèmes.

Lorsque l'assainissement est mené en application de l'alinéa 3 et que les objectifs visés à l'alinéa 2, n'ont pu être atteints au droit des eaux souterraines, des mesures de réparation complémentaire et compensatoire sont prises conformément au chapitre II du titre V de la partie VII du Livre Ier du Code de l'Environnement.

Art. 57

L'assainissement d'un terrain affecté d'une pollution historique restaure le sol, pour les polluants qui répondent aux conditions visées à l'article 54, au niveau déterminé par l'administration sur proposition de l'expert.

Ce niveau permet au minimum de supprimer l'existence d'une menace grave pour la santé humaine, les eaux souterraines et, le cas échéant, pour les écosystèmes tout en mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles et en prenant en considération les caractéristiques du terrain.

2.2.2 Différences entre le cas d'une pollution nouvelle et historique

La différence entre le cas d'une pollution nouvelle ou historique, outre le déclenchement d'un PA après dépassement de la VS, consiste pour la pollution nouvelle en un assainissement tendant vers 80 % de la VS (ou les concentrations de fond ou encore les valeurs particulières) eu égard aux meilleures techniques disponibles tandis que pour une pollution historique, elle consiste en un assainissement tendant vers les 80% de la VS en supprimant au minimum l'existence d'une menace grave.

En outre, le cas échéant, le décret sols assortit la non-atteinte des objectifs d'assainissement pour les eaux souterraines à l'imposition de mesures de réparation complémentaire et compensatoire (MRCC) conformément aux dispositions du Code de l'Environnement.

GAMMA ambitionne d'articuler la notion de Meilleure Technique Disponible (MTD) à la notion d'assainissement intrinsèquement durable, tant pour les pollutions nouvelles qu'historiques, la différence entre ces deux types de pollutions est gérée dans GAMMA par un changement de pondération des piliers (Environnemental, Social et Economique) et la prise en compte du coût des MRCC dans le cas des pollutions nouvelles.

2.2.3 Traitement du cas de la pollution historique dans GAMMA

Les objectifs d'assainissement devront au minimum supprimer le risque de menace grave et tendre vers les 80% de la VS. Il existe donc une fourchette de variation possible au niveau des objectifs d'assainissement lors de la rédaction du projet d'assainissement.

2.2.4 Traitement du cas de la pollution nouvelle dans GAMMA.

Le coût des MRCC est considéré lorsque la technique ne permet pas d'atteindre les objectifs fixés par le décret sols pour les pollutions nouvelles pour les eaux souterraines. Le sous critère associé est d'office activé en cas d'entrée du type « pollution nouvelle ».

En outre, la pondération du pilier « environnemental » de GAMMA est accrue en cas de « pollution nouvelle ».

Enfin, **les variantes qui proposent une réduction de la charge polluante** seront introduites **prioritairement** dans l'outil de comparaison.

2.3 Cas d'activation de la grille d'analyse multicritère

GAMMA est susceptible d'être utilisé à différents stades de la procédure, à savoir principalement au stade de l'élaboration du projet d'assainissement (PA) mais aussi, le cas échéant, au stade de l'étude de Caractérisation (sur demande de l'administration) ou au stade de l'évaluation finale.

Ce système de « portes d'entrée » à partir desquels l'outil sera utilisé sera signalé lors de la description du projet. Notons qu'un minimum de trois variantes est nécessaire pour utiliser GAMMA.

2.3.1 Entrée au niveau du PA

L'outil GAMMA sera principalement utilisé au niveau de la phase 2 « choix de la variante optimale » du PA, correspondant au niveau de la section 2.3.4 du GRPA.

Le nombre de variantes d'assainissement évaluées dans GAMMA sera fonction de ce qui est techniquement applicables parmi, notamment, les MTD proposées par l'outil avec malgré tout l'obligation de comparer au minimum l'excavation totale.

2.3.2 Entrée au niveau de l'étude de caractérisation - évaluation des risques

Au niveau de l'évaluation des risques réalisée au stade de l'étude de caractérisation (EC), GAMMA peut être utilisé, **à la demande de l'administration**, afin de vérifier le caractère intrinsèquement durable du maintien des mesures de sécurité proposées et singulièrement dans le cas de réduction du risque par maintien de l'absence de voie de transfert entre les cibles et la source (voir GREC point 2.3.2.C. Evaluation de la menace grave).

L'utilisation de l'outil doit permettre de valider le caractère intrinsèquement durable de cette approche par rapport à un assainissement.

2.3.3 Entrée au niveau de la demande de modification de PA

Moyennant l'accord de l'administration relatif à une modification du projet d'assainissement, GAMMA peut être utilisé.

2.3.4 Projet de réaménagement – Art 68

L'outil GAMMA permet de sélectionner le cas de figure lié à la réalisation de travaux d'assainissement dans le cadre spécifique d'un projet global de réaménagement, c'est-à-dire dans le cas spécifique d'un permis unique au sens de l'article 68 du décret sols.

2.4 Approche simplifiée

Comme discuté ci-après, le recours à l'analyse multicritère n'est pas obligatoire pour un cas dit « simplifié ». La validation de cette hypothèse de travail constitue la première étape de l'outil GAMMA (page d'introduction). Cependant, la possibilité de recours à un cas simplifié, si elle a été conservée, se limite à la technique d'« **excavation-évacuation totale** », seule technique permettant de garantir à 100% l'élimination complète de la pollution.

A. Cas d'un projet de réaménagement (Art 68)

Si le projet de réaménagement permet de supprimer complètement la pollution, alors l'utilisation de l'analyse multicritère GAMMA n'est pas nécessaire.

B. Autres cas

La méthode de traitement consiste-t-elle en une excavation-évacuation totale (absence de pollution résiduelle) ? Si oui :

1. La volumétrie concernée par l'excavation totale est-elle supérieure à 600 m³ et 8 camions maximum par jour (40 camions sur une semaine) ?
2. L'excavation totale proposée se trouve-t-elle en affectation de type I (naturelle) ou en zone de prévention de captage (type II) ?
3. L'excavation totale de la pollution implique-t-elle un rabattement de nappe ?
4. L'excavation totale implique-t-elle des mesures de sécurité (post-assainissement) ?
5. L'excavation totale proposée implique-t-elle la nécessité de détruire et reconstruire un bâtiment ou des impétrants ?
6. L'excavation totale ou ses conséquences en terme de destruction, déviation, reconstruction de biens impliquent-elles des pertes de revenus (fermeture de commerces, impossibilité d'accès ou de passage, location interrompue, etc.) et/ou des dommages collatéraux aux personnes ou entreprises riveraines (évacuation de personnes physiques ou morales, coupures d'approvisionnement, relogement de personnes, délocalisation temporaire d'entreprises, etc.) ?
7. L'excavation totale provoque des dégâts sur le patrimoine immobilier, culturel ou naturel de la région (dégâts sur ou destruction de bâtiments classés, impact sur/ ou destruction de(s) site(s) archéologique(s), de(s) site(s) naturel(s) protégé(s), etc.) ?

Si une réponse négative est apportée à l'ensemble des 7 questions, alors le projet d'assainissement peut être considéré comme un « cas simplifié ».

Si une réponse positive est apportée à la seule question 3 et que l'eau n'est pas impactée, l'« approche simplifiée » peut néanmoins être retenue moyennant un argumentaire technique attestant du caractère « simple » du rabattement nécessaire.

3 MÉTHODOLOGIE ET CONCEPTS

L'analyse multicritère proposée a pour but d'objectiver la comparaison des variantes d'assainissement avec une série de critères précis et des lignes directrices pour l'attribution des scores à chacun de ces critères ; la méthode comparative utilisée permettant d'éviter la problématique des scores absolus.

3.1 Méthode utilisée

3.1.1 Sélection de la méthode et du type d'outil

L'outil développé se veut à la fois simple et pratique à utiliser. Il permet de représenter avec suffisamment de précisions l'analyse multicritère tout en restant compréhensible par son utilisateur. Son processus de décision est donc parfaitement transparent.

GAMMA est basé sur la méthode « Prométhée », méthode de comparaison, par paire, des alternatives basées sur des paramètres ayant un sens physique pour l'utilisateur. Elle se révèle la plus pragmatique et la plus aisée d'utilisation.

Il est également à noter que cette méthodologie autorise l'utilisation simultanée d'évaluations quantitatives et qualitatives.

GAMMA se présente avec une interface de type « tableur Excel ».

3.1.2 Définition de la méthode Prométhée

Un exemple de fonctionnement de la méthode Prométhée est présenté en Annexe 2. Démonstration de la méthode Prométhée.

3.2 Sélection et pondération des piliers

3.2.1 Sélection des piliers

GAMMA s'articule autour de piliers d'évaluation, à la fois locaux et globaux, de façon à tenir compte d'échelles géographiques et de temps plus importantes qu'uniquement celles liées à la durée et au lieu de l'assainissement.

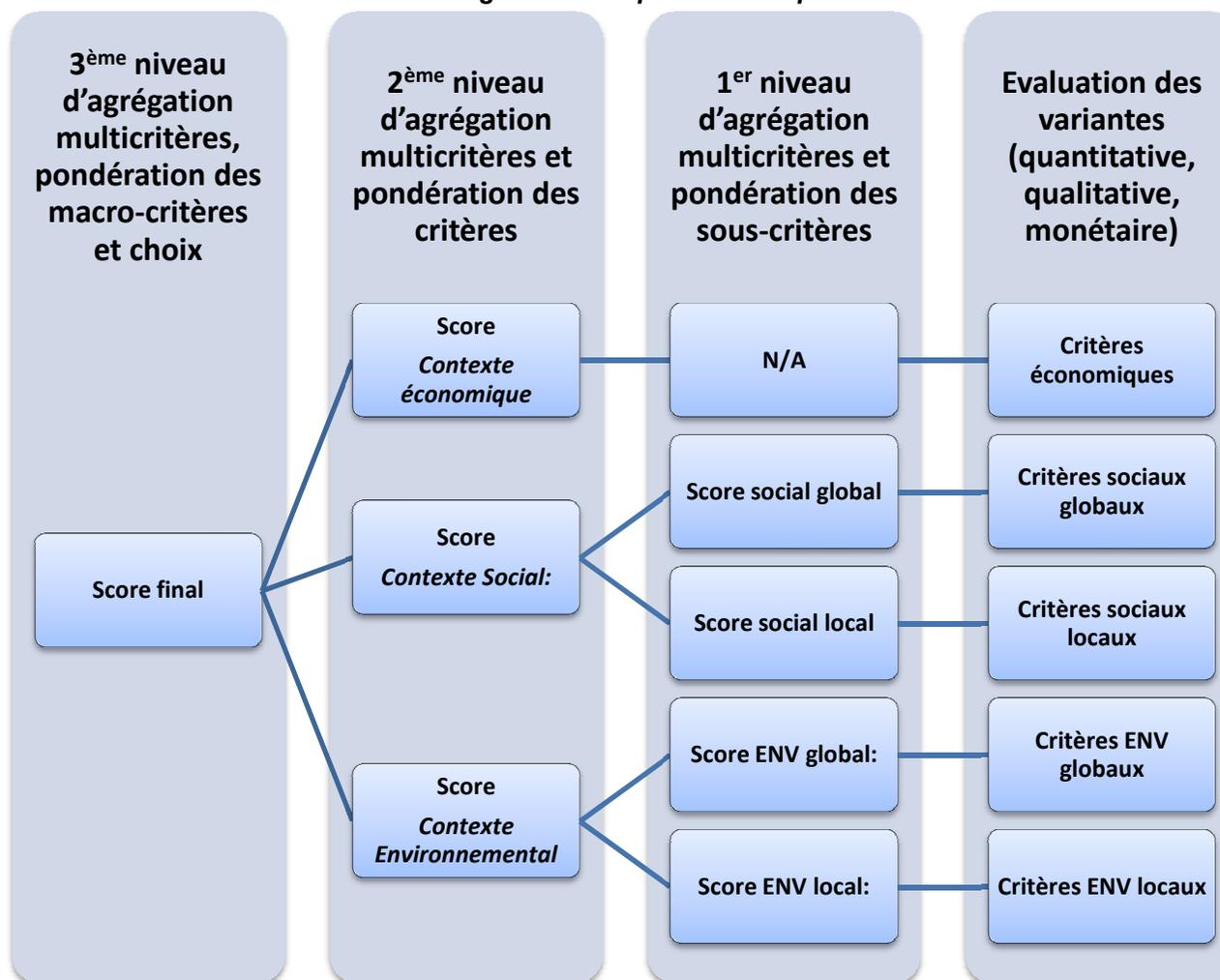
Cinq piliers sont ainsi définis et synthétisés dans la Figure 7 : Proposition de piliers d'évaluation reprise ci-après :

- Pilier économique¹⁰ ;
- Pilier environnemental local ;

¹⁰ Le pilier économique s'évalue dans sa dimension locale et globale étant entendu que les financements peuvent être locaux ou internationaux et compris sur une échelle de temps variable, parfois importante.

- Pilier environnemental global ;
- Pilier social local ;
- Pilier social global.

