



Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Nord

**DOCUMENT D'AIDE A LA REDACTION  
D'UN DOSSIER DE CONSULTATION POUR  
UNE MAITRISE D'ŒUVRE DE TRAVAUX DE  
MISE EN SECURITE DE CAVITE**

**PRESENTATION ET MODELE**

**CAVITÉS SOUTERRAINES :  
DÉMARCHE DE GESTION DES RISQUES DANS LE DÉPARTEMENT DU NORD**



2014



*Ce document-type peut être utilisé comme trame de consultation d'un maître d'œuvre pour le traitement de cavités sous-cavant une commune.*

*Son organisation part du principe que les études de diagnostic du risque ont déjà été réalisées de manière à permettre le cadrage technique et financier de la mission de maîtrise d'œuvre.*

*Pour chaque chapitre il comprend une description de ce qu'il doit contenir illustré par une rédaction type banalisée et adaptable ; les éléments de compréhension sont en caractère bleu tandis que la rédaction banalisée est en noir et italique.*

*Les points majeurs sur lesquels une attention particulière doit être apportée sont décrits en rouge.*

**DOCUMENT D'AIDE POUR LE  
DOSSIER DE CONSULTATION  
POUR UN MARCHÉ DE MAÎTRISE D'ŒUVRE  
DE TRAVAUX DE MISE EN SECURITÉ  
DE LA CAVITÉ SOUTERRAINE ABC**

**Pouvoir adjudicateur**

*Ville de XXX*

**Le Représentant du Pouvoir Adjudicateur (RPA)**

*Monsieur le Maire de XXX*

**Objet du marché**

*Mission de Maîtrise d'œuvre*

*Modalités de réduction du risque lié à la cavité ABC*

**Remise des offres**

*Date limite de réception : jj mois aaaa à hhH00*

## **TABLE DES MATIÈRES**

<b>1. CONTEXTE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJET DU MARCHÉ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NATURE ET CONSISTANCE DES PRESTATIONS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. DESCRIPTIF TECHNIQUE .....</b>	<b>6</b>
<b>5. ORGANISATION.....</b>	<b>9</b>
<b>6. CONSTITUTION DE LA RÉPONSE.....</b>	<b>10</b>
<b>7. LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>11</b>

## 1. CONTEXTE

Cette partie situe et décrit le contexte général qui comprend à la fois :

- la localisation du site sous-cavé ;

*La cavité abc est localisée sur la commune de XXX. Elle sous-cave des habitations (domaine privé) et une partie du domaine public situés entre les rues ... ;*

- le niveau de connaissance du site, les documents existants et les recherches qui ont été faites, les documents mis à disposition par le maître d'ouvrage pour la maîtrise d'œuvre ;

*La collecte d'informations et le dépouillement des archives (mairie, documents transmis par le SDICS) ont fourni le plan de la cavité abc et des rapports sur l'évolution de son état géotechnique (secteurs sensibles et traitements éventuels) de « année i » à « année n ».*

*Plusieurs secteurs sensibles en termes de stabilité ont été repérés et parfois traités. La cavité n'est cependant plus inspectée depuis l'année n et des désordres de type affaissement-fontis-effondrement généralisé sont apparus en année n+x et ....*

- le résultat des études de diagnostic (la qualité de ces études est fondamentale car elles orientent toutes les actions qui vont suivre ; leur coût ne doit pas être négligé car il reste faible par rapport à celui des travaux qui seront préconisés. Or, moins le site est connu, plus la tendance sécuritaire est grande) qui ont été réalisées, dont les rapports d'étude sont joints en annexe de la consultation, et qui permettent au maître d'œuvre d'évaluer le contenu et le coût de sa mission. Il faut donc reprendre ici la description du site ainsi que les conclusions formulées par le BE qui a réalisé ces études notamment concernant la typologie et l'état géotechnique des cavités, le type et la hiérarchisation (elle est nécessaire car elle permet à la commune de planifier la mise en sécurité des sites sur plusieurs années éventuellement) des travaux de confortement ou de surveillance à entreprendre ;

*La visite réalisée a permis de vérifier l'accès à la cavité ainsi que le géoréférencement du plan de la cavité. Il apparaît que la cavité abc est accessible, via un puits équipé d'une échelle et fermé en tête par un boulon spécifique.*

*Ces informations ont fait l'objet d'une note de synthèse du BE YY (référence du dossier).*

*Les observations faites lors de cette visite et l'interprétation de l'instrumentation (capteurs de déplacement, peinture, bâches...) mise en place depuis les années nn confirment que la cavité abc à XXX est dégradée et évolutive :*

- synthèse des données géométriques des vides (hauteur, largeur, périmètre réellement concerné pour chaque partie (ville, particulier, communauté de communes, industriel...) intégrant les marges de sécurité (voir explication en annexe)) ;
- état du ciel ou toit de la cavité, présence de dégradation spécifique type montée de voûte... ;
- état des parements et des piliers (type et densité de la fissuration, écaillage, piliers diabolo... ) ;
- synthèse des données d'instrumentation si la cavité est surveillée ;
- influence de l'eau dans l'évolution des dégradations du site (venues d'eau naturelles, fuite localisée de canalisation...).

- le diagnostic géotechnique en lui-même peut être calé sur la mission G5 de la norme NF P94-500 de novembre 2013.

*Au terme de cette visite, la cavité a été sectorisée afin de définir les traitements techniquement les plus adaptés à chaque configuration :*

- *les secteurs a, c et e, au droit d'habitations, sont classés « Rouge » : les désordres recensés, de type montée de voûte ou chute de parement, sont nombreux et ont fortement évolué depuis n années (fracturation mécanique importante, montée de voûte de grande étendue et dont la hauteur ciel-voûte mesurée est importante...). Le BE recommande de traiter ces secteurs (de telle manière) en priorité 1, tout en veillant à ne pas bloquer l'accès aux autres secteurs de la cavité ;*
- *les secteurs b et f sont classés « Rouge » mais dans une zone non bâtie (jardins privés) : le BE recommande de traiter, en priorité 2, ces secteurs (par telle méthode) ;*
- *le secteur d est classé « Orange » : les évolutions depuis la dernière inspection (du SDICS ?) sont moins nombreuses mais importantes. Ce secteur doit être surveillé très régulièrement (fréquence annuelle, si possible après les périodes très pluvieuses) ;*
- *les autres galeries de la cavité sont classées « Vert » : les parements et le ciel de cavité sont d'apparence sains et/ou peu dégradés et n'ont pas subi d'évolutions notables depuis n années. Cependant, il convient de préconiser une surveillance régulière de toutes les galeries non comprises dans les secteurs sensibles (au moins tous les 5 ans ou immédiatement après l'apparition de tout indice de désordre en surface) afin d'en anticiper le traitement.*

*L'ensemble du dossier référencé aa.2013.dd est donné en annexe au présent appel d'offre.*

**Le traitement proposé doit être adapté aux enjeux existants ou futurs ; cette association traitement-enjeux peut être évidente (on assurera par exemple un traitement maximum sur une zone que l'on envisage d'urbaniser en pavillons ou un traitement léger sur cette même zone en espace vert). Parfois il existe un règlement qui impose le mode de traitement (PPR) sinon une analyse coût-bénéfice peut être nécessaire pour s'assurer du meilleur compromis.**