Figure 7 : Proposition de piliers d'évaluation



3.2.2 Pondération des piliers

Les trois piliers de la « durabilité » font l'objet d'une pondération équivalente pour les cas qualifiés de « classique », à savoir une pondération respective du tiers de la cotation globale. Toutefois, les principes suivants modifient la pondération respective de chaque pilier :

- Une pondération différente du pilier « social » est proposée en fonction de la localisation du chantier.
- Une pondération plus élevée du pilier « économique » est considérée en zone industrielle.
- Une pondération différente du pilier « environnemental » est proposée :
 1. dans le cas d'une pollution nouvelle afin de respecter les principes de base du décret sols et
 2. dans le cas d'une pollution en « zone nature »¹¹.

Au niveau du pilier « social », 3 cas de figures modifiant la pondération des piliers sont considérés :

1. Urbain (zone dense en logement) ;
2. Péri-urbain et/ou rural étant entendu que :
 - a. le péri-urbain est situé à proximité de route nationale et autoroute permettant un dégagement aisé pour le charroi par exemple et que
 - b. la densité de population soumise aux nuisances est moindre en zone rurale ;
3. Industriel.

Ces cas de figure destinés à reproduire avec plus de fidélité les sensibilités locales donnent lieu aux pondérations suivantes (voir tableau des pondérations ci-dessous).

Pour opérer les choix du cas de figure, l'expert est tenu de se référer aux usages et autres considérations prises en compte dans les études d'orientation, de caractérisation et/ou de l'étude combinée telle(s) qu'approuvée(s) par les décisions de l'administration prises conformément aux dispositions des articles 44 et 50 du décret sols.

¹¹ Zone Nature = 1° les usages assimilés aux usages I et II et 2° les milieux sensibles et zones d'intérêt pour la protection de la biodiversité tels que définis respectivement dans les encadrés 1 et 2 du GRER partie D et tels que considérés dans les décisions administratives relatives aux études d'orientation et de caractérisation ou à l'étude combinée.

Tableau 3 : Pondération des piliers

Cas de figure	Sous cas	Environnemental	Social	Economique
Péri-urbain ou rural (classique)		33,3%	33,3%	33,3%
Industriel		30% (2)	27%	43%
Urbain (Zone dense en logement)		33%	40%	27%
Pollution Nouvelle		45%	33%	22%
Pollution Nouvelle	Urbain	45%	38% (6)	17%
	Industriel	45%	25% (4)	30%
Zone Nature (1)		40%	27% (5)	33%
Zone Nature (1)	Urbain	40%	32% (6)	28%
	Industriel	40%	19 % (4)	41 %
Pollution Nouvelle	Zone nature (1)	48%	30% (5)	22%
Pollution Nouvelle +Urbain	Zone nature (1)	48%	35% (5)	17%
Pollution Nouvelle + Industriel	Zone nature (1)	48% (3)	22% (4) et (5)	30%

- (1) Zone nature = voir note de bas de page de la page précédente
- (2) Il est considéré qu'en zone industrielle, hors pollution nouvelle ou zone nature, la partie « environnement » est légèrement moins cotée ;
- (3) En pollution nouvelle, il est considéré que l'impact environnemental n'est pas modifié selon la localisation en zone urbaine ou industrielle vu l'effet dissuasif souhaité.
- (4) Différence entre « industriel » et « zone urbaine /dense en logement» de 13% dans le cas d'une pollution historique, conservée ici
- (5) En zone nature, diminution plus importante des aspects sociaux (3%) au profit de l'environnement
- (6) Différentiel de 5% proposé et conservé pour tous les cas de figure

3.3 Sélection et pondération des critères

3.3.1 Proposition de critères

Les critères sélectionnés dans GAMMA répondent aux caractéristiques suivantes :

- **Spécifique/Simple** : un critère doit être propre à l'objectif qu'il est censé mesurer, il doit être clair et compréhensible pour tous les décideurs. Il doit être spécifique et non redondant ;
- **Mesurable** : un critère doit être mesurable quantitativement ou qualitativement ;
- **Atteignable** : un critère doit pouvoir être évalué à un coût raisonnable ;
- **Pertinent** : un critère doit répondre aux besoins ;
- **Neutre** : Un critère ne doit pas, de par sa terminologie, influencer telle ou telle cotation ;
- **Timing** : Un critère est lié à un contexte temporel, il doit être réévalué à chaque problématique de choix d'une variante d'assainissement ;
- **Non redondant** : un critère doit évaluer une caractéristique de manière univoque, la même caractéristique ne pouvant être évaluée par un autre critère ;
- **Discriminant** : un critère doit permettre de discriminer de manière sensible, par la cotation d'une caractéristique, les variantes comparées.

La sélection de critères a été réalisée sur base de ceux les plus couramment usités dans les autres réglementations. Le raisonnement ayant conduit au choix de tel ou tel critère a fait l'objet d'échanges lors du processus de mise en œuvre du guide GAMMA mais n'est pas repris dans le présent document.

Ces critères ont été sélectionnés de façon à répondre aux objectifs que l'on se fixe au sein de chaque pilier. Autrement dit, les différents objectifs relatifs au développement durable, sont posés par pilier et traduits par un ou plusieurs critères de la manière suivante :

Tableau 4 : Objectifs fixés au sein de chaque pilier

Pilier	Objectif	Critère
Economique	Limiter les coûts	Critères de CAPEX et OPEX
		Critère de coûts de suivi de l'assainissement actif
	Maximiser la valeur du terrain	Critère de pollution résiduelle
		<i>Critères de mesures de réparation complémentaires et compensatoires (1)</i>
Environnement	Maximiser l'efficacité de la méthode	Critère de réduction de charge polluante
	Limiter l'impact de cette méthode d'assainissement sur la biodiversité (faune, flore, etc.)	Critère d'impact sur les écosystèmes
	Quel est le bilan écologique de la technique/variante ?	Critère de bilan écologique et critère énergétique

	Minimiser l'impact résiduel de la technique sur les sols	Restauration de la fonctionnalité du sol
	Minimiser le risque technologique lié à la technique sélectionnée	Mobilisation des polluants
Social	Minimiser l'impact des techniques/variantes sur la vie des habitants	Critère lié aux nuisances, subdivisé en deux (nuisance sur chantier et du charroi) vu l'impact souvent plus important du charroi
	Tenir compte des impacts à long terme d'un assainissement	Impact paysager
	Réduire les altérations du patrimoine	<i>Critère patrimonial (2)</i>

Italique : (1) ce critère ne sera activé que lors de cas de pollutions nouvelles

(2) ce critère ne sera activé qu'en cas de site contenant des biens patrimoniaux

Le tableau ci-dessous reprend ces critères :

Tableau 5 : Liste de critères sélectionnés

Environnement local	Environnement global	Social local	Social global	Economique
Pourcentage de charge polluante éliminée	Critère énergétique	Nuisance environnementale sur chantier	Impact paysager	Coût d'investissement et de fonctionnement et de suivi de l'assainissement actif
Impact des actes et travaux sur la biodiversité		Nuisance environnementale liée au charroi	Impact patrimonial	Coût des mesures de sécurité (post-assainissement)
Risque de mobilisation du polluant (vers eau ou air)	Bilan écologique (eau, déchet, émissions)			Coût des mesures complémentaire et compensatoire
	Restauration de la fonctionnalité du sol			Persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain.

3.3.2 Pondération des critères

3.3.2.1 Activation de critères

Deux cas de figures peuvent entraîner l'activation ou non d'un critère, il s'agit de :

1. « Pollution nouvelle » qui active le critère de « coûts des mesures de réparation complémentaire et compensatoire » ;
2. « Zone patrimoniale » qui active le critère social « impact patrimonial ».

Les autres critères sont tous activés d'office.

3.3.2.2 Pondération des critères

Une pondération différente, des critères ayant un impact à long terme tels que les critères de restauration de la fonctionnalité du sol, consommation énergétique et impact paysager, est définie.

Ainsi la pondération suivante des critères au sein de chaque pilier est reprise dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Pondération des critères

Environnement local	Environnement global	Pourcentage
Pourcentage de charge polluante éliminée		15,5%
Impact des actes et travaux sur les écosystèmes		7,75% (chacun)
	Bilan écologique (eau, énergie, déchet, émissions)	15,5%
	Critère énergétique	19%
Risque de mobilisation du polluant (vers eau ou air)		15,5%
	Restauration de la fonctionnalité du sol	19%

Social local	Social global	Pourcentage
Nuisance environnementale sur chantier		24%
Nuisance environnementale liée au charroi		24%
	Nuisance visuelle	28%
	Impact patrimonial	24%

Economique	Pourcentage
Coût d'investissement et de fonctionnement et de suivi de l'assainissement actif	40%
Coût des mesures de sécurité (post-assainissement)	20%
Coût des mesures complémentaire et compensatoire	20%
Coût lié à la persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain.	20%

3.4 Méthodologie de comparaison des scores

3.4.1 Fonction « S »

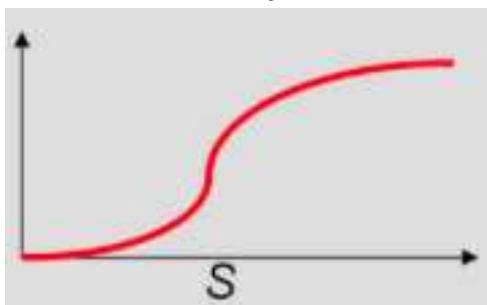
Afin de comparer les scores obtenus par les techniques/variantes analysées, il est proposé de recourir à une méthode spécifique permettant de prendre en considération la particularité de chaque utilisation de GAMMA dans des contextes différents. Cette fonction s'applique à tous les critères et permet de « nuancer » la préférence d'une variante par rapport à une autre.

Prenons l'exemple de 3 variantes nécessitant un investissement de respectivement 1 ; 1,1 et 5 millions d'euros. Théoriquement, il est vrai que la technique la plus intéressante du point de vue investissement est la première technique. Dans la réalité, la préférence d'une technique à l'autre est bien plus sensible que cela. La préférence de la première technique à la seconde sera évidemment bien moins nette que la préférence de cette technique à celle nécessitant un investissement de 5 millions d'euros.

C'est pourquoi GAMMA ne recourt pas à une approche binaire du style « Je préfère une technique à une autre dès que j'observe une différence strictement différente de 0 » mais de recourir à l'utilisation d'une fonction gaussienne afin de « nuancer la préférence ». L'utilisation d'une fonction gaussienne est ici particulièrement bien adaptée pour modéliser les réelles préférences de l'utilisateur. Ainsi, au plus la différence entre deux techniques sera marquée au plus celle-ci sera associée à un score plus élevé.

La courbe choisie prendra dès lors la forme suivante et modélisée par l'équation :

Figure 8 : Courbe d'interpolation des résultats



$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 - e\left(-\frac{d_j^2(a,b)}{2s^2}\right) & \text{if } d_j(a,b) > p \end{cases} ; \forall a,b \in A$$

Afin d'être encore plus fin et de cibler les spécificités de chacune des utilisations distinctes de l'outil, GAMMA définit le seuil S comme étant le plus grand écart observé entre deux techniques sur ce critère auquel est soustrait le plus petit écart observé, le tout divisé par deux. Le seuil S ainsi placé au milieu des deux écarts permet de mieux tenir compte des préférences de l'utilisateur qui seront ainsi très finement modélisées dans la prise de décision.

Le seuil S (point d'inflexion) n'étant jamais figé mais recalculé par rapport aux variantes comparées, il sera spécifique à chaque comparaison de variantes.

Cette courbe est utilisée pour chaque critère dans GAMMA. A noter toutefois que cette fonction sera d'autant sensible que le nombre de variantes comparées est important. En d'autres termes, GAMMA est d'autant plus efficace et pertinent que le nombre de variantes comparées est élevé.

3.4.2 Exemple d'application de la fonction « S »

Prenons l'exemple suivant considérant la comparaison de 3 variantes par rapport au critère investissement :

	<i>Investissement</i>
<i>Variante 1</i>	1.000.000
<i>Variante 2</i>	1.100.000
<i>Variante 3</i>	5.000.000

En observant les écarts entre variances, nous obtenons :

<i>Ecarts</i>	<i>Variante 1</i>	<i>Variante 2</i>	<i>Variante 3</i>
<i>Variante 1</i>	0	-100.000	-4.000.000
<i>Variante 2</i>	100.000	0	-3.900.000
<i>Variante 3</i>	4.000.000	3.900.000	0

Puisqu'il s'agit d'un critère à minimiser, nous ne considérons ici que les écarts négatifs :

<i>Ecart le plus grand</i>	-4.000.000
<i>Ecart le plus faible</i>	-100.000

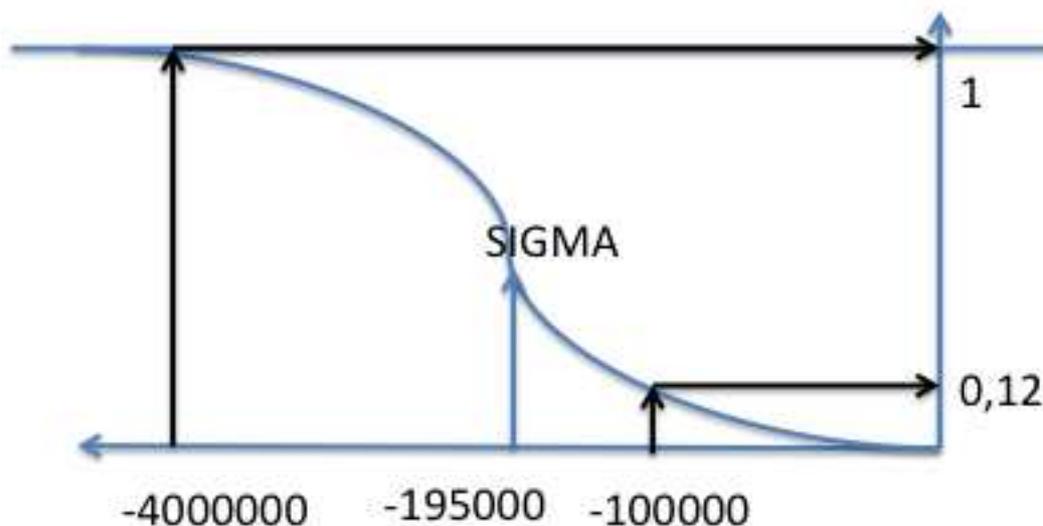
La valeur moyenne entre ces deux écarts est donc de :

<i>Valeur moyenne entre ces deux écarts</i>	-1.950.000
---	------------

Cette valeur fera donc office de sigma (S), le point d'inflexion de la fonction définie dès lors par l'équation suivante :

$$f(x) = 1 - \text{Exp}(-x^2 / (2 * (-1.950.000)^2))$$

L'application de cette fonction aux écarts pré-identifiés nous donne le graphique suivant :



L'écart de -100.000 entre la variante 1 et 2 est associé au chiffre 0,12 démontrant une préférence certes pour la variante 1 versus la variante 2 mais préférence assez faible car peu de différence observée, alors que l'écart de -4.000.000 entre la 1 et 3 est associé au chiffre 1 démontrant ainsi une préférence forte en faveur de la variante 1 versus la variante 3.