## **2. OBJET DU MARCHÉ**

*L'objectif de ce marché est la maîtrise d'œuvre de la réduction du risque lié à la présence de cavités sous le domaine public et éventuellement en domaine privé contigu, c'est à dire :*

**Préciser ici les zones de travaux concernées par le marché de maîtrise d'œuvre et issue des périmètres réellement concernés, compris marge de sécurité. Attention : le comblement de zone peut bloquer l'accès à des vides qui ne seraient pas traités lors des travaux ; il faut toutefois s'assurer que ces vides puissent être accessibles pour des visites ultérieures, voire créer un nouvel accès.**

- *le traitement de la partie du secteur a située sous la rue ... classée en zone « Rouge », nécessitant donc un traitement de telle manière ;*
- *le traitement de la partie du secteur d située sous la cour de l'école maternelle, rue..., classée « Orange », constituant une zone de surveillance renforcée.*

*Les fiches de présentation de ces traitements respectifs sont données dans le dossier joint en annexe dans la partie relative à chacun des secteurs.*

Le présent marché peut comprendre des missions complémentaires, pas nécessairement attribuables à de la maîtrise d'œuvre, mais que celle-ci peut assurer, notamment la surveillance ou les études de diagnostic.

### **3. NATURE ET CONSISTANCE DES PRESTATIONS**

Cette partie précise les objectifs de la mission qui va être confiée au maître d'œuvre et la décomposition globale en tranche ferme, conditionnelle et les missions complémentaires qui pourront être envisagées. Cette décomposition résulte de l'analyse de l'étude diagnostic et du croisement avec les enjeux que la collectivité se doit de mettre en sécurité et qui ont fait l'objet d'une hiérarchisation, technique et financière. Si la collectivité ne se sent pas en mesure de faire cette partie seule, elle peut s'appuyer sur une AMO ou préciser que l'organisation finale des tranches pourra être revue avec le maître d'œuvre retenu dans le cadre de l'optimisation du projet global (en phase AVP).

*La synthèse des informations d'archives et les données acquises par le BE constituent, pour le maître d'ouvrage et a minima, les études de diagnostic (voir rapport et préconisations de mise en sécurité en annexe). La prestation de maîtrise d'œuvre débute donc à l'AVP-PRO et comporte une tranche ferme, une tranche conditionnelle et une mission complémentaire :*

- *la tranche ferme porte sur le comblement total de la partie du secteur ... sous la rue ... et la marge de sécurité correspondante ;*
- *la tranche conditionnelle est relative aux mêmes prestations sous le domaine privé qui jouxte le domaine public, compris entre la limite de la marge de sécurité et la zone à mettre en sécurité sous domaine privée (cette zone peut être limitée à la mise en sécurité du bâti privatif augmenté de la marge de sécurité correspondante) ;*
- *enfin, la mission complémentaire d'assistance devra permettre à la ville de consulter des entités compétentes pour la surveillance des cavités (rechercher des financements complémentaires, mettre en place la communication avec les riverains concernés...). Cette mission complémentaire sera ventilée sur la TF et la TC.*

### **4. DESCRIPTIF TECHNIQUE**

Cette partie détaille les missions décrites succinctement au paragraphe précédent de manière à permettre une réponse claire des pétitionnaires.

#### ***Tranche ferme – Comblement total sous domaine public***

*La zone à traiter se situe sous la rue ..., à l'est, à proximité de sa jonction avec la rue du ... ; 2 montées de voûte, MV37 et MV38, affectent partiellement le domaine public.*

Rappeler ici le périmètre géométrique de l'intervention et les principales dégradations qui l'affectent et qui devront être traitées ainsi que l'objectif du traitement ; on peut retenir 3 objectifs principaux de traitement :

- la reconstitution, qui va rendre au terrain sa qualité d'origine et qui consiste le plus souvent à un remblaiement total avec injection de clavage ; elle est mise en œuvre quand les enjeux existants en surface sont forts ou que des projets d'aménagement sont envisagés ;



- le remblaiement partiel ou total sans clavage qui bloquera toute évolution brutale des cavités mais qui n'empêchera pas les mouvements de surface de type affaissement ; mise en œuvre quand les mouvements de surface ne sont pas préjudiciables à l'utilisation du site ou à la sécurité publique ; elle peut être associée à des mesures complémentaires comme la mise en place de « parachute » à base de géosynthétiques (géogrilles) ;
- la surveillance, courante ou renforcée, solution d'attente dans les zones sans enjeux mais pouvant nécessiter le passage aux solutions précédentes dans un second temps.

Puis, ci-dessous, le périmètre d'intervention de la maîtrise d'œuvre c'est-à-dire les missions (type MOP) qu'elle aura à réaliser. **L'ensemble des précisions techniques proposé ci-dessous peut être conservé en l'état pour une mission générale débutant à l'AVP-PRO.**

*Les prestations à réaliser comprennent l'ensemble des missions de maîtrise d'œuvre à partir des études d'avant projet (AVP-PRO) et jusqu'aux opérations de réception (AOR).*

*Elles nécessitent notamment, outre le contenu courant des missions de maîtrise d'œuvre (DCE, ACT...) :*

- *la vérification de la position des vides concernés par rapport à un repère de surface ; cette vérification, réalisable par sondages (ceux-ci pouvant être réutilisés pour le traitement) ou par des moyens topographiques (directs par mesure géomètre ou par balise fond-jour), permet de réduire l'incertitude de calage des plans ;*
- *le positionnement des limites de la (ou des) zone(s) à combler pour mettre en sécurité le domaine public ; ce positionnement prendra en compte la géométrie des cavités et la marge de recul qui, dans un premier temps, peut être estimée avec un angle global de  $x^\circ$  par rapport à la verticale (voir explication de la marge de recul en annexe 2) ; cette marge de recul amènera à intervenir et conforter sous une partie du domaine privé ;*
- *le choix et la description de la méthode de réalisation des barrages ; la méthode proposée pour la réalisation des barrages (par le fond ou depuis la surface) devra être détaillée et comprendre des contrôles par le fond pour s'assurer de leur bonne tenue (en cours de réalisation et pendant le remblayage) ;*
- *l'évaluation des volumes nécessaires au comblement ;*
- *le choix et la description du mode de comblement (comblement gravitaire, injection de clavage), la composition des produits de comblement ; la base des cavités pouvant être, ponctuellement et périodiquement, sous le niveau de la nappe, l'emploi de cendres volantes n'est pas autorisé (seulement ou une phrase plus large sur les terres polluées, compressibles putrecibles...) ;*
- *le suivi des travaux correspondant et des opérations de contrôle en phase travaux et de réception.*

### **Tranche conditionnelle – Comblement total complémentaire sur domaine privé**

L'intervention en domaine privé est présentée ici en tranche conditionnelle mais, si le sujet a été complètement examiné en amont (techniquement et administrativement), elle peut rejoindre la tranche ferme. Il faut noter cependant que, en fonction du résultat des échanges entre la collectivité et les propriétaires des parcelles privées concernées

(notamment sur la prise en charge financière du surcoût du traitement par parcelle), il peut être intéressant d'en faire des lots séparés (règlement direct du surcoût par chaque propriétaire).

*Les propriétaires privés concernés par le secteur x pourront mettre à profit la présence des entreprises et du matériel de mise en sécurité du domaine public pour mettre en sécurité leur parcelle ; aussi, la ville leur proposera de s'associer à cette phase de travaux. En cas de réponse positive de leur part, le maître d'œuvre devra estimer le volume nécessaire à la mise en sécurité de chaque propriété et le coût correspondant. Il assurera la maîtrise d'œuvre de ces travaux complémentaires de la même manière qu'il le fait pour la tranche ferme. Le coût supplémentaire sera pris en charge par la ville qui le répercutera aux riverains par la suite (sauf convention et paiement direct par les propriétaires).*

### **Mission complémentaire - Surveillance renforcée et courante**

La surveillance ne fait pas partie des travaux et n'est donc pas susceptible d'être soumise à un marché de maîtrise d'œuvre. Toutefois, dans le cas où la collectivité n'aurait pas assuré le diagnostic initial des cavités et n'aurait donc pas eu les contacts utiles avec les bureaux d'études ou entités capables de leur assurer ces missions, le maître d'œuvre des travaux de mise en sécurité peut les assister sur ce mode de traitement. Rappelons que la surveillance est un maillon essentiel de la mise en sécurité. C'est elle qui, réalisée régulièrement, permet la prévention d'un événement car elle informe de l'état et de l'évolution des cavités. Ensuite, cette connaissance oriente le choix des techniques de mise en sécurité et les hiérarchise en fonction des aléas attendus et des enjeux menacés. Enfin, préventivement, elle permet d'orienter l'urbanisation du territoire en connaissance de cause. La surveillance peut être visuelle ou instrumentée ; dans tous les cas, elle doit être formalisée par un rapport circonstancié s'appuyant sur un plan (de préférence un levé de géomètres avec un calage correct entre le fond et la surface) et illustrée par des photographies.

*La surveillance renforcée est prise comme une extension au poste de surveillance courante, celle-ci étant systématique mais de moindre périodicité.*

*La zone nécessitant une surveillance renforcée se situe rue xx, sur n mètres au sud de l'intersection avec la rue yy. Il s'agit de la partie centrale du secteur d.*

*Cette zone ne réclame pas de travaux mais, le maître d'œuvre aura à réaliser, dans le cadre d'une mission complémentaire, le dossier de consultation de la surveillance, en partie courante (une visite tous les 5 ans au maximum ou à la suite de l'apparition d'un désordre) et en zone renforcée tous les ans. Ces visites ont pour objectifs, outre d'assurer une surveillance périodique de l'état du site et de son évolution, de prévenir en cas d'évolution des dégradations afin de programmer des travaux de confortement avant apparition d'un désordre.*

*Pour la rédaction du cahier des charges, le maître d'œuvre pourra s'appuyer sur le document établi pour le ministère intitulé « Mise en sécurité des cavités souterraines d'origine anthropique : surveillance traitement (version 2007) » (disponible sur le site de l'INERIS).*

## **5. ORGANISATION**

La surveillance ne fait pas partie des travaux et donc n'est pas susceptible d'être soumise à la procédure.

### ***Outils et moyens***

*Le titulaire du marché devra présenter les moyens humains qu'il affectera à la mission. La validation des compétences se fera par analyse des CV des prestataires et des références professionnelles du pétitionnaire, qui seront annexées au dossier de réponse.*

*Le titulaire devra également présenter des moyens matériels. L'ensemble du matériel nécessaire à l'expertise sera propriété du titulaire chargé de la mission. Il s'agira à minima des Equipements de Protection Individuelle ou collective adaptés au travail en cavité souterraine : casque, gants, lampes, détecteurs multi-gaz, matériel de descente sur cordes adéquat, etc.*

*Une liste du matériel pouvant être mis à disposition par le titulaire sera annexée au dossier de réponse. Le matériel aura été vérifié et, si nécessaire, certifié par un organisme agréé.*

### ***Sécurité en cavité***

*Des procédures de prévention des risques inhérents au travail souterrain seront respectées :*

- toutes les précautions devront être prises pour éviter toute intrusion de personne non autorisée dans la cavité pendant l'intervention,*
- des mesures de secours seront définies en cas d'incident (malaise, chute, effondrement, etc.) pour garantir la sécurité des intervenants,*
- un plan de maîtrise des risques sera établi et signé avant toute intervention en souterrain.*

### ***Planning prévisionnel***

- Réception des offres : jusqu'au*
- Choix du titulaire : semaine du*
- Démarrage : autour du*
- Rendu :*
- Travaux :*

## **6. CONSTITUTION DE LA RÉPONSE**

(à mettre dans le Règlement de la consultation)

Le dossier de réponse à ce marché comprendra :

- une note méthodologique de présentation des différentes phases de la mission adaptées au cas à traiter,
- l'ensemble des références de la société, en lien avec le travail de consolidation de cavités souterraines : méthodes mises en œuvre, études réalisées, missions d'accompagnement effectuées, etc.
- concernant le personnel : noms, CV détaillés, fonctions dans l'entreprise, références professionnelles en lien avec le travail en cavité souterraine, organigramme,
- une liste du matériel qui sera mis à disposition par le candidat,
- une proposition de mode de chiffrage de la mission (pourcentage, forfait...) et un montant estimatif,
- une proposition de calendrier prévisionnel, le plus adapté possible au planning ci-dessus.

Pour justifier de ses capacités professionnelles, techniques et financières, le candidat, même s'il s'agit d'un groupement, peut demander que soient également prises en compte les capacités d'un ou de plusieurs opérateurs économiques, quelle que soit la nature juridique des liens existants entre cet opérateur et lui (sous-traitant, filiale, cotraitant ou autre). Dans ce cas, le candidat devra produire les mêmes documents concernant le ou les opérateurs économiques que ceux exigés des candidats par le pouvoir adjudicateur.

Les capacités professionnelles, techniques et financières du candidat, s'agissant des pièces de candidature, seront évaluées sur les critères suivants :

- Valeur technique : 60 % ;
- Prix : 40 %.

## 7. LISTE DES ANNEXES

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
Annexe 1	Dossier issu de l'étude de diagnostic	3 A4
Annexe 2	Fiche explicative « Marge de sécurité ou marge de recul »	3 A4
Annexe 3	Description des missions de maîtrise d'œuvre commentées	9 A4



**ANNEXE 1 : DOSSIER DE L'ÉTUDE DIAGNOSTIC  
RÉALISÉE PAR LE BUREAU D'ÉTUDE  
RÉF -AA-2013-BB**

Deux sommaires sont donnés ci-après illustrant le contenu de l'étude diagnostic. Cette dernière peut être avantageusement calée sur les missions géotechniques décrites dans la norme NF P94-500 de novembre 2013 et notamment la mission G5 qui y est décrite.