4 UTILISATION DE LA PAGE « INTRODUCTION » DU GUIDE

4.1 Page introduction

La page introduction de GAMMA permet de résoudre l'option simplifiée présentée à la section 2.4 supra.

En cas de suppression totale de la pollution dans le cadre d'un projet de réaménagement (Art.68), le passage par l'analyse multicritère GAMMA n'est pas requis.

De même, si la technique d'assainissement consiste en une « excavation-évacuation totale » et en cas de réponse négative à l'ensemble des 7 questions, le choix de la technique d'« excavation-évacuation totale » peut être justifié sans passage par l'analyse multicritère GAMMA.

Dans le cas contraire, un message s'affiche indiquant la nécessité de travailler avec l'analyse multicritère GAMMA et l'onglet suivant « accueil » s'affiche.

Extrait du GRPA :

En fonction des réponses à ces différentes questions et de son analyse, l'expert est en mesure de déterminer si l'option « excavation-évacuation totale » peut être considérée comme :

- « la solution qui s'impose sans discussion » ;
- « une solution totalement exclue pour des raisons indiscutables » ;
- « une solution discutable parmi d'autres variantes possibles ».

Dans le premier cas, l'expert opte pour la réalisation d'un projet d'assainissement qui ne requiert pas l'utilisation de la grille multicritère de l'outil GAMMA. [...]

Dans les second et troisième cas, l'expert réalise l'analyse multicritère au moyen de l'outil GAMMA. Le nombre de variantes évaluées dans GAMMA sera fonction du nombre de techniques applicables retenues mais toujours au minimum de trois. Dans le troisième cas, l'excavation totale peut alors être comparée aux autres techniques applicables et doit être constitutive des variantes d'assainissement proposées par l'expert.

4.2 Astuces

4.2.1 Astuces à l'ouverture

Il y a lieu de télécharger la dernière version de l'outil GAMMA au départ du site internet : dps.environnement.wallonie.be.

De plus, il est vivement conseillé de conserver VIERGE, la version de GAMMA qui vous est transmise et d'en faire une copie à chaque utilisation et de la sauvegarder avec un nom dédié.

A l'ouverture du fichier, **activez les macros**.

Il est également vivement conseillé de se déplacer dans le tableur à l'aide du « touchpad » ou de la souris et d'éviter autant que possible le déplacement à l'aide des flèches du clavier.

4.2.2 Astuces pour le remplissage des cellules

Tous les champs en vert clair doivent être complétés, contrairement aux champs en vert foncé qui sont automatiquement calculés. Les champs en jaune pâle doivent également être complétés, la couleur jaune indiquant un lien avec une modification des pourcentages ou activation de critères.

Le bouton « aide » au-dessus à droite du tableur vous enverra directement sur l'adresse e-mail de la personne à même de vous aider dans l'utilisation de GAMMA.



Le bouton « Réinitialiser la page » en haut à droite vous permettra, après demande de confirmation, d'effacer l'ensemble des données déjà remplies.

Le bouton « Valider la page » permet de valider les informations rentrées sur une page et d'activer les pages suivantes. Après validation, vous pouvez toujours modifier les évaluations rentrées.

Il n'est pas possible de naviguer dans GAMMA aléatoirement, vous devez remplir étape par étape les différentes informations requises. C'est pour cette raison que les onglets bleus du dessus restent en « sous-brillance » tant que vous n'avez pas complété les informations requises.

5 UTILISATION DE LA PAGE « ACCUEIL » DU GUIDE

5.1 Page Accueil

La page Accueil de GAMMA reprend trois types d'informations :

1. Les données du projet, elles-mêmes subdivisées en trois cellules :
 - a. Identification du type de pollution – une pollution nouvelle activant le critère « coûts des mesures de réparation complémentaire et compensatoire » ;
 - b. Site localisé au droit d'une zone patrimoniale, activant le critère social « impact patrimonial ». Une zone est notamment définie comme patrimoniale lorsque des bâtiments classés, des arbres remarquables et des fouilles archéologiques sont concernés ;
 - c. Identification du cadre d'entrée dans GAMMA (ER, PA, EF et projet de réaménagement dans le cadre de l'article 68 uniquement – voir section 2.3 supra) ;
2. Une description des données administratives du site. Cette partie est volontairement limitée étant donné que le document fait partie d'une annexe au rapport reprenant déjà ces informations. ;
3. Une description succincte des pages de l'outil GAMMA, pour votre information.

5.2 Astuces

Tout champ marqué d'un astérisque doit être complété.

6 UTILISATION DE LA PAGE « DESCRIPTIF DU SITE »

6.1 Page « Descriptif site »

Cette page reprend plusieurs informations sur l'ensemble des pollutions présentes au droit du terrain destinées à préciser à l'Administration le contexte dans lequel se déroule l'analyse multicritère.

De la sorte, le mode d'utilisation de GAMMA est largement laissé à l'appréciation de l'expert.

Attention, en cas de pollution multiple (différentes taches ou média/matrice), ces lignes ne s'appliquent pas à la situation testée dans GAMMA mais à l'ensemble des pollutions présentes de façon à indiquer à l'administration le contexte global, à savoir :

- Type de média : détermine le type de média concerné par la pollution tel que sol saturé ou non saturé, eau souterraine, vapeur de sol ;
- Type de polluants : détermine les types de polluants présents dans la pollution ;
- Nombre de pollutions : nombre d'unités de pollution concernées sur le terrain ;
- Evaluation globale : Une évaluation globale de l'ensemble des taches de pollution pourrait être demandée par l'administration si les taches présentent des caractéristiques similaires. Il est donc demandé de décrire si une évaluation globale est réalisée ou non ;
- Choix 1 : Cette ligne permet d'identifier si le site est localisé en zone urbaine (zone dense en logement), péri-urbaine/rurale, ou industrielle (voir définition à la section 6.2.2). Cette distinction activant des pondérations distinctes comme repris ci-avant dans ce guide ;
- Choix 2 : Cette ligne permet d'identifier si le site se trouve en « zone nature ». Une dernière ligne permet de décrire spécifiquement la situation de l'unité de pollution évaluée dans GAMMA.

6.2 Astuces

Les bulles d'informations permettent, via un clic, d'obtenir des indications complémentaires quant au champ associé.



7 UTILISATION DES PAGES « DESCRIPTIF ET CHOIX DES TECHNIQUES »

7.1 Justificatif des techniques

Une liste des meilleures techniques disponibles (MTD) est mise à disposition de l'expert sous forme de 4 feuillets distincts, reprenant :

- Les techniques de traitement hors site des sols (Techniques HS) ;
- Les techniques de traitement sur site/on site des sols (Techniques OS) ;
- Les techniques de traitement in-situ des sols (Techniques IS) ;
- Les techniques de traitement de l'eau souterraine (Technique E).

Cette liste permet à l'expert d'élaborer les techniques applicables.

Pour identifier les techniques applicables, l'expert doit désélectionner celles qu'il ne retient pas et justifier ainsi le caractère non-applicable de la technique. La justification de la non-sélection est laissée au jugement de l'expert mais doit se référer aux paramètres d'applicabilité tels que définis dans la section 2.4.2 du GRPA.

Cette liste n'a pas d'impact direct dans l'outil mais permet à l'expert de justifier en regard de ces paramètres d'applicabilité, en amont de toute considération de durabilité, la non-sélection d'une technologie.

7.2 Astuces

La désactivation d'une technique via le bouton à cocher à sa droite entraîne automatiquement le changement de couleur de la cellule justification, à compléter obligatoirement.

8 UTILISATION DE LA PAGE « CHOIX DES VARIANTES »

8.1 Choix des variantes

Suite à la sélection des techniques applicables à l'onglet précédent, l'expert propose des variantes consistant, le cas échéant, en une combinaison des techniques sélectionnées.

Cette page permet de décrire les variantes sélectionnées et comparées dans GAMMA. Cette détermination des variantes testées fait partie intégrante du rapport sur le PA et la méthodologie suivie ne doit pas être explicitée en détail, une description succincte des variantes étant suffisante au niveau de l'outil proprement dit.

Dans le cas des pollutions nouvelles, les principes du décret sols sont pris en compte en augmentant la pondération du pilier « environnemental » de GAMMA en cas de « pollution nouvelle » et en activant le critère relatif aux mesures de réparation complémentaire et compensatoire. Par opposition au cas de la pollution historique, et afin de tenir compte à la fois de (1) des principes du décret sols et (2) de la durabilité, **les variantes qui proposent une réduction de la charge polluante** seront introduites **prioritairement** dans l'outil de comparaison.

8.2 Astuces

Il est conseillé d'être bref et concis dans la description et le nom donné à la variante d'assainissement afin de ne pas causer des problèmes éventuels d'affichage en raison d'un phrasé trop long.

9 UTILISATION DE LA PAGE « ÉVALUATION DES COÛTS »

9.1 Critères économiques

Suite à l'entrée en vigueur du décret du 01 mars 2018 relatif à la gestion et à l'assainissement des sols, une modification des définitions des mesures de sécurité et des mesures de suivi s'est opérée.

Décret du 5 décembre 2008 Art.2 :

11° "mesures de sécurité" : mesures, en ce compris des restrictions d'accès et d'utilisation, à l'exception des actes et travaux d'assainissement, destinées à maîtriser les effets d'une pollution du sol ou à en prévenir l'apparition ;

12° "mesures de suivi" : mesures visant à s'assurer de la maîtrise des risques **et de l'efficacité des mesures de sécurité** ou des actes et travaux d'assainissement du sol ;

Décret du 1^{er} mars 2018 Art.2 :

15° « mesures de sécurité » : mesures, en ce compris des restrictions d'accès, **d'usage** et d'utilisation, à l'exception des actes et travaux d'assainissement, destinées à maîtriser les effets d'une pollution du sol ou à en prévenir l'apparition ;

16° « mesures de suivi » : mesures à charge du titulaire d'obligation visant à s'assurer de la maîtrise des risques pendant la réalisation des obligations visées à l'article 19 en ce compris la réalisation des actes et travaux d'assainissement du sol ;

Ces nouvelles définitions exigent une adaptation de l'outil GAMMA, qui n'a pas encore été faite à l'heure actuelle. Dès lors, en attendant la modification de l'outil, il y a lieu de tenir compte des accommodements détaillés ci-après.

9.1.1 Coûts d'investissement et de fonctionnement

Coût d'investissement et de fonctionnement

- Etude préalable
- OPEX
- CAPEX
- Suivi

Ce critère reprend l'ensemble des coûts d'investissement liés à la mise en place des variantes sélectionnées, ainsi que les coûts de fonctionnement pendant la durée préconisée du traitement.

Ces coûts comprennent ainsi, de façon non exhaustive :

- Les coûts liés à l'étude préalable

L'étude préalable correspond à l'étude des faisabilités évoquée au point 2.4.5 du GRPA. Ces coûts comportent, le cas échéant, les dépenses nécessaires au financement des tests et phases pilotes ainsi que toutes autres dépenses préalables à la mise en œuvre des opérations d'assainissement proprement dites (pertes associées aux interruptions d'activités, réparations des structures endommagées, dommages collatéraux imputables aux travaux, application du plan

de sécurité, assurances éventuelles, rapportage de l'expert mobilisation/démobilisation et d'installation des unités de traitement etc.).

- Les coûts liés aux dépenses d'investissement (CAPEX)

Ces coûts comportent les dépenses liées aux acquisitions nécessaires pour les travaux d'assainissement.

- Les coûts liés aux dépenses d'exploitation (OPEX)

Ces coûts comportent les dépenses liés au fonctionnement nécessaire pour les travaux d'assainissement (location de matériel, fonctionnement et entretien des installations, etc.).

- Les coûts liés au suivi (de l'assainissement actif)

Ces coûts comportent notamment le coût des mesures de surveillance et de validation de l'assainissement ainsi que les coûts d'analyses de contrôle et les mesures de surveillance/suivi par l'expert.

Le score est attribué comme étant l'addition de ces coûts. Ils sont ensuite comparés entre variantes à l'aide de la fonction courbe (décrite à la section 3.4.1 de l'Annexe 2. Démonstration de la méthode Prométhée).

9.1.2 Coûts des mesures de sécurité (= mesures de post-gestion uniquement)

Coût de mesures de sécurité et de suivi

Coûts de suivi post-traitement actif

Coûts de mise en sécurité

Dans ce critère, les coûts de suivi post-traitement actif n'a plus lieu d'être. Dès lors, ce critère reprend uniquement les coûts de mise en sécurité liées aux mesures de sécurité destinées à maîtriser les effets d'une pollution du sol ou à en prévenir l'apparition (coûts de maintien en bon état et de la vérification des infrastructures liées aux mesures de sécurité, etc.), **hors restrictions d'accès, d'usage et d'utilisation** qui sont repris au point 9.1.4 Coûts liés à la persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain (= mesure de sécurité).

9.1.3 Coûts des mesures de réparation complémentaire et compensatoire

Coût des mesures complémentaires et compensatoires

Coût des mesures complémentaires

Coût des mesures compensatoires

Ce critère n'est activé qu'en cas de pollution nouvelle. Il reprend les coûts totaux liés à la mise en œuvre des mesures de réparation complémentaire et compensatoire proposées par l'expert lorsqu'il prévoit d'emblée, dans le projet d'assainissement, que l'application des meilleures techniques disponible ne permettra pas d'atteindre les objectifs d'assainissement définis pour une pollution nouvelle pour les eaux souterraines.

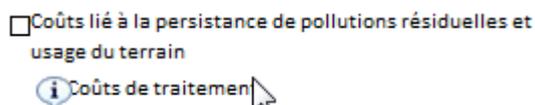
Pour rappel, voir point 2.5.4 du GRPA :

Les mesures de réparation complémentaire proposées viseront à « *fournir un niveau de ressources naturelles ou de services comparable à celui qui aurait été fourni si l'état initial du site endommagé avait été rétabli, y compris, selon le cas, sur un autre site. Lorsque cela est possible et opportun, l'autre site devrait être géographiquement lié au site endommagé, eu égard aux intérêts de la population touchée.* »

En outre, l'expert évaluera si des mesures de réparation compensatoire doivent être entreprises en vue de « *compenser les pertes provisoires de ressources naturelles et de services en attendant la régénération (...) Cette compensation consiste à apporter des améliorations supplémentaires aux habitats naturels et aux espèces protégées ou aux eaux soit sur le site endommagé, soit sur un autre site. Elle ne peut consister en une compensation financière accordée au public.* »

Le score est ainsi attribué comme étant le coût total de ces mesures.

9.1.4 Coûts liés à la persistance de pollutions résiduelles et usage du terrain (= mesure de sécurité)



Ce critère a pour objectif de reprendre l'ensemble des coûts potentiels liés à des pollutions laissées en place au terme des travaux d'assainissement prévus dans le projet d'assainissement, que ce soit vis-à-vis de la perte de valeur du terrain, des servitudes/restrictions d'usage imposées par la technique/variante d'assainissement entraînant des coûts futurs dans le cas où la pollution résiduelle devrait être ultérieurement excavée et évacuée ou dans le cas où des restrictions d'utilisation sont mises en place sur le terrain.

Les coûts de traitement à prendre en compte sont :

- soit uniquement liés à la persistance de pollutions résiduelles ;
- soit uniquement liés à la restriction d'usage du terrain ; c'est-à-dire, s'il y a une restriction d'usage par rapport à l'usage de droit liée à une pollution avérée pour un usage plus restrictif ;
- soit liés aux deux points précédents.

Le score est calculé comme suit :

- **Score** (€) = coûts de traitement des terres excavées jusqu'au niveau de la première cave (soit 3m de profondeur).

Le volume (m³) considéré est calculé en multipliant par 3 la superficie (m²) de la tache de pollution résiduelle au droit du terrain. Toutefois, sur base d'un projet d'aménagement raisonnablement abouti, la profondeur considérée peut être adaptée en fonction des profondeurs d'excavations requises par ce même projet.

Le score est ainsi attribué comme étant égal au coût de traitement (**uniquement de traitement**, indépendamment des coûts liés à l'excavation, mesures de stabilité ou de la problématique de gestion la nappe souterraine) en centre hors site. Le coût est estimé en regard des caractéristiques des pollutions résiduelles.

Le volume de terre à considérer comprend l'ensemble des sols pollués jusque 3m de profondeur (soit le niveau de la première cave), y compris ceux considérés comme non

accessibles sous bâtiment. Ce coût est dès lors évalué indépendamment de la faisabilité d'une excavation des terres polluées.

9.2 Astuces

Selon le cas traité, il se peut que certains critères soient désactivés. C'est tout à fait normal.

Les champs verts clairs doivent être complétés, les champs verts foncés (champs calculés) sont automatiquement évalués.

Les éventuelles cellules orange restantes à droite du tableau sont dédiées à l'ajout éventuel d'autres variantes. Elles n'impactent en rien l'utilisation du tableur et doivent être laissées ainsi.

10 UTILISATION DE LA PAGE « ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE »

Les critères environnementaux sont subdivisés en une évaluation locale et une évaluation globale. Pour chacun d'entre eux une cotation est établie par l'expert selon les lignes conductrices établies ci-après. D'une manière générale un impact environnemental négatif croissant donnera lieu à une cotation croissante.

10.1 Critères environnementaux - Évaluation locale

10.1.1 Pourcentage de charge polluante éliminée

Ce critère reprend le pourcentage de charge polluante éliminée. Si l'assainissement des sols et de l'eau souterraine sont évalués séparément, la masse de polluants éliminée ne concerne que le milieu faisant l'objet de l'évaluation.

Les scores sont attribués sur base de la masse des polluants et non de la masse de terres ou d'eau souterraine polluées :

- **Score** : masse totale de polluants au droit de la tache / masse de polluants éliminée par l'assainissement suivant la variante.

Attention, l'outil ne permet pas une division par zéro et une valeur de **0,1 kg** devra être introduite lorsqu'aucun polluant n'est éliminé par la technique.

Ce score est multiplié par 3 si une pollution résiduelle est laissée en partie au droit d'une parcelle voisine.

La notion de garantie technique est en partie incluse dans cette cotation. Par exemple, pour l'in-situ biologique, les résultats d'essais labo ou un plus grand nombre d'injections peuvent augmenter la certitude sur la masse de polluants éliminée. De même, l'application de **GAMMA** ne préjudicie en rien la nécessité d'établir, le cas échéant, une étude ou une phase pilote conformément aux dispositions de la section 2.4.5 du GRPA (Etude des faisabilités).

10.1.2 Impact des actes et travaux sur la biodiversité

Les travaux d'assainissement ont également un impact local et global sur la biodiversité, que ce soit en termes de biodiversité ou sur le fonctionnement de l'écosystème.

Ce critère est évalué sur base d'une série de 3 questions, auquel un score de 1 point est attribué en cas de réponse positive (existence d'un impact). Il semble évident que toute technique a un impact sur la flore ou la faune, l'expert devra juger lui-même de l'importance de cet impact entre les variantes sélectionnées. Un impact peut ainsi être considéré comme positif lors d'un PA et négatif dans un autre et ce pour une même variante. La réponse positive ou négative aux questions relative à l'impact sur la biodiversité est donc **avant tout comparative entre techniques**.

Cette évaluation est réalisée à l'échelle locale du site ainsi qu'à l'échelle globale.

Evaluation locale

- Impact sur la flore ?
- Impact sur la faune ?
- Impact spécifique (zone humide, pelouse calaminaire, écosystème terril) ?

Evaluation globale

- Impact sur la flore ?
- Impact sur la faune ?
- Impact sur l'air ?

10.1.3 Risque de mobilisation du polluant (vers l'eau souterraine, l'eau de surface ou l'air)

Ce critère reprend le risque de mobilisation non contrôlée de polluant spécifiquement lié à la mise en œuvre de la technique / variante, que ce soit par volatilisation non captée dans l'air ou les vapeurs de sol ou par migration non contrôlée vers l'aval ou en profondeur de produits solubilisés.

- **Score** : $\text{Mob air} * r + \text{Mob eau} * r$
 - r : pourcentage de risque sur 100, estimé par l'expert sur base des connaissances actuelles des techniques et des caractéristiques du site
 - Mob air : risque de mobilisation des produits dans la phase gazeuse des sols :
 - oui : 1 point
 - non : 0 point
 - Mob eau : risque de mobilisation des produits dans la nappe souterraine :
 - Nappe exploitable : 2 points
 - Nappe non exploitable : 1 point
 - Non : 0 point

10.2 Critères environnementaux - Evaluation globale

10.2.1 Impact des actes et travaux sur la biodiversité

Voir point 11.1.2 de l'évaluation locale

10.2.2 Restauration de la fonctionnalité du sol en place

La restauration de la fonctionnalité du sol est considérée comme étant gouvernée par quatre facteurs principaux :

1. Production de plante ;
2. Recyclage de la matière organique ;

3. Réserve de biodiversité ;
4. Stockage et épuration de l'eau.

Ces 4 facteurs sont traduits pour l'attribution des scores en une série de 3 questions :

1. Les sols en place, traités (ou non) par la variante, subissent-ils un stress biologique ? ou La capacité agricole du sol est-elle conservée/restaurée au terme des travaux d'assainissement ?
2. La variante d'assainissement conduit-elle à une imperméabilisation des sols en surface ?
3. La variante d'assainissement conduit-elle à une diminution de la capacité intrinsèque de stockage de l'eau des sols ?

L'attribution des scores est attribuée de la façon suivante :

- Score de 0 si la variante n'altère pas la fonctionnalité du sol laissé en place
- Score de -1 si la variante restaure la fonctionnalité du sol laissé en place
- Score de +1 par fonction altérée sur le sol laissé en place par la variante.

De façon similaire à l'impact sur la biodiversité, les scores attribués aux fonctionnalités sont **avant tout comparatifs entre techniques**. Selon les variantes auxquelles elle est comparée, une variante pourrait avoir un score donné dans un PA et un autre score dans un autre PA où toutes les autres variantes sont moins bonnes qu'elle dans ce domaine.

10.2.3 Bilan écologique (eau, déchet, émissions, matériaux)

Le bilan écologique se subdivise en 7 catégories :

- La qualité de l'air (composés liés au changement climatique tels que (CO₂, N₂O, gaz nocif pour la couche d'ozone) mais également les NOx, SOx, acidité, particules lourdes, COV) ;
- La qualité de l'eau (émissions de nutriments (N et P), sédimentation, impacts sur le pH et redox, débit) ;
- La consommation et les rejets d'eau ;
- Minimisation des terres saines d'apport ;
- Minimisation de l'altération du matériau originel ;
- Maximisation de l'utilisation de matériaux recyclés ;
- Minimisation des déchets produits et considération de filière aval de traitement respectueuse de l'environnement.

Les trois premières catégories sont fonction de la durée de l'assainissement et leur score est multiplié par cette durée. Les quatre dernières catégories sont intrinsèques à la technique et non influencées par la durée. Il est cependant proposé de les multiplier par la durée minimale entre toutes les variantes afin de laisser à ces sous-critères un poids final dans le calcul du score qui ne soit pas sous-estimé par rapport aux variantes qui ont des durées importantes.

Les scores sont attribués de manière qualitative en tenant compte de l'ampleur des émissions par rapport à l'assainissement envisagé et en respectant les règles générales de cotation suivantes :

- **Score** : $(Qa + Qe + Ce) * d + (Ta + As + Mtx + De) * d_{min}$
 - d = durée de l'assainissement en mois / 12 ;
 - d_{min} = durée minimale de l'assainissement entre l'ensemble des variantes (en mois) ;

- Qa : Qualité de l'air (1, 2, 3 ou 4). La qualité de l'air comprend les rejets d'air ou émissions diffuses du type « gaz à effet de serre », COV, du type Nox, Sox et gaz/particule ;
 - Ces rejets sont cotés par l'expert sur base de sa connaissance des techniques, à la fois sur le traitement (rapporté sur un score de 3, chaque technique pouvant être pondérée du pourcentage de terres traitées par cette technique) et sur le transport (rapporté sur un score de 1). Le tout est donc ramené à un score de 4 pour conserver un poids équitable par rapport aux autres critères du bilan écologique. Un score élevé étant caractéristique d'une variante présentant des rejets d'air important. **L'expert justifie sa cotation dans le PA**
 - L'avantage d'un transport fluvial devra être intégré dans ce point, ces rejets étant limités
 - les BE disposant de données sur le bilan carbone de la technique pourrait introduire ses données, rapportées sur 4
- Qe : Qualité de l'eau : (0, 2, 3) ;
 - 0 point est donné s'il n'existe pas de rejet d'eau
 - 2 points sont donnés si le rejet est raccordé à une station de traitement d'un organisme d'assainissement agréé ou vers une station d'épuration autorisée
 - 3 points sont donnés si le rejet d'eau se fait directement vers des eaux de surface, et ce indépendamment de la charge et du débit
- Ce : consommation d'eau : (0, 2, 3) ;
 - 0 point est donné si le projet ne consomme pas d'eau
 - 2 points sont donnés si le projet a une consommation d'eau équivalente à une famille de 20 EH (20 équivalents habitant : 4 m³/jour)
 - 3 points si le projet a une consommation d'eau > 4 m³/jour

Les terres saines sont considérées comme une matière première de plus en plus rare. Deux critères distincts relatifs aux terres sont repris dans ce bilan écologique :

- Ta : terres saines d'apport ;
 - 0 point si aucune terre saine n'est apportée sur site¹²
 - 2 points si des terres saines sont apportées sur site < 600 m³
 - 3 points si des terres saines sont apportées sur site > 600 m³
- As : altération du matériau originel ;
 - 0 point si le traitement ex-situ ou on-site n'altère pas les caractéristiques du sol ou si le traitement a lieu in situ¹³
 - 2 points si le traitement altère les caractéristiques du sol de façon mécanique (perte de matière organique,...)
 - 3 points si le traitement altère les caractéristiques du sol de façon thermique (sol non productif)
- Mtx : matériaux recyclés. Vu la spécificité de l'assainissement, peu de matériaux recyclés sont considérés. La distinction se fera principalement sur les matériaux de remblayage tels que concassés, matériaux de remblais recyclés ;
 - 0 point si uniquement des matériaux recyclés sont utilisés ou s'il n'y a pas d'apport de matériaux
 - 2 points si à la fois des matériaux recyclés et non recyclés sont utilisés
 - 3 points si pas d'utilisation de matériaux recyclés

¹² L'aspect contradictoire avec le critère de restauration de la fonctionnalité du sol est évident mais il renforce l'intérêt de GAMMA

¹³ L'altération des sols insitu est alors traitée par le critère de restauration de la fonctionnalité des sols

- De : déchets. Ce point reprend les déchets de matériaux et autres consommables utilisés durant l'assainissement (membranes pour les stockages de terres, charbon actif saturé, etc.), les déchets produits par les traitements (boues d'épuration -excepté celles produites par une station d'épuration publique), fractions des terres non valorisables après un criblage ou un traitement physico-chimique, cendres ou scories produites par traitement thermique, etc.