Le détail de ce type d'intervention est disponible dans les rapports relatifs à l'exemple 1 de la phase 2.





# SOMMAIRE 1

<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....</b>	<b>3</b>
1.1 Contexte général.....	3
1.2 Inspection de la carrière .....	3
<b>2. ETAT GEOTECHNIQUE DE LA CARRIERE DU CHEMIN VERT A MARLY .....</b>	<b>5</b>
2.1 Accès au fond.....	5
2.2 Méthodes d'exploitation.....	5
2.3 Nature et épaisseur des terrains de recouvrement.....	5
2.4 Etat du ciel, des piliers et des parements .....	6
2.5 Venues d'eau .....	11
2.6 Puits.....	11
2.7 Instrumentation dans la carrière.....	11
2.8 Secteurs traités.....	13
2.9 Extensions de la carrière.....	14
2.10 Investigations complémentaires.....	14
<b>3. SECTEURS SENSIBLES ET PROPOSITIONS DE MODE DE GESTION.....</b>	<b>15</b>
3.1 Définition des secteurs sensibles.....	15
3.2 Propositions de mode de gestion.....	15
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>17</b>
<b>5. LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>19</b>

## SOMMAIRE 2

<b>1 - Généralités</b>	<b>1</b>
<b>1.1 - Objet du rapport</b>	<b>1</b>
<b>1.2 - Mission</b>	
<b>1.3 - Description de la problématique – Eléments de base</b>	<b>1</b>
<b>2 - Site et contexte géologique</b>	<b>2</b>
<b>2.1 - Description sommaire des sites</b>	<b>2</b>
<b>2.2 - Contexte géologique</b>	<b>2</b>
<b>2.3 - Contexte hydrogéologique</b>	<b>2</b>
<b>2.4 - Risques et aléas</b>	<b>3</b>
<b>3 - Diagnostic géotechnique (G5)</b>	<b>3</b>
<b>3.1 - Analyse suite à la visite</b>	<b>3</b>
<b>3.1.1 - Observations extérieures</b>	<b>3</b>
<b>3.1.2 - Observations en carrière</b>	<b>3</b>
3.1.2.1 - Rappel du premier diagnostic de 2012	3
3.1.2.2 - Exploration du nouveau réseau et diagnostic	4
<b>3.2 - Détermination du vide.</b>	<b>13</b>
<b>3.3 - Solutions de confortement envisageables</b>	<b>14</b>
<b>3.4 - Recommandation de prévention</b>	<b>14</b>
<b>4 - Conclusion</b>	<b>15</b>

### Annexe:

- Plans de situation
- Résultats de l'exploration
- Cartes du réseau souterrain
- DVD

## **ANNEXE 2 : MARGE DE REcul OU MARGE DE SÉCURITÉ**



## Marge de recul ou marge de sécurité

Un vide dans le sol peut entraîner un désordre à l'aplomb de sa position mais aussi latéralement, à une distance d'autant plus grande que le sol qui le surplombe est de mauvaise qualité.

Inversement, pour protéger un enjeu en surface (une route, une habitation...), il ne suffit pas de traiter les vides qui se trouvent à l'aplomb de cet enjeu mais aussi ceux qui, latéralement, peuvent influencer sur cet enjeu, ceux qui sont dans la zone d'influence. Il est donc nécessaire d'évaluer la zone d'influence d'un vide au fond de manière à définir une marge de sécurité par rapport à la position de l'enjeu ou une marge de recul par rapport au vide.

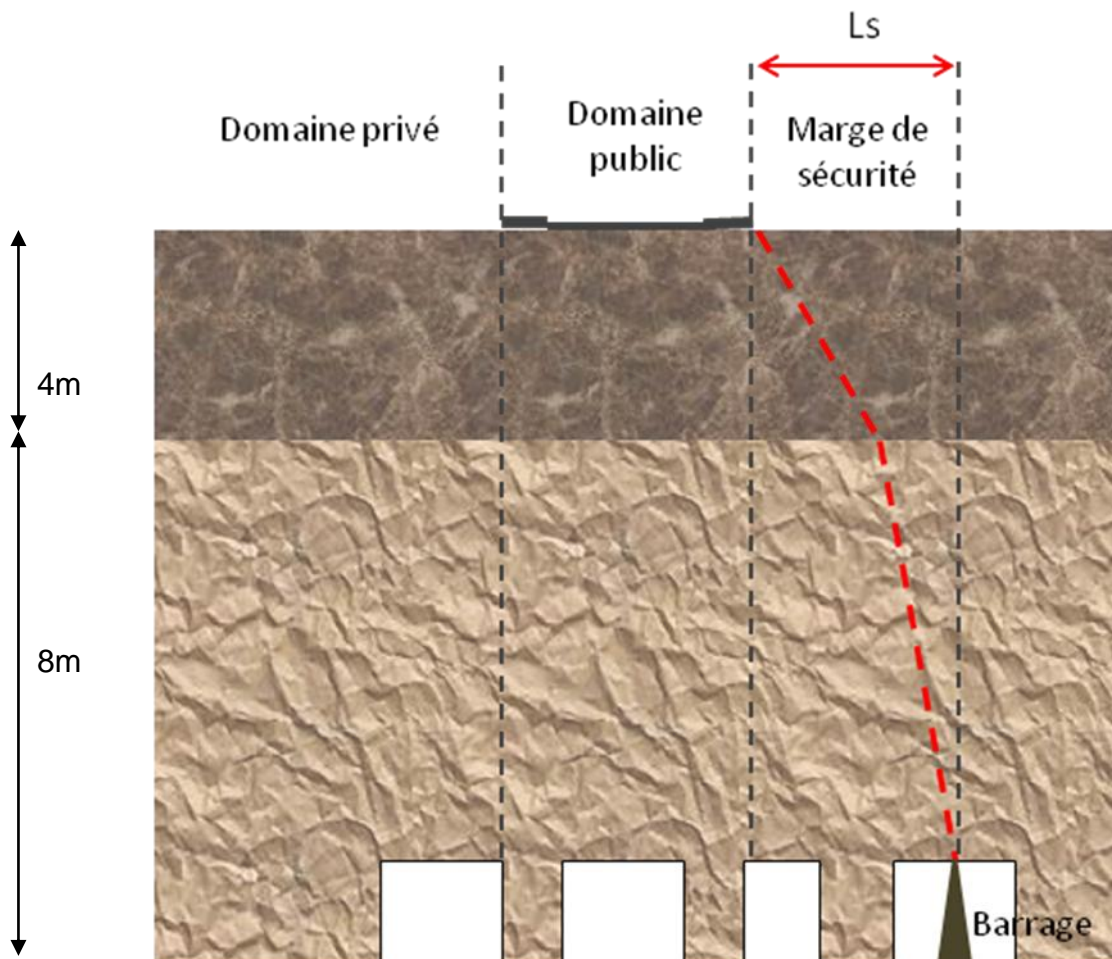


Figure 1 : Représentation de la marge de sécurité

Si l'on note  $L_S$ , la largeur de la bande latérale de sécurité, sa valeur est donnée par la relation suivante :

$$L_S = H \operatorname{tg} \alpha + i \text{ (ou } \sum h_i \operatorname{tg} \alpha_i \text{ si plusieurs couches de } \alpha \text{ différent)}$$

Avec

H : épaisseur des terrains de recouvrement (du toit de la cavité au terrain naturel)

$\alpha$  : angle de rupture de ces terrains par rapport à la verticale ( $45^\circ$  pour les formations superficielles et  $20^\circ$  à moyen terme pour la craie)

i : incertitude de localisation de la cavité (variable selon la cavité)

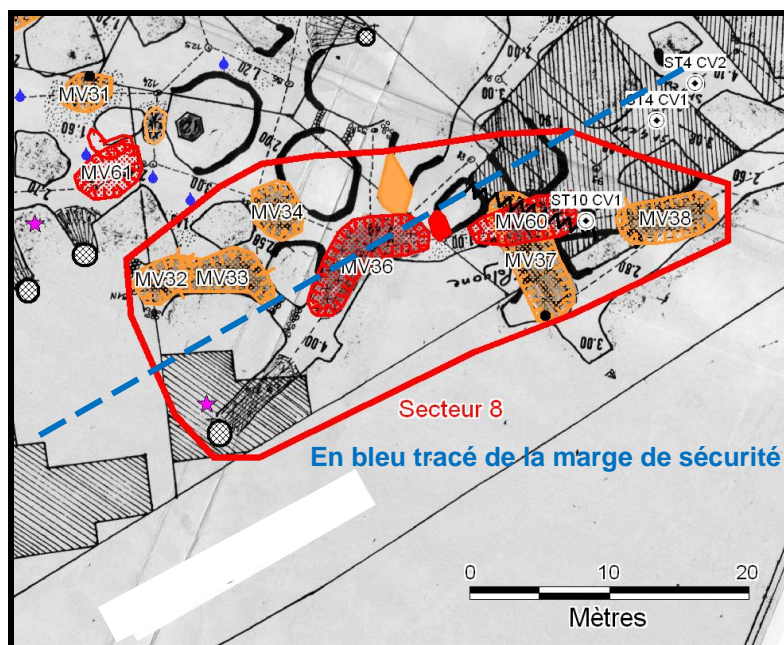
Avec les hypothèses du schéma ci-avant, une épaisseur de formations superficielles de l'ordre de 4 m, un toit de cavité vers 12 m (soit 8 m de craie) et en supposant une incertitude de positionnement de 3 m, on obtient une marge de sécurité de :

$$L_S = 4 \operatorname{tg} 45^\circ + 8 \operatorname{tg} 20^\circ + 3 = 10 \text{ m}$$

La marge de sécurité peut être réduite par l'amélioration du positionnement réel des vides par rapport au plan (sondages de reconnaissance, topographie, calage fond-jour...) ; si la position est connue exactement alors  $i = 0$ .

Enfin, à court terme (de l'ordre de quelques mois à plusieurs années en fonction de l'état d'altération de la craie), l'angle  $\alpha$  dans la craie peut être pris vertical ce qui réclame une surveillance renforcée des zones non confortées de manière à permettre une intervention complémentaire de mise en sécurité rapidement.

Toutefois, la géométrie des cavités au fond et donc le positionnement des barrages conduisent souvent à l'application d'une surlargeur à la largeur théorique calculée. Parfois même, le remplissage total d'un vide de taille réduite sous domaine privé est moins onéreux que la mise en œuvre d'un barrage délimitant strictement la zone à combler par la collectivité pour assurer la sécurité du domaine public.



**ANNEXE 3 : DESCRIPTION DES MISSIONS DE MAÎTRISE D'ŒUVRE  
COMMENTÉES**





## Les missions de maîtrise d'œuvre « réhabilitation d'infrastructure » appliquées à la réduction du risque lié à la présence de cavités

Le tableau ci-dessous propose, pour chaque mission de la maîtrise d'œuvre une description des tâches et objectifs qui peuvent correspondre, les limites entre missions pouvant être adaptées en fonction des compétences des intervenants, de la connaissance des sites et des choix de la maîtrise d'ouvrage.

Bien que décrite en 1 bis ci-dessous (pour rappel l'indice 1 correspond aux constructions neuves ce qui n'est pas le cas ici) il est conseillé de sortir les études de diagnostic de la mission de maîtrise d'œuvre, d'une part, pour des questions de déontologie entre études et travaux et, d'autre part, pour disposer d'une bonne connaissance du site avant de finaliser sa mise en sécurité.

Arrêté du 21 décembre 1993 – Annexe III	Commentaires pour l'application au diagnostic de risque et à la réduction du risque lié à la présence de cavités
<p>1 bis. Les <b>études de diagnostic (DIAG)</b>, dans le cas d'une opération de réutilisation ou de réhabilitation, permettent de renseigner le maître de l'ouvrage sur l'état de l'ouvrage et sur la faisabilité de l'opération et ont pour objet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- établir un état des lieux. Le maître de l'ouvrage a la charge de remettre au maître d'œuvre tous les renseignements en sa possession concernant l'ouvrage, son environnement, ses performances et son fonctionnement. Le maître d'œuvre est chargé, s'il y a lieu, d'effectuer les relevés nécessaires à l'établissement de cet état des lieux ;</li> <li>- procéder à une analyse technique sur la résistance mécanique des structures en place et sur la conformité des équipements techniques aux normes et règlements en vigueur ;</li> <li>- permettre d'établir un programme fonctionnel d'utilisation de l'ouvrage ainsi qu'une estimation financière et d'en déduire la faisabilité de l'opération ;</li> <li>- proposer, éventuellement, des méthodes de réparation ou de confortement assorties de délais de réalisation et de mise en œuvre ;</li> <li>- proposer, éventuellement, des études et opérations complémentaires d'investigation des existants. Les données et contraintes du programme sont à fournir par le maître de l'ouvrage dans les mêmes conditions que celles définies au paragraphe 1 ci-dessus (absent ici car il ne s'agit pas de constructions neuves mais plutôt de réhabilitation)</li> </ul>	<p>Ces études sont un préalable indispensable à la maîtrise d'œuvre qui permettra de finaliser et mettre en œuvre les modalités de réduction du risque lié à la présence de cavités. Un diagnostic insuffisant conduira souvent à des solutions plus sécuritaires donc plus onéreuses ; ce qui ne signifie pas qu'un bon diagnostic aboutira à une solution bon marché mais plutôt à une solution bien dimensionnée.</p> <p>Il s'agira donc ici :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de fournir au maître d'œuvre un plan à jour des cavités de l'espace concerné sur lequel figurera l'état géotechnique de celles-ci ;</li> <li>• de proposer une hiérarchisation des zones à traiter en fonction de leur état et des enjeux actuels et futurs ;</li> <li>• de proposer des objectifs de gestion en fonction du niveau de mise en sécurité nécessaire à la protection des enjeux ;</li> <li>• de proposer, à l'issue du diagnostic, les reconnaissances complémentaires nécessaires au bon déroulement de la mise en sécurité ;</li> <li>• d'annoncer une enveloppe financière prévisionnelle affectée aux travaux par le maître d'ouvrage.</li> </ul> <p><b>Il est donc conseillé de faire réaliser les études de diagnostic, de manière indépendante, avant de lancer la procédure de maîtrise d'œuvre ; la partie géotechnique du diagnostic pourra être calée sur la mission G5 de la norme NF P94-500 de novembre 2013.</b></p> <p>Toutefois, dans le cadre d'une urgence ou de solution unique, l'ensemble des missions peut être attribué directement à un maître d'œuvre.</p>