Le score est attribué comme suit :

1. Il est entendu que la part la plus importante des déchets dans le cadre d'un assainissement correspond aux matériaux excavés quand il y en a. Ainsi, une part importante de ce critère est liée à ces matériaux excavés **lorsqu'ils sont considérés comme déchets non valorisables**. Sur base du ratio : Volume de matériaux non valorisables en fin d'assainissement (fines par exemple) / Volume total de matériaux pollués, la cotation suivante est proposée :
 - 0 point si ce ratio < 15%. Notons qu'une valeur de 1% est appliquée d'office si un assainissement in situ est réalisé.
 - 2 points si ce ratio est compris entre 15% et 30%
 - 3 points si ce ratio > 30%
Notons que les boues de STEP sont considérées ici comme « matériaux ».
2. Un score de 0,25 point est donné aux autres catégories de déchet, comme suit :
 - a. 0,25 point si il existe des déchets dangereux de type EPI souillés, bidons vides etc.
 - b. 0,25 point si il existe des déchets de type membrane polluée, phase libre, etc.
 - c. 0,25 point si il existe des déchets liés au traitement de l'air ou l'eau - hors boues- (filtres, charbon actifs, canalisations).

Le score est l'addition des deux postes.

Rappelons qu'il appartient au bureau d'étude de juger de la pertinence de cotation en **comparaison** notamment **aux autres variantes**. Ainsi, 5 futs usés pourraient valoir une cote de 0 ou 0,25 selon les déchets de même type produits par les autres variantes.

10.2.4 Critère énergétique

Un critère distinct est attribué pour la consommation énergétique liée au projet de la façon suivante :

- **Score** = tonnage * fc * Er
 - tonnage = tonnage de terres/eau traitées par la technique
 - fc = facteur de conversion fixé à l'avance par type de procédé de traitement et calculé comme suit :
 - 1 pour l'in situ/on-site biologique/chimique
 - 2 pour l'ex-situ biologique
 - 4 pour un traitement de type physique on-site/in situ (air sparging, SVE par exemple)
 - 5 pour un traitement de type physique hors site
 - 12 pour un traitement thermique in situ ou hors-site

En cas de multi-filières, il faudra pondérer ces facteurs avec le pourcentage de tonnes de terres traitées. Par exemple, si 70% est traité en in situ et 30% excavé et traité en thermique, le résultat est équivalent à $1 * 0.7 + 12 * 0.3 = 4.3$

- Er = Energie renouvelable

- 0% - 20% si des énergies renouvelables sont utilisées pour < 20% des besoins énergétique du projet
- 20% - 40% si des énergies renouvelables sont utilisées pour 20% et < 40% des besoins énergétique du projet
- >40% si des énergies renouvelables sont utilisées pour > 40% des besoins énergétique du projet

10.3 Astuces

Selon le cas traité, il se peut que certains critères soient désactivés. C'est tout à fait normal.

Les champs verts clairs doivent être complétés, les champs verts foncés (champs calculés) sont automatiquement évalués.

Les éventuelles cellules orange restantes à droite du tableau sont dédiées à l'ajout éventuel d'autres variantes. Elles n'impactent en rien l'utilisation du tableur et doivent être laissées ainsi.

11 UTILISATION DE LA PAGE « ÉVALUATION SOCIALE »

Les critères sociaux sont également subdivisés en deux sous-critères : locaux et globaux. Pour chacun d'entre eux une cotation est établie par l'expert selon les lignes conductrices établies ci-après. D'une manière générale un impact social négatif croissant donnera lieu à une cotation croissante.

11.1 Critères sociaux - locaux

11.1.1 Nuisance environnementale sur chantier

Ce critère prend en compte les nuisances et dommages environnementaux effectifs associés à l'assainissement. Les nuisances environnementales sur chantier regroupent les nuisances suivantes :

- Nuisances olfactives. On entend par nuisances olfactives les odeurs issues des terres, qu'elles soient en place ou excavées, ainsi que les odeurs éventuelles de mazout et émissions d'air de station de traitement ;
- Vibrations. On entend par vibrations les vibrations du sol issues de travaux d'assainissement, de la mise en place de mesures de stabilité ou marteau piqueur ; les vibrations des charrois ne sont pas reprises sous ce critère ;
- Poussières. On entend par poussières les poussières soulevées en cours de chantier, qu'elles soient issues de terres polluées ou de terres saines ;
- Nuisances sonores ;

Ainsi que :

- Lumière. On entend par lumière la mise en place de spots lumineux à des heures matinales ou tardives ou les éclairages des machines de chantier qui balaieraient le voisinage ;
- Nuisance visuelle pendant chantier, liée à des stockages de terres temporaires, cabanes de chantier.

Les nuisances associées aux restrictions de circulation sont reprises sous le critère nuisances dues au charroi.

L'attribution des scores se fait de la façon suivante :

- **Score** : (nuisance olfactive * (0,2,3) + vibration * (0,2,3) + poussière * (0,2,3) + nuisance sonore * (0,2,3) + lumière * (0,2,3) + visuel * (0,2,3)) * d

Le paramètre « d » représente la durée de l'assainissement dit actif (pas la durée de la surveillance) en mois.

Le score de 0 (faible), 2 (moyen) ou 3 (fort) est laissé à l'appréciation de l'Expert. Cependant, ces scores peuvent être interprétés comme suit :

- Score de 0 : La variante sélectionnée est équivalente au niveau de nuisance avant assainissement ;
- Score de 2 : La variante d'assainissement perturbe le niveau habituel de la zone de façon faible et localisée ;
- Score de 3 : la variante d'assainissement perturbe fortement le niveau habituel, les impacts sont directement perceptible par le voisinage.

Plus spécifiquement, en ce qui concerne l'impact visuel, lié par exemple aux stockages de terres ou cabanes de chantier, l'échelle suivante doit être suivie, à savoir un score de « faible » est attribué pour un impact visuel de 50 cm, un score de « moyen » entre 50 et 300 cm (impact au rez-de-chaussée) et un score de « fort » pour un impact visuel supérieur à 300 cm (impact au premier étage).

En cas de variante regroupant une combinaison de techniques présentant par exemple des nuisances fortes sur une faible durée suivies de nuisances faibles sur une durée longue, il est recommandé de :

- (1) évaluer la nécessité de réaliser une évaluation GAMMA par type de zone assainie et
- (2) de réaliser une analyse de sensibilité sur la durée et la pondération attribuée afin de justifier la cotation.

11.1.2 Nuisance liée au charroi

Ce critère reprend principalement les nuisances liées au charroi telles les restrictions de circulation. Il est considéré que les nuisances liées aux bruits, à la poussière spécifiquement liés aux charrois sont directement corrélé au nombre de camions par jour et à la durée de l'assainissement.

- **Score** : $Nc * ds * (p * dp) * dr$
 - Nc : nombre de camions par jour
 - ds : durée de l'assainissement (en semaines)
 - p : facteur de pondération inhérent aux restrictions de circulation.
Il équivaut à 1 si **aucune** restriction n'est appliquée, à **faible** (pondération de 1,25) si une route d'accès est bloquée mais que le voisinage reste accessible et à **fort** (pondération de 2) si la zone n'est plus accessible.
 - dp : durée du blocage :
équivaut à 1 si il n'existe pas de blocage et à 1+ x semaines s'il existe un blocage
 - dr : distance par rapport à la première route nationale, sur laquelle le charroi d'un assainissement est considéré comme absorbé et ne créant plus de contraintes additionnelles.

11.2 Critères sociaux - globaux

11.2.1 Impact paysager

Cette nuisance considère les changements du paysage sur le long terme (merlons par exemple) liés à la technique d'assainissement sélectionnée. Le **score** est égal à :

- 0 point si pas d'impact paysager
- 1 point si une modification paysagère est réalisée mais présente un impact limité
- 3 points si l'impact paysager est considéré comme important

L'appréciation entre impact « limité » et « important » est laissée au jugement de l'expert.

11.2.2 Impact patrimonial

Ce critère regroupe les impacts éventuels de la technique d'assainissement sur le patrimoine, tel que :

- la démolition / l'altération de bâtiments classés,
- la démolition d'arbres remarquables (ou alignement) ou
- l'impact sur des fouilles archéologiques.

Un **score** de (0, 2, 3) est attribué comme suit :

- Score de « 0 » si aucun changement n'est mesuré par rapport à la situation avant assainissement
- Score de « 2 » si un impact est observé sur une des trois composantes du critère
- Score de « 3 » est attribué si un impact est observé sur plus d'une composante

Ce score résulte d'une réponse binaire (oui/non) aux trois questions suivantes :

- Existe-t-il un impact sur l'alignement d'arbres ?
- Existe-t-il un impact sur le patrimoine architectural tel que des bâtiments classés ou autres ?
- Existe-t-il un impact sur le patrimoine naturel remarquable, tel que la suppression d'arbres remarquables?

L'expert reste maître du jugement à apporter entre les variantes. Par exemple, si une variante détruit un seul arbre remarquable et une autre 200, cette dernière pourrait se voir attribuer un score de 3 bien qu'elle n'impacte qu'une des trois composantes.

11.3 Astuces

Selon le cas traité, il se peut que certains critères soient désactivés. C'est tout à fait normal.

Les champs verts clairs doivent être complétés, les champs verts foncés (champs calculés) sont automatiquement évalués.

Les éventuelles cellules orange restantes à droite du tableau sont dédiées à l'ajout éventuel d'autres variantes. Elles n'impactent en rien l'utilisation du tableur et doivent être laissées ainsi.

12 PAGE « EVALUATION RÉSUMÉ »

12.1 Page « Evaluation Résumé »

Cette page reprend simplement les évaluations précédemment réalisées dans les onglets évaluation environnementale, sociale et économique au niveau des « champs calculés ». Il s'agit donc d'un résumé des résultats des évaluations présenté sous forme graphique.

12.2 Astuces

Les pondérations considérées sont reprises à titre informatif en haut à droite. Elles ne sont pas modifiables sur cette page et correspondent aux informations entrées dans les premières pages (pollution d'origine vs nouvelle, localisation en milieu urbain, péri-urbain ou rural, industriel).

Selon le cas traité, il se peut que certains critères soient désactivés. C'est tout à fait normal.

Les éventuelles cellules orange restantes à droite du tableau sont dédiées à l'ajout éventuel d'autres variantes. Elles n'impactent en rien l'utilisation du tableur et doivent être laissées ainsi.

13 PAGE « RÉSULTATS »

Cette page permet de visualiser les résultats de l'agrégation multicritère. Cette visualisation peut se faire par numérotation de la variante ou par résultats globaux.

13.1 Résultat de variante

Le choix de la variante d'assainissement correspond à celle qui a obtenu le score agrégé le plus proche de 1.

Ce choix pourrait être infirmé par l'expert sous réserve de justifications appropriées. En effet, cet outil est un outil d'aide à la décision et les résultats peuvent être critiqués moyennement une réflexion valide sur les modifications apportées aux conclusions issues de l'outil.

A cet effet, il est loisible à l'expert d'utiliser la page « résultats » pour observer dans quelles mesures tel ou tel critère impacte la décision (voir astuces ci-dessous).