2. Les **études d'avant-projet (AVP)**, fondées sur la solution retenue et le programme précisé à l'issue des études préliminaires ou de diagnostic approuvées par le maître de l'ouvrage, ont pour objet de :

- confirmer la faisabilité de la solution retenue compte tenu des études et reconnaissances complémentaires et en particulier de celles du sous-sol éventuellement effectuées ;
- préciser la solution retenue, déterminer ses principales caractéristiques, la répartition des ouvrages et leurs liaisons, contrôler les relations fonctionnelles de tous les éléments majeurs du programme ;
- proposer une implantation topographique des principaux ouvrages ;
- vérifier la compatibilité de la solution retenue avec les contraintes du programme et du site ainsi qu'avec les différentes réglementations, notamment celles relatives à l'hygiène et à la sécurité ;
- apprécier, le cas échéant, la volumétrie, l'aspect extérieur des ouvrages, et les aménagements paysagers ainsi que les ouvrages annexes à envisager ;
- proposer, le cas échéant, une décomposition en tranches de réalisation, signaler les aléas de réalisation normalement prévisibles, notamment en ce qui concerne le sous-sol et les réseaux souterrains, et préciser la durée de cette réalisation;
- permettre au maître de l'ouvrage de prendre ou de confirmer la décision de réaliser le projet, d'en arrêter définitivement le programme ainsi que certains choix d'équipements en fonction des coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance, d'en fixer les phases de réalisation et de déterminer les moyens nécessaires, notamment financiers ;
- établir l'estimation du coût prévisionnel des travaux, en distinguant les dépenses par partie d'ouvrage et nature de travaux, et en indiquant l'incertitude qui y est attachée compte-tenu des bases d'estimation utilisées ;
- permettre l'établissement du forfait de rémunération dans les conditions prévues par le contrat de maîtrise d'œuvre.

Les études d'avant-projet comprennent également l'établissement des dossiers à déposer, le cas échéant, en vue de l'obtention du permis de construire et autres autorisations administratives nécessaires et qui relèvent de la compétence de la maîtrise d'œuvre, ainsi que l'assistance du maître de l'ouvrage au cours de leur instruction.

En fonction de la qualité des études de diagnostic, quelques points peuvent demander à être précisés avant de finaliser les solutions. Sans que cette liste soit exhaustive (cf. phrase précédente), on peut imaginer que, parmi les points à préciser avant de finaliser la maîtrise d'œuvre, il reste :

- à vérifier la position effective des cavités par rapport à la surface, ce que l'on appelle le calage fond-jour. Ce point est surtout nécessaire lorsqu'il n'existe que peu de points d'accès au fond et que l'étendue des cavités est grande ; on peut alors observer une distorsion entre le fond et le jour qu'il faut corriger, souvent par des sondages, des mesures topographiques ou l'utilisation de matériel spécifique type UGPS (Underground Global Positioning System) ;
- à positionner les limites de la zone à combler en fonction des limites parcellaires, de la marge de sécurité, de la géométrie et de l'état des cavités, de l'intégration éventuelle de parcelle privée ;
- à définir, éventuellement (car cela peut être laissé au choix de l'entreprise de travaux), la méthode de réalisation des barrages qui cerneront la zone à mettre en sécurité ;
- à évaluer les volumes de vides concernés par la mise en sécurité en fonction des limites précisées ci-dessus ;
- à définir le mode de comblement en fonction des objectifs définis dans les études de diagnostic, les matériaux utilisables ou à éviter (notamment pour des problèmes environnementaux).

A ce niveau, le coût peut être estimé sur les bases suivantes (valeur 2013) :

- comblement gravitaire (tout venant) : 50 à 70 € HT/ m<sup>3</sup>,
- injections coulis : 100 € HT / m<sup>3</sup> (barrage en sus +20%),
- injections coulis et clavage : plus de 150 € HT / m<sup>3</sup>, barrage en sus,
- traitement

sachant que le coût dépend du volume et des matériaux (disponibilité, trajet...), de la difficulté de réalisation des barrages (atmosphère, configuration...) et qu'il ne comprend pas les honoraires de la maîtrise d'œuvre ni les contrôles finaux, ceux-ci étant réalisés par un contrôle extérieur à la charge du maître d'ouvrage, point nécessaire à un jugement indépendant.

3. Les **études de projet (PRO)**, fondées sur le programme arrêté et les études d'avant-projet approuvées par le maître de l'ouvrage et sur les prescriptions de celui-ci, découlant des procédures réglementaires, définissent la conception générale de l'ouvrage.

a) Les études de projet ont pour objet de :

- préciser la solution d'ensemble au niveau de chacun des ouvrages d'infrastructure qu'elle implique ;
- confirmer les choix techniques, architecturaux et paysagers et préciser la nature et la qualité des matériaux et équipements et les conditions de leur mise en œuvre ;
- fixer, avec toute la précision nécessaire, les caractéristiques et dimensions des différents ouvrages de la solution d'ensemble ainsi que leurs implantations topographiques, en vue de leur exécution ;
- vérifier, au moyen de notes de calculs appropriées, que la stabilité et la résistance des ouvrages sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils pourront être soumis ;
- préciser les tracés des alimentations et évacuations de tous les fluides ainsi que des réseaux souterrains existants et, en fonction du mode de dévolution des travaux, coordonner les informations et contraintes nécessaires à l'organisation spatiale des ouvrages ;
- préciser les dispositions générales et les spécifications techniques des équipements répondant aux besoins de l'exploitation ;
- établir un coût prévisionnel des travaux décomposés en éléments techniquement homogènes ;
- permettre au maître de l'ouvrage d'arrêter le coût prévisionnel de la solution d'ensemble ou, le cas échéant, de chaque tranche de réalisation, et d'évaluer les coûts d'exploitation et de maintenance ;
- permettre au maître de l'ouvrage de fixer l'échéancier d'exécution et d'arrêter, s'il y a lieu, le partage en lots ;

b) En outre, lorsqu'après mise en concurrence sur la base de l'avant-projet ou sur la base des études de projet, une variante respectant les conditions minimales stipulées dans le dossier de consultation a été proposée par le ou les entrepreneurs et acceptée par le maître de l'ouvrage, les études de projet doivent être complétées pour :

- assurer la cohérence de toutes les dispositions avec les avant-projets ainsi qu'avec les dispositions découlant, le cas échéant, d'un permis de construire modifié ;
- établir la synthèse des plans et spécifications émanant d'une part de l'avant-projet définitif établi par le maître d'œuvre et d'autre part des propositions de l'entrepreneur.

Dans le cas présent, **AVP et PRO** sont assez difficilement dissociables car les objectifs finaux sont assez simples, même si les solutions pour y parvenir sont multiples. Elles peuvent être confondues et donc réduire le coût global de la maîtrise d'œuvre.

*La réduction du risque lié à la présence de cavités peut ne pas déboucher sur une solution par travaux. En effet, lorsque les cavités sont en assez bon état ou que les enjeux sont faibles, la solution de réduction du risque peut se satisfaire d'une **surveillance** dont la fréquence sera liée au croisement de ces deux facteurs ; par exemple, des cavités dans un état moyen supportant des enjeux peuvent nécessiter une surveillance à une fréquence annuelle tandis que des cavités en bon état avec peu d'enjeux en surface se visiteront tous le 3 à 5 ans, sauf évolution de l'un ou l'autre des facteurs.*

*Ne s'agissant pas de travaux, ce mode de réduction du risque n'entre pas dans le champ de la maîtrise d'œuvre. La collectivité pourra toutefois s'appuyer sur le maître d'œuvre choisi pour la phase travaux pour se faire assister, dans le cadre d'une **mission complémentaire**, dans l'élaboration du programme de surveillance et le choix d'une entité compétente pour la réaliser. On peut imaginer que ce soit également une extension de la mission de diagnostic confiée à une autre entité (bureau d'études, cabinet d'experts...).*

**4. L'assistance** apportée au maître de l'ouvrage pour la **passation du ou des contrats de travaux (ACT)**, sur la base des études qu'il a approuvées, a pour objet de :

- préparer, s'il y a lieu, la sélection des candidats et analyser les candidatures obtenues ;
- préparer la consultation des entreprises de manière telle que celles-ci puissent présenter leurs offres en toute connaissance de cause, sur la base d'un dossier constitué des pièces administratives et techniques prévues au contrat ainsi que des pièces élaborées par la maîtrise d'œuvre correspondant à l'étape de la conception choisie par le maître de l'ouvrage pour cette consultation. Le dossier est différent selon que la dévolution est prévue par marchés séparés ou à des entreprises groupées ou à l'entreprise générale ;
- analyser les offres des entreprises et, s'il y a lieu, les variantes à ces offres, procéder à la vérification de la conformité des réponses aux documents de la consultation, analyser les méthodes ou solutions techniques en s'assurant qu'elles sont assorties de toutes les justifications et avis techniques, en vérifiant qu'elles ne comportent pas d'omissions, d'erreurs ou de contradictions normalement décelables par un homme de l'art et établir un rapport d'analyse comparative proposant les offres susceptibles d'être retenues, conformément aux critères de jugement des offres précisées dans le règlement de la consultation; la partie financière de l'analyse comporte une comparaison des offres entre elles et avec le coût prévisionnel des travaux ;
- préparer les mises au point nécessaires pour permettre la passation du ou des contrats de travaux par le maître de l'ouvrage.

Cette partie de mission est courante et ne nécessite pas d'explication complémentaire.

Comme toute consultation, elle peut se faire sur une solution de base uniquement ou autoriser des variantes (totales ou partielles). Ce choix est à la main du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

Il faut ici attirer l'attention sur un point particulier de la solution de mise en sécurité par comblement par injection, point à prendre en compte impérativement dans le dossier de consultation des entreprises (DCE). La quantité réellement injectée peut varier en fonction de la qualité des barrages et de l'appréciation de la qualité des remblais de fond de cavité (épaisseur et porosité) ; ce poste a donc tout intérêt à être forfaitisé pour éviter toute dérive de volume et donc de coût, si ce dernier a été défini à partir du produit (prix unitaire x volume injecté).

<p>5. Les <b>études d'exécution (EXE)</b>, pour l'ensemble des lots ou certains d'entre eux lorsque le contrat le précise, fondées sur le projet approuvé par le maître de l'ouvrage, permettent la réalisation de l'ouvrage ; elles ont pour objet pour l'ensemble de l'ouvrage ou pour les seuls lots concernés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'établissement de tous les plans d'exécution et spécifications à l'usage du chantier en cohérence avec les plans de synthèse correspondants et définissant les travaux dans tous leurs détails, sans nécessiter pour l'entrepreneur d'études complémentaires autres que celles concernant les plans d'atelier et de chantier relatifs aux méthodes de réalisation, aux ouvrages provisoires et aux moyens de chantier ;</li> <li>- la réalisation des études de synthèse ayant pour objet d'assurer pendant la phase d'études d'exécution la cohérence spatiale des éléments d'ouvrage de tous les corps d'état, dans le respect des dispositions architecturales, techniques, d'exploitation et de maintenance du projet et se traduisant par les plans de synthèse qui représentent, au niveau du détail d'exécution, sur un même support, l'implantation des éléments d'ouvrage, des équipements et des installations ;</li> <li>- l'établissement, sur la base des plans d'exécution, d'un devis quantitatif détaillé par lots ou corps d'état ;</li> <li>- l'établissement du calendrier prévisionnel d'exécution des travaux par lots ou corps d'état.</li> </ul> <p>Lorsque le contrat précise que les documents pour l'exécution des ouvrages sont établis, partie par la maîtrise d'œuvre, partie par les entreprises titulaires de certains lots, le présent élément de mission comporte la mise en cohérence par la maîtrise d'œuvre des documents fournis par les entreprises.</p>	<p>Cette partie de la mission n'amène pas de remarques particulières au sujet de son adaptation au sujet concerné.</p> <p>Les points sensibles de la solution de traitement par comblement sont la constitution des barrages, la composition du coulis et l'estimation de son volume. Ce sont donc des points qui devront être examinés avec soin par la maîtrise d'œuvre.</p> <p>En cas de passage au forfait, l'estimation de volume éventuellement proposée lors de la consultation des entreprises devra être validée ou complétée par les pétitionnaires sur la base d'une approche justifiée.</p>
--	---

<p>5 bis. L'examen de la conformité au projet des études d'exécution et de synthèse faites par le ou les entrepreneurs ainsi que leur <b>visa (VISA)</b> par le maître d'œuvre ont pour objet d'assurer au maître de l'ouvrage que les documents établis par l'entrepreneur respectent les dispositions du projet établi par le maître d'œuvre. Le cas échéant, le maître d'œuvre participe aux travaux de la cellule de synthèse.</p>	<p>Cette partie de la mission n'amène pas de remarques particulières au sujet de son adaptation au sujet concerné outre celles données ci-dessus en 5 (barrage et coulis).</p>
--	--