13.2 Astuces

Cette page permet d'observer :

1. les résultats globaux sur base du score total de la variante : « Classement **général des variantes** » : les variantes sont classées à l'aide d'un chiffre entre +1 et -1. Au plus une variante est proche de 1 au mieux elle surclasse les autres. La différence entre deux variantes démontre également l'écart entre deux variantes. Une faible différence entre 2 techniques est un indicateur de la flexibilité de sélection d'une technique alternative à la meilleure classée pour le bureau d'étude.
2. les résultats en fonction d'un enjeu particulier, à l'exception du critère coût qui est conservé du plus cher au moins cher « **Détail des dimensions d'analyse** » : les variantes sont classées à l'aide d'un chiffre entre +1 et -1. Au plus une variante est proche de 1 au mieux elle surclasse les autres. Le delta entre deux variantes démontre également l'écart entre deux variantes.



La flèche permet de sélectionner l'ordre d'apparition dans l'histogramme, soit de la meilleure variante à la plus faible, soit de la première variante rentrée dans l'outil à la dernière variante rentrée dans l'outil.



La flèche permet de sélectionner l'enjeu/la dimension selon lequel/laquelle vous souhaitez observer le classement des variantes. La sélection d'un enjeu vous donne donc accès à la considération seule et unique des critères associés à cet enjeu.

Les tableaux de droite reprennent les classements présentés dans les histogrammes.

Annexe 2. Démonstration de la méthode Prométhée

Nous proposons ici à titre didactique, l'illustration succincte du mode de fonctionnement de Prométhée à travers un exemple trivial.

A. Considérons un problème de choix fictif entre 2 techniques d'assainissement par rapport à deux critères : le coût et l'empreinte carbone :

	Coût (€) - Minimiser	CO2 (Tonnes) - Minimiser
Technique 1	100	10
Technique 2	110	9
Technique 3	120	8

Les unités de mesure des critères étant différentes, une somme, une moyenne, ou une somme pondérée ne peuvent être d'application. La technique 1 étant meilleure que la technique 2 pour le coût (qui est à minimiser) et moins bonne pour le CO₂ (également à minimiser), la question de la meilleure technique se pose transversalement à tous les critères.

Algorithme mathématique associé :

Considérons tout d'abord un ensemble de critères de sélection ;

$$\{g_1(\cdot), g_2(\cdot), g_3(\cdot), \dots, g_m(\cdot)\} \quad (1)$$

et un ensemble d'alternatives à comparer ;

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} \quad (2)$$

La table d'évaluation suivante peut dès lors être élaborée :

	$g_1(\cdot)$	$g_2(\cdot)$	...	$g_j(\cdot)$	...	$g_m(\cdot)$
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	...	$g_j(a_1)$	...	$g_m(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	...	$g_j(a_2)$	...	$g_m(a_2)$
.
.
.
a_i	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$	...	$g_j(a_i)$	...	$g_m(a_i)$
.
.
.
a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	...	$g_j(a_n)$	...	$g_m(a_n)$

B. Basée sur une comparaison par paire, la méthode PROMETHEE propose de considérer non pas l'évaluation des techniques par rapport aux critères mais bien les écarts entre chaque paire de technique :

- Coût (Technique 1) – Coût (Technique 2) = -10€
 - Coût (Technique 1) – Coût (Technique 3) = -20€
 - Coût (Technique 2) – Coût (Technique 1) = 10€
 - Coût (Technique 2) – Coût (Technique 3) = -10€
 - Coût (Technique 3) – Coût (Technique 1) = 20€
 - Coût (Technique 3) – Coût (Technique 2) = 10€
-
- CO₂ (Technique 1) – CO₂ (Technique 2) = 1T
 - CO₂ (Technique 1) – CO₂ (Technique 3) = 2T
 - CO₂ (Technique 2) – CO₂ (Technique 1) = -1T
 - CO₂ (Technique 2) – CO₂ (Technique 3) = 1T
 - CO₂ (Technique 3) – CO₂ (Technique 1) = -2T
 - CO₂ (Technique 3) – CO₂ (Technique 2) = -1T

Après avoir comparé la technique 1 à la technique 2, nous comparons également la technique 2 à la technique 1 pour plus d'aisance algorithmique, idem pour les autres.

Par ces écarts calculés, le décideur sait exprimer ses préférences critère par critère. En effet, $C(T1) - C(T2)$ étant égal à -10€ et sachant que le coût doit être minimisé, nous conservons dans cet écart de -10€, l'information selon laquelle la T1 est meilleure que la T2 pour le critère coût.

Algorithme mathématique :

Définissons également la différence de performance entre 2 alternatives sur un critère j ;

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b); \quad \forall a,b \in A \quad (3)$$

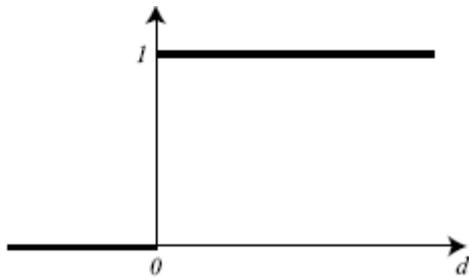
C. La question, à présent, est d'identifier les préférences des décideurs par rapport à l'intégralité des critères simultanément. Pour ce faire, le décideur doit poser certains paramètres.

Tout d'abord, il doit fixer l'importance de chaque critère. Mettons que le coût compte pour 70% de la décision finale et le CO₂ pour les 30% restant.

Ensuite, il doit également préciser ces préférences par rapport à chaque critère. En d'autres termes, le décideur doit spécifier des seuils éventuels de préférence en dessous desquels il estime ne pouvoir préférer une technique par rapport à une autre. Dans cet exemple, nous considérons que le décideur préférera une technique à une autre dès qu'une différence strictement différente de 0 est observée.

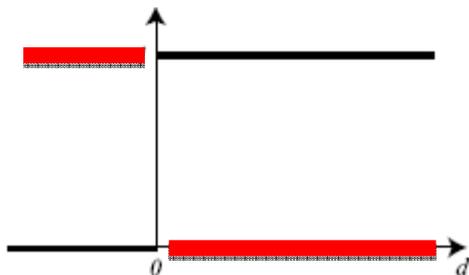
Afin de contourner le problème des unités de mesures spécifiques liées à chaque critère et en vue d'agrèger l'information en un score global, nous allons recourir aux échelles de préférence. Dans ce cas simple, si une différence strictement différente de 0 est observée, le décideur préfère une technique à une autre. Cela se modélise facilement par la fonction suivante où nous retrouvons sur l'axe des abscisses les écarts entre deux techniques par rapport à un critère et en ordonnées un intervalle (0,1). Il est à noter que cette fonction doit être définie pour chaque critère en fonction des préférences du décideur puisque celui-ci peut en effet décider de fixer un seuil en dessous duquel il estime ne pas pouvoir faire un choix. Dans ce cas, nous voyons qu'une différence strictement positive est

directement associée à 1. Ce nombre, sans valeur physique, permet simplement de conserver l'information que le décideur préfère une technique à une autre par rapport au critère analysé.



Attention, ce type de fonction est lié à un critère à maximiser puisque c'est la différence positive qui est associée à 1 : par exemple, une technique qui permet de créer 5 emplois locaux est meilleure qu'une technique qui permet de créer 4 emplois locaux. La différence de un emploi (à placer sur l'axe des abscisses) est associée au chiffre 1 pour montrer que le décideur préfère la technique créant le plus d'emplois.

Inversement, les préférences du décideur liées à un critère à minimiser seront modélisées par le graphique suivant où ce sont les écarts négatifs qui doivent être associés à 1 : en effet, le décideur préférera la technique la moins chère, c'est donc bien la déviation négative qui témoigne d'une préférence et doit donc être associée à 1 (voir fonction rouge ci-après).



Dès lors dans notre exemple, nous obtenons les associations suivantes :

- Coût (Technique 1) – Coût (Technique 2) = -10€ → 1
- Coût (Technique 1) – Coût (Technique 3) = -20€ → 1
- Coût (Technique 2) – Coût (Technique 1) = 10€ → 0
- Coût (Technique 2) – Coût (Technique 3) = -10€ → 1
- Coût (Technique 3) – Coût (Technique 1) = 20€ → 0
- Coût (Technique 3) – Coût (Technique 2) = 10€ → 0

- CO2 (Technique 1) – CO2 (Technique 2) = 1T → 0
- CO2 (Technique 1) – CO2 (Technique 3) = 2T → 0
- CO2 (Technique 2) – CO2 (Technique 1) = -1T → 1
- CO2 (Technique 2) – CO2 (Technique 3) = 1T → 0
- CO2 (Technique 3) – CO2 (Technique 1) = -2T → 1
- CO2 (Technique 3) – CO2 (Technique 2) = -1T → 1

Ces chiffres 0 et 1 contiennent l'information de préférence des décideurs entre les techniques par rapport à chaque critère tout en ayant supprimé le problème d'unité de mesure.

Il est à noter que nous avons choisi d'utiliser la fonction gaussienne beaucoup plus fine que les autres alternatives puisqu'il s'agit d'une fonction continue et non discrète. Le point d'inflexion sera défini pour chaque critère et chaque utilisation de GAMMA en fonction des évaluations des variantes. Ce point d'inflexion sera calculé comme la moitié de la différence entre le plus grand et le plus petit écart observés entre les variantes assurant ainsi une parfaite cohérence avec les préférences des décideurs par rapport aux « grandeurs » observées dans chaque utilisation de GAMMA.

Algorithme mathématique associé :

Afin de supprimer les effets d'échelle possibles liés aux unités de mesure de chaque critère, définissons la fonction suivante dans le cas d'un critère j à maximiser :

$$0 < F_j[d_j(a,b)] \leq 1; \quad \forall a,b \in A \quad (4)$$

Où ;

$$F_j[d_j(a,b)] > 0 \Rightarrow F_j[d_j(b,a)] = 0; \quad \forall a,b \in A \quad (5)$$

Si le critère j est à minimiser, la fonction y associée prendra la forme suivante

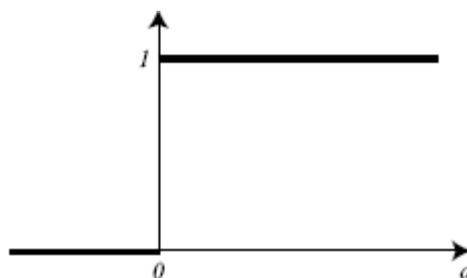
$$0 < F_j[-d_j(a,b)] \leq 1; \quad \forall a,b \in A \quad (6)$$

La paire $\{g_j(.); F_j[d_j(a,b)]\}$ est appelée fonction de préférence associée au critère j .

Ces fonctions de préférence peuvent prendre plusieurs formes, en voici quelques exemples :

- *Usuelle :*

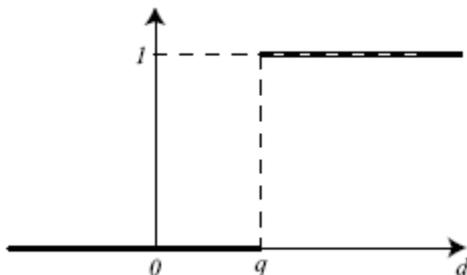
$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 & \text{if } d_j(a,b) > 0 \end{cases}; \quad \forall a,b \in A \quad (7)$$



- *U-shape :*

$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq q \\ 1 & \text{if } d_j(a,b) > q \end{cases}; \quad \forall a,b \in A \quad (8)$$

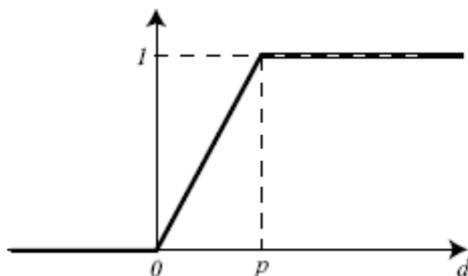
Où q est le seuil d'indifférence.



- *V-shape* :

$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq 0 \\ \frac{d_j(a,b)}{p} & \text{if } 0 < d_j(a,b) \leq p ; \forall a,b \in A \\ 1 & \text{if } d_j(a,b) > p \end{cases} \quad (9)$$

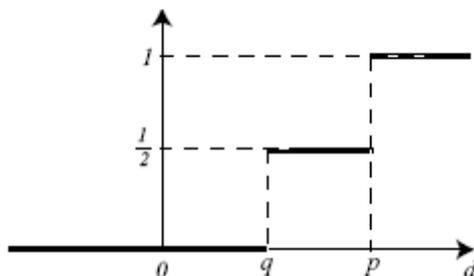
Où p est le seuil de préférence stricte (>0).



- *A niveau* :

$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq q \\ \frac{1}{2} & \text{if } q < d_j(a,b) \leq p ; \forall a,b \in A \\ 1 & \text{if } d_j(a,b) > p \end{cases} \quad (10)$$

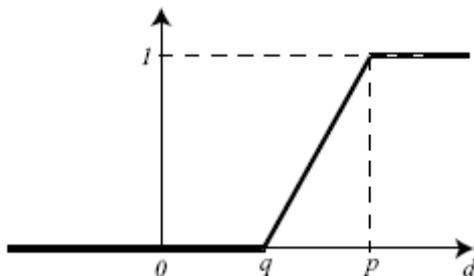
Où q and p sont respectivement les seuils d'indifférence et de préférence ($0 < q < p$).



- *V-shape (incluant l'indifférence)* :

$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq q \\ \frac{d_j(a,b) - q}{p - q} & \text{if } q < d_j(a,b) \leq p ; \forall a,b \in A \\ 1 & \text{if } d_j(a,b) > p \end{cases} \quad (11)$$

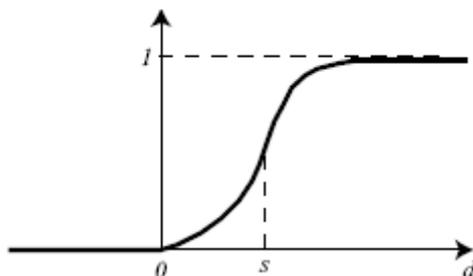
Où q and p sont respectivement les seuils d'indifférence et de préférence ($0 < q < p$).