<p><b>6. La direction de l'exécution du ou des contrats de travaux (DET)</b> qui a pour objet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- s'assurer que les documents d'exécution ainsi que les ouvrages en cours de réalisation respectent les études effectuées ;</li> <li>- s'assurer que les documents à produire par le ou les entrepreneurs, en application du ou des contrats de travaux, sont conformes auxdits contrats et ne comportent ni erreur, ni omission, ni contradiction décelables par un homme de l'art ;</li> <li>- s'assurer que l'exécution des travaux est conforme aux prescriptions du ou des contrats de travaux, y compris, le cas échéant, en ce qui concerne l'application effective d'un schéma directeur de la qualité, s'il en a été établi un ;</li> <li>- délivrer tous ordres de service et établir tous procès-verbaux nécessaires à l'exécution du ou des contrats de travaux ainsi que procéder aux constats contradictoires, organiser et diriger les réunions de chantier ;</li> <li>- informer systématiquement le maître de l'ouvrage sur l'état d'avancement et de prévision des travaux et dépenses, avec indication des évolutions notables ;</li> <li>- vérifier les projets de décomptes mensuels ou les demandes d'avances présentés par le ou les entrepreneurs, établir les états d'acomptes, vérifier le projet de décompte final établi par l'entrepreneur, établir le décompte général ;</li> <li>- donner un avis au maître de l'ouvrage sur les réserves éventuellement formulées par l'entrepreneur en cours d'exécution des travaux et sur le décompte général, assister le maître de l'ouvrage en cas de litige sur l'exécution ou le règlement des travaux, ainsi qu'instruire les mémoires de réclamation de ou des entreprises.</li> </ul>	<p>Cette partie de la mission n'amène pas de remarques particulières au sujet de son adaptation au sujet concerné.</p> <p>Certains points méritent toutefois une attention particulière pour que les travaux soient conformes aux attentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la constitution des barrages : c'est un point fondamental dans la maîtrise des volumes injectés en cas d'utilisation de coulis de matériaux fins (cendres volantes par exemple) ; une mauvaise étanchéité va entraîner une surconsommation qui, même si elle est rémunérée au forfait, génèrera des tensions entre l'entreprise et MO/MOe ;</li> <li>• la qualité du coulis : sa conformité à ce qui est prévu doit être vérifiée, tant en résistance qu'en innocuité pour l'environnement ; en effet, le mur (sol) des cavités peut se situer dans la zone de battement de la nappe, cette dernière pouvant alors se charger en substances indésirables et les entraîner dans l'environnement.</li> </ul>
<p><b>7. L'ordonnancement, la coordination et le pilotage (OPC)</b> du chantier qui ont pour objet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour l'ordonnancement et la planification, d'analyser les tâches élémentaires portant sur les études d'exécution et les travaux, de déterminer leurs enchaînements ainsi que leur chemin critique, par des documents graphiques et de proposer des mesures visant au respect des délais d'exécution des travaux et une répartition appropriée des éventuelles pénalités ;</li> <li>- pour la coordination, d'harmoniser dans le temps et dans l'espace, les actions des différents intervenants au stade des travaux et, le cas échéant, de présider le collège inter-entreprises d'hygiène et de sécurité ;</li> <li>- pour le pilotage, de mettre en application, au stade des travaux et jusqu'à la levée des réserves dans les délais impartis dans le ou les contrats de travaux, les diverses mesures d'organisation arrêtées au titre de l'ordonnancement et de la coordination.</li> </ul>	<p>Cette partie de la mission n'amène pas de remarques particulières au sujet de son adaptation au sujet concerné.</p> <p>En effet, le traitement des cavités par comblement est généralement réalisé par une seule entreprise. Toutefois, il se peut qu'à la suite des travaux de mise en sécurité, d'autres travaux viennent parfaire ce qui a été entrepris, comme des réfections de chaussée ou des reprises en surface de désordres qui peuvent être effacés une fois la cause traitée.</p> <p>Cette partie de mission peut être assurée par une autre entité si le maître d'œuvre ne dispose pas des compétences nécessaires.</p>

<p>8. L'<b>assistance</b> apportée au maître de l'ouvrage lors <b>des opérations de réception (AOR)</b> ainsi que pendant la période de garantie de parfait achèvement a pour objet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'organiser les opérations préalables à la réception des travaux ;</li> <li>- d'assurer le suivi des réserves formulées lors de la réception des travaux jusqu'à leur levée ;</li> <li>- de procéder à l'examen des désordres signalés par le maître de l'ouvrage ;</li> <li>- de constituer le dossier des ouvrages exécutés nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage, à partir des plans conformes à l'exécution remis par l'entrepreneur, des plans de récolement ainsi que des notices de fonctionnement et des prescriptions de maintenance des fournisseurs d'éléments d'équipements mis en œuvre.</li> </ul>	<p>Cette partie de la mission n'amène pas de remarques particulières au sujet de son adaptation au sujet concerné.</p> <p>Le contrôle de la qualité des travaux exécutés se fait majoritairement à l'aide de sondages de contrôle qui servent à vérifier le bon comblement des vides ainsi que la qualité « mécanique » du comblement. Il s'agira donc ici de programmer l'intervention d'une société de sondage qui réalisera des sondages destructifs avec enregistrement de paramètres dans le premier cas ou de sondages avec essais pressiométriques dans le second cas.</p>
<p>9. Ne sont pas compris dans les éléments de mission mentionnés ci-dessus, des éléments de <b>mission complémentaires d'assistance</b>, et notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'assistance au maître de l'ouvrage pour mettre en œuvre la consultation et l'information des usagers ou du public ;</li> <li>• la coordination ou la participation à la coordination des actions effectuées par les intervenants extérieurs à la maîtrise d'œuvre, lorsqu'elle est nécessaire en supplément de la mission d'ordonnancement, coordination et pilotage du chantier ;</li> <li>• les évaluations environnementales des différentes variantes envisagées, la proposition sur la variante retenue des mesures propres à réduire les impacts du projet sur l'environnement ;</li> <li>• l'établissement de dossiers complémentaires, autres que ceux qui l'ont été au stade des études d'avant-projet, notamment l'étude d'impact, exigés pour autoriser la réalisation de l'ouvrage, et l'assistance au maître de l'ouvrage pour la présentation de ces dossiers ;</li> <li>• l'établissement, pendant les études et/ou la période de préparation des travaux, en concertation avec le maître de l'ouvrage et les différents intervenants concernés, du schéma directeur de la qualité ;</li> <li>• la vérification des notes de calcul de l'entrepreneur et la vérification lorsque le maître d'œuvre n'est pas chargé de la direction du ou des contrats de travaux, que les documents d'exécution établis par le ou les entrepreneurs ne comportent pas d'erreur décelable par un homme de l'art ;</li> <li>• le suivi particulier de la mise en œuvre de certains éléments d'ouvrages, nécessitant une présence permanente, et la tenue d'un journal de chantier ;</li> </ul>	<p>La majeure partie des missions complémentaires d'assistance décrites ci-contre ne concerne pas les travaux de comblement ou la surveillance des cavités.</p> <p>On peut toutefois dégager un certain nombre de missions complémentaires dont certaines évoquées précédemment. On retiendra notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la communication aux riverains des travaux qui seront faits ;</li> <li>• les états des lieux contradictoires des bâtiments avant travaux ;</li> <li>• le montage de dossiers de demande de subventions ;</li> <li>• la préparation et l'assistance au MO dans la consultation et le choix d'une société qui assurera la surveillance, courante ou renforcée, des zones non comblées ;</li> <li>• ...</li> </ul>

- la détermination des coûts d'exploitation et de maintenance, la justification des choix architecturaux et techniques