- *Gaussien* :

$$F_j[d_j(a,b)] = \begin{cases} 0 & \text{if } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 - e\left(-\frac{d_j^2(a,b)}{2s^2}\right) & \text{if } d_j(a,b) > 0 \end{cases} ; \forall a,b \in A \quad (12)$$

Où s est le point d'inflexion et doit être choisi entre des q et p fictifs.



A présent nous souhaitons savoir comment une technique se comporte par rapport à une autre et ce transversalement à tous les critères. Nous considérons donc la somme, pondérée par les poids (0,7 et 0,3) des chiffres 0 et 1 calculés pour chaque paire de technique :

$$T1 \text{ VS } T2 : 0,7 * 1 + 0,3 * 0 = 0,7$$

$$T1 \text{ VS } T3 : 0,7 * 1 + 0,3 * 0 = 0,7$$

$$T2 \text{ VS } T1 : 0,7 * 0 + 0,3 * 1 = 0,3$$

$$T2 \text{ VS } T3 : 0,7 * 1 + 0,3 * 0 = 0,7$$

$$T3 \text{ VS } T1 : 0,7 * 0 + 0,3 * 1 = 0,3$$

$$T3 \text{ VS } T2 : 0,7 * 0 + 0,3 * 1 = 0,3$$

Ces chiffres sont les indices de préférence agrégés donnant le comportement d'une technique par rapport à une autre transversalement à tous les critères.

Algorithme mathématique associé :

Calculons dès lors les indices de préférence agrégés sur base des fonctions de préférence

$$\begin{cases} \pi(a,b) = \sum_{j=1}^m F_j[d_j(a,b)] \times \omega_j \\ \pi(b,a) = \sum_{j=1}^m F_j[d_j(b,a)] \times \omega_j \end{cases} ; \forall a,b \in A \quad (13)$$

où w_j est le poids attribué au critère j tel que $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$.

Il ne nous reste dès lors plus qu'à agréger sur les techniques afin d'obtenir le comportement global d'une technique par rapport aux autres. Nous allons d'abord calculer ce qu'on peut appeler la force d'une technique. Il s'agit de prendre les évaluations liées à chaque paire commençant par la même technique et de diviser le tout par le (nombre de techniques moins 1) pour des questions de normalisation :

$$T1 : (0,7 + 0,7)/2=0,7$$

$$T2 : (0,3 + 0,7)/2=0,5$$

$$T3 : (0,3 + 0,3)/2=0,3$$

Inversement, nous allons également calculer la faiblesse de chaque technique en sommant les évaluations des paires de techniques se terminant par la technique :

$$T1 : (0,3 + 0,3)/2=0,3$$

$$T2 : (0,7 + 0,3)/2=0,5$$

$$T3 : (0,7 + 0,7)/2=0,7$$

Algorithme mathématique associé :

- Flux positif de surclassement:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (14)$$

- Flux négatif de surclassement:

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (15)$$

Enfin, nous pouvons dès lors calculer le positionnement général d'une technique par rapport à toutes les autres et transversalement à tous les critères en considérant la différence entre la force et la faiblesse de chacune :

$$T1 : 0,7 - 0,3 = 0,4$$

$$T2 : 0,5 - 0,5 = 0$$

$$T3 : 0,3 - 0,7 = -0,4$$

C'est ce dernier chiffre qui nous permet de classer les techniques les unes par rapport aux autres : T1 meilleure que T3 meilleure que T2. Ce chiffre sera toujours compris dans l'intervalle (-1 ;1). Plus on est proche de 1 meilleur on est et plus les écarts sont importants entre 2 techniques plus l'une est préférée à l'autre.

Algorithme mathématique associé :

Le classement partiel PROMETHEE I est donné par l'intersection des flux positifs et négatifs de surclassement :

$$a P b \Leftrightarrow \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{cases} \quad (17)$$

$$a I b \Leftrightarrow \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad (18)$$

$$a R b \Leftrightarrow \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) > \phi^-(b), \text{ or} \\ \phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ and } \phi^-(a) < \phi^-(b) \end{cases} \quad (19)$$

Le *classement* complet PROMETHEE II plus fréquemment utilisé est donné via le flux net :

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (20)$$

L'*utilisation* du flux net interdit toute relation d'incomparabilité et fournit dès lors un classement complet et utilisable :

$$\begin{aligned} a P_{II} b &\Leftrightarrow \phi(a) > \phi(b) \\ a I_{II} b &\Leftrightarrow \phi(a) = \phi(b) \end{aligned} \quad (2)$$

Annexe 3: Techniques appliquées en assainissement des sols et données à acquérir en vue de dimensionner les installations ou les équipements d'assainissement

Dans l'attente de l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques des techniques d'assainissement, la présente annexe II reprend, à titre indicatif, la description non-exhaustive de certaines techniques d'assainissement ainsi que les éléments nécessaires à leur dimensionnement.

Devant la multiplicité des appellations possibles, il est possible qu'un lien univoque avec les techniques reprises dans les feuillets « techniques » de l'outil GAMMA ne soit pas rencontré avec les dénominations des techniques énoncées dans cette annexe.

En outre, les experts peuvent utilement se référer aux documents de référence suivants :

- IBGE : Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement (Administration de l'environnement de la région de Bruxelles-capitale) « Codes de Bonne pratique de 1 à 10 – Techniques d'assainissement ».
Lien internet : <https://environnement.brussels/thematiques/sols/informations-specifiques-pour-professionnels/codes-de-bonnes-pratiques/cbp>
- BRGM (France) : « Quelles techniques pour quels traitements ? Analyse coûts-bénéfices. Rapport final" ; réf. BRGM/RP-58609-FR de juin 2010 ».
Lien internet : <http://www.brgm.fr/result/telechargement/telechargement.jsp?id=RSP-BRGM/RP-58609-FR>
- BRGM (France) : « Outil interactif de pré-sélection des techniques de dépollution ».
Lien internet : www.selecdepol.fr
- ADEME (France) : "Traitabilité des sols pollués, Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances" du 15/10/2009
Lien internet : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/traitabilite-sols-pollues-guide-methodologique-evaluation-2008-rapport-final-3.pdf>
- SOILECTION (Pays-Bas) 2009
Lien internet : <http://www.soilection.eu/>
- SOILPEDIA (Pays-Bas)
Lien internet : http://www.soilpedia.nl/Webpaginas/soilpedia_home.htm
- VITO (Belgique) : BBT Databank (Beste Beschikbare Technieken), 2009
Lien internet : <http://www.emis.vito.be/databank-bbt/doel>
- US EPA : "Clu-in (Contaminated Site Clean Up Information)", Août 2010
Lien internet : <http://www.clu-in.org/>
- FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable) – USA; juillet 2008
Lien internet : <http://www.frtr.gov/scrntools.htm>

A. Excavation

Dans le cadre d'excavations de terres, il convient de distinguer les travaux d'assainissement, des travaux de terrassement. L'élimination de la pollution par excavation des terres implique que les données suivantes soient fournies dans le projet d'assainissement :

Excavation des terres polluées

- Plans des impétrants (gaz, électricité, eau, conduites spécifiques au **terrain**). En cas d'absence de plans, procéder à des forages manuels et/ou des tranchées de reconnaissance ;
- Plan des zones à excaver ;
- Estimation du volume de terres à excaver et précision de leur destination (réemploi, traitement). Exposé d'un bilan massique pour les cas complexes. Mesures prises pour limiter une pollution secondaire en cas de stockages temporaires ;
- Terres de remblai : quantité, caractérisation chimique, granulométrie (stabilité) ;
- Si dégradation d'un aquitard / aquiclude (pendant les travaux) : prévoir sa restauration par l'application de terres de **remblai** de texture identique, afin de ne pas entraîner une pollution des couches sous-jacentes ;
- Si démolition au préalable de bâtiments, d'installations ou de revêtements : détail des opérations et description des mesures prises ;
- Si présence de produits purs : quantité estimée à évacuer ;
- Si présence de réservoirs enterrés : devenir (enlèvement, dégazage, inertage), présence de dalles de soutien ;
- Si rabattement de la nappe : préciser la profondeur ainsi que l'interaction avec les travaux d'excavation.

B. Extraction/pompage des eaux souterraines

Il convient de faire la différence entre les pompages destinés à rabattre la nappe dans le cadre d'une excavation et les pompages destinés à l'épuration des eaux souterraines, qui s'étendent généralement sur une période de temps plus longue et nécessitent davantage de données.

Par ailleurs, selon le débit et la durée du pompage, les données qui figureront dans le projet d'assainissement différeront, comme l'illustre le tableau ci-dessous :

Extraction des eaux souterraines	Importance du pompage		
	Grand	Moyen	Petit
<ul style="list-style-type: none"> • Détermination des zones de captage et d'influence : <ul style="list-style-type: none"> • par interpolation des données disponibles ; • par calculs analytiques (présentation des calculs, des paramètres input et des zones de captage sur carte) ; • par modélisation (présentation des sens d'écoulement, de la balance massique de l'eau, des paramètres input (précipitations) et des zones de captage sur carte) ; 			X
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description du système d'extraction</u> : localisation, nombre, type des systèmes de pompage (débit et cône de dépression maximal) ; 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Indication sur la méthode de pose</u> (voie sèche ou voie humide) ; 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description des pompes</u> : nombre de valves, type de régime (continu, discontinu) ; 	X	X	
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Evaluation de la durée</u> (sur base de calculs analytiques ou de modélisation). 	X	X	

C. Traitement des eaux souterraines

Les données suivantes doivent être fournies :

Traitement des eaux souterraines
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description de l'installation</u> (sur la base des teneurs en Fe, Mn, carbonates et matières en suspension ; nécessité ou non de filtres à sable) ; • <u>Si emploi d'unités d'adsorption</u> : préciser si les unités seront installées en série ou en parallèle et indiquer quelles mesures seront prises pour assurer l'efficacité du traitement et éviter le colmatage (fréquence de l'échantillonnage, estimation de la durée d'une unité d'adsorption) ; • <u>Localisation de l'installation et du point de rejet des eaux pompées</u> ; • <u>Evaluation des coûts des consommables</u> (exemple : charbon actif...).

D. Extraction des gaz du sol / injection d'air sous pression

Dans le cas où des tests pilotes ont été menés, les données suivantes seront fournies : résultats du test de détermination de la pression critique, des calculs de charge polluante, détermination de la zone d'influence et évaluation d'un éventuel colmatage.

Extraction des gaz du sol et/ou injection d'air sous pression

- Détermination des zones de captage et d'influence (sur base d'interpolation ou de modélisation) ;
- Localisation et description de l'installation d'extraction (type, nombre et profondeur, débit et pression escomptés, nombre de valves et système de commande et/ou d'automatisation envisagé) ;
- Description de l'installation de traitement des gaz : caractéristique de l'effluent et potentiel d'explosivité ;
- Si injection d'air sous pression : estimation des **risques de dispersion** incontrôlée ;
- Evaluation de la durée de l'assainissement.

E. Bioventing, biosparging et bioremédiation par infiltration

L'efficacité de ces techniques repose pour une grande part sur les caractéristiques intrinsèques du milieu : teneur en humus, granulométrie et porosité, nature des couches géologiques, pouvoir tampon (acide/base), capacité d'échange ionique, coefficient d'adsorption et sens d'écoulement des eaux souterraines. Ces données seront autant que possible fournies dans le projet d'assainissement.

D'autres paramètres doivent être suivis pendant la durée de l'assainissement en vue de contrôler l'efficacité de la technique retenue. Pour cela un plan des **mesures de suivi** et de sécurité est prévu (précisant le lieu de prélèvement, le type d'analyses à effectuer et la fréquence, ...) et est annexé au projet d'assainissement.

C'est notamment le cas pour les paramètres suivants qui sont mesurés tout au long de l'assainissement : pH, potentiel rédox, teneurs en nutriments (évolution du rapport C/N/P), taux d'humidité et température du sol...

Les indicateurs d'une biodégradation peuvent être suivis au travers des paramètres suivants : dénombrement microbien, matériel moléculaire bactérien tel que l'ARN et l'ADN, l'activité enzymatique (déshydrogénase, estérase...), le rapport isotopique $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ sur les **polluants** et les produits de décomposition, les biomarqueurs (n-C₁₈/phytane/pristane dans les huiles minérales, hydrocarbures/hopane, vanadium dans le pétrole, MTBE¹ dans le gasoil), la formation de métabolites, l'alcalinité et le dioxyde de carbone, les indicateurs géochimiques (diminution des teneurs d'accepteurs d'électrons -oxygène, nitrates, sulfates-, augmentation des teneurs en nitrites, Mn²⁺, Fe²⁺, H₂S, CH₄).

Les données à fournir et à détailler dans le projet d'assainissement sont indiquées dans les tableaux suivants :

¹ MTBE : méthyl tert-butyl éther

Bioremédiation : données générales

- Détermination des débits (eau, air le cas échéant) et des pressions ;
- Temps de fonctionnement des pompes ;
- Niveau des eaux souterraines ;
- Durée estimée.

Bioventing

- Concentrations des **polluants** dans l'air extrait et quantité totale extraite ;
- Estimation de la quantité de charbon actif nécessaire, quantité de charbon saturé ;
- Analyse de l'influent et de l'effluent de l'installation de traitement des gaz ;
- Concentration des **polluants** dans l'air ambiant ;
- Concentration en O₂ et CO₂ dans l'air extrait et au niveau des piézomètres de contrôle ;
- Détermination de l'activité biologique ;
- Taux d'humidité, teneurs en nutriments et pH dans les échantillons de sol (**risques** de dessèchement ou d'acidification).

Biosparging

- Concentrations des **polluants** dans l'air extrait et quantité totale extraite ;
- Conductivité hydraulique pour la surveillance de la qualité du filtre d'injection dans l'eau souterraine ;
- Estimation de la quantité de charbon actif nécessaire, quantité de charbon saturé ;
- Teneurs en nutriments.
- Concentration des **polluants** dans l'air ambiant ;
- Concentration en O₂ dans l'eau souterraine pour estimer l'enrichissement en oxygène dans le rayon d'influence ;
- Concentration en O₂ et CO₂ au niveau des piézomètres de contrôle ;
- Détermination de l'activité biologique ;
- Analyse de l'influent et de l'effluent de l'installation de traitement des gaz ;

Bioremédiation par extraction/infiltration

- Quantité d'eau extraite et injectée au total et par drain ;
- Quantité injectée de nutriments, bactéries et autres facteurs nécessaires (oxygène, oxydants) ;
- Zone d'influence de l'injection et l'extraction ;
- Quantité de **polluants** évacués au cours de l'extraction ;
- Evaluation du rendement de décomposition biologique dans la phase liquide et dans la phase solide du sol ;
- Concentrations des **polluants** et paramètres de terrain (pH, conductivité, température et oxygène) dans l'eau extraite et l'eau ré-injectée ;
- Paramètres de bioremédiation sur l'eau extraite (nutriments, carbone organique et inorganique dissous, produits de décomposition, dénombrement bactérien) ;
- Niveaux de la nappe dans les puits de monitoring ;
- Mesures de paramètres de **terrain** dans les puits de monitoring (pH, conductivité, température et oxygène) et des paramètres biologiques et de la pollution ;

F. Stockage contrôlé

La technique des stockages contrôlés (tas de terres ou tertres) est associée à celle de l'excavation, dont il convient de fournir les paramètres suivants :

Stockage contrôlé

- Configuration des tas (hauteur et dimensions) ;
- Plan de profil, topographique et de versage ;
- Profondeur et limitation des tas ;
- Si en hauteur : construction de digue de versage (mesures et nature des matériaux) ;
- Système de drainage avec revêtement de protection (dimension et nature du matériau) ;
- Collecte des percolats (puits de captage, bassin de collecte, éventuellement installation de traitement des eaux et produits stockés) ;
- Gestion des eaux météoriques non polluées ou des eaux d'écoulement ;
- Fossé ou système de drainage pour éviter la pénétration des eaux souterraines ou des eaux d'écoulement des **parcelles** voisines ;
- Système de détection de fuite ;
- Nature de la couverture d'étanchéité (inférieure et supérieure) ;
- Présence d'une couche de couverture (installation, qualité et plantation) ;
- Calculs sur le tassement et l'affaissement possibles des tas et du sous-sol ;
- Influence du tassement et de l'affaissement sur les couches d'étanchéité, système de drainage et talus ;
- Valorisation éventuelle des déchets (tri, criblage).

G. Traitement des terres sur site et traitement in-situ

Les traitements **sur site** et **in-situ** sont à distinguer des traitements **hors site** (excavation des terres et traitement en dehors du **terrain**). Les techniques actuelles de dépollution de terres sur **site** ou in-situ reposent sur des traitements biologiques, physico-chimiques ou thermiques. Le tableau ci-dessous présente les données à fournir pour ces techniques et plus spécifiquement pour le traitement biologique :

Traitement des terres sur site : conditions annexes générales

- Interdiction d'envisager ces techniques en zone d'habitat et au voisinage immédiat ;
- Les quantités de terres à traiter doivent être suffisantes ;
- Les surfaces disponibles doivent être suffisantes pour exécuter les travaux en une seule phase ;
- Les tas disposent d'une membrane étanche au-dessus et au-dessous (nature à préciser). L'étanchéité des membranes est garantie pendant toute la durée des travaux ;
- L'air du sol est pompé est épuré sur une installation de charbon actif correctement dimensionnée et/ou un biofiltre ;
- Précautions prises pour collecter et traiter les percolats des tas de terre (tertres).

Traitement biologique in situ

- Résultats du cocktail de nutriments optimal en laboratoire ;
- Résultat des tests de décomposition biologique ;
- Edification des biopiles (dimension, hauteur) ;
- Nature du matériau utilisé pour la couverture d'étanchéité supérieure et inférieure ;
- Calcul de la quantité de nutriments nécessaires ;
- Traitement de l'air extrait des biopiles ;
- Evaluation de la durée de l'assainissement ;
- Mesures prises pour éviter toute pollution secondaire ;
- Gestion du taux d'humidité dans les biopiles ; et
- Gestion des odeurs et des poussières.

Les données à fournir et à détailler dans le plan des **mesures de suivi** et de sécurité sont indiquées en bleu.

H. Atténuation naturelle contrôlée

Les données minimales suivantes figurent dans le projet d'assainissement :

Atténuation naturelle
A. Caractérisation de la pollution
<ul style="list-style-type: none">• <u>Localisation et étendue de la source de pollution</u>, ainsi que du panache (représentation verticale et horizontale) ;• Concentrations au niveau de la source et du panache ;• <u>Répartition massique de la charge polluante</u> au niveau de la source et du panache dans les 3 phases (phase solide, liquide, gazeuse). Présence de produits purs, de produits de décomposition ;• Origine et ancienneté de la pollution ;• <u>Concentrations de fond dans les environs</u>. Indication éventuelle d'autres sources de pollution dans le voisinage.
B. Données du sous-sol
<ul style="list-style-type: none">• Importance de l'aquifère ;• Captage d'eau potable actuel et potentiel ;• Paramètres sur l'écoulement des eaux :<ul style="list-style-type: none">• Perméabilité, porosité, gradient hydraulique, vitesse ;• Sens d'écoulement et variations d'écoulement ;• Stratification, voies préférentielles.
C. Récepteurs
<ul style="list-style-type: none">• <u>Localisation des récepteurs actuels ou futurs</u> (aquifère, captage d'eau potable, eaux de surface, zone d'habitat, zone naturelle).

D. Modalités de mise en œuvre

- Concentrations des **polluants** dans l'eau souterraine et le cas échéant, dans le sol ;
- Niveau piézométrique dans chaque piézomètre de monitoring ;
- Durée estimée ; fréquence des contrôles ;
- Mesures de paramètres de **terrain** dans chaque piézomètre de monitoring (pH, conductivité, température et oxygène dissous, ...) et des éventuels paramètres biologiques ;

I. Oxydation chimique in-situ

Dans le cadre d'un traitement par oxydation chimique in-situ, les données suivantes seront détaillées dans le CSC de réhabilitation et/ou le plan d'assainissement :

Les données à fournir et à détailler dans le projet d'assainissement sont les suivantes :

Oxydation chimique in-situ
A. Description technique
<ul style="list-style-type: none">• Description de la méthode d'administration de l'oxydant ;• Volumes et concentrations estimés d'oxydants injectés ou infiltrés ;• Débit d'injection ;• Rayon d'influence de l'injection, de l'infiltration et/ou de l'extraction ;• Rendement estimé de l'assainissement ;• Quantité estimée de déchets éliminés ;• Plan avec localisation des points d'injection, d'infiltration et/ou d'extraction.
B. Qualité des eaux souterraines
<ul style="list-style-type: none">• Mesures sur le terrain des paramètres suivants : oxydants, ions (Na, K, Ca, Mg, Fe, nitrates, sulfates, chlore), CaCO₃, potentiel redox; oxygène dissous, pH, température, conductivité électrique ;• Suivi des polluants, des métabolites et des métaux.

J. Barrières réactives

La technique des barrières réactives nécessite la mise en place de nombreux piézomètres de contrôle installés :

- Dans l'aquifère proprement dit : dans le panache ainsi qu'en amont et aval de la barrière ;
- Dans la barrière réactive elle-même.

L'emplacement des piézomètres est fonction de la technique retenue :

- "en continu", le long de la barrière réactive ;
- "funnel-and-gate", configuration dans laquelle l'eau à traiter est dirigée vers les portes réactives ;
- "cellule/vessel", configuration dans laquelle l'eau à traiter est dirigée vers les cellules réactives.

Barrières réactives
A. Description technique des travaux
<ul style="list-style-type: none">• Dimensionnement de la barrière (longueur, épaisseur) ;• Nature du matériau "réactif" ;• <u>Description de l'emplacement des piézomètres</u> : dans le panache de pollution, en amont et en aval de la barrière, et dans la barrière réactive. Indication du type de piézomètres (simple ou à niveau multiple/filtrant).• rencontrer l'objectif de la stratégie "standard" qui aurait dû être appliquée• rencontrer l'objectif de la stratégie "standard" qui aurait dû être appliquée
B. Paramètres hydrauliques
<ul style="list-style-type: none">• <u>Mesures sur le terrain des paramètres suivants</u> : potentiel redox, oxygène, pH, température, conductivité électrique.
C. Paramètres de la pollution
<ul style="list-style-type: none">• Suivi des polluants (métaux, organochlorés,...) et de leurs produits de décomposition (le cas échéant).
D. Paramètres de colmatage/durée de vie de la barrière
<ul style="list-style-type: none">• <u>Contrôle des composés suivants</u> : Ca, Fe, chlore, magnésium, CaCO₃, silice en solution...

K. Confinement simple au moyen de terres

Le confinement sur **site** doit être réalisé dans le respect des dispositions de hiérarchisation des actions d'assainissement édictées au chapitre 2.1 (principes généraux).

En tout état de cause, le confinement doit s'accompagner de la pose, à sa base, d'un géotextile « avertisseur » dont le dimensionnement respecte les considérations suivantes.

Le géotextile vise notamment à délimiter physiquement, de manière univoque, le sol en place des terres saines d'apports extérieurs au **remblai** ou à la tache de pollution concerné. Cette séparation physique est mentionnée dans le **Certificat de contrôle du sol**.

Deux critères de sélection antagonistes doivent être évalués pour sélectionner le type de géotextile requis dans la situation envisagée :

- critère de perméabilité (le géotextile doit laisser passer l'eau d'infiltration)
- critère de filtration (le géotextile doit empêcher les particules de passer sans se colmater).

Le dimensionnement consiste, dans un esprit de compromis entre ces deux critères, à définir une perméabilité suffisante du géotextile par rapport au sol environnant. Pour ce faire, il y a lieu de considérer l'ouverture de filtration (O_f) du géotextile et de la comparer à la dimension des plus grosses particules susceptibles de le traverser, dimension déterminée par le d_x du sol, c'est-à-dire le diamètre des éléments du sol à filtrer tel que x % en poids de ces éléments de sol soient inférieurs à ce diamètre.

Le critère appliqué est le suivant : $O_{90}(\text{géotextile}) < 2.d_{90}(\text{du sol})$. C'est-à-dire que 90 % des pores du géotextile ont une taille (mesurée par porométrie) inférieure à deux fois le d_{90} du sol filtré (le d_{90} étant une grandeur (un diamètre) associée aux particules du sol à filtrer tel que 90 % en poids de ces éléments de sol soient inférieurs à ce diamètre, (c'est en fait le P_{90} en poids des diamètres des particules du sol à filtrer). Cela permet de retenir les particules de **sols** (mais pas toutes pour ne pas colmater le géotextile).

Pour un problème plus complexe, impliquant par exemple la mise en œuvre de terres saines de granulométrie peu uniforme ou discontinue, d'une surépaisseur de terres saines,... il est de la responsabilité de l'entrepreneur de s'assurer que les caractéristiques techniques et le dimensionnement du géotextile choisi permettent d'assurer les fonctions de filtration et de perméabilité.

En résumé, le critère de dimensionnement retenu pour l'emploi d'un géotextile dans le cadre des mesures de gestion de **risques** pour la santé humaine liées aux voies d'exposition 'consommation de légumes', 'inhalation et ingestion de particules de sol' est

O90 (géotextile) < 2.d90 des terres saines.

Par ailleurs, les épaisseurs des couches de terres saines à mettre en œuvre en combinaison avec les géotextiles permettant la gestion des **risques** humains liés aux voies d'exposition 'consommation de légumes', 'inhalation et ingestion de particules de sol' pour différents types d'usage, sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous. Ces mesures de sécurité de type gestion de risque seront accompagnées de remarques inscrites dans le CCS restreignant au minimum le retour des terres polluées en surface.

Confinement
A. Epaisseur de terres saines (m)
<ul style="list-style-type: none">• 0,5 m pour un usage inconnu• 0,5 m pour un usage privatif avec jardin potager• 0.5 m pour tout autre usage sauf en cas de dérogation
B. Dimensionnement du géotextile non tissé
<ul style="list-style-type: none">• O90 (géotextile) < 2.d90 des terres saines.

L. Phytomanagement

Voir livrable Valbiom : <https://monprojet.labiomasseenwallonie.be/thematiques/cultures-deeies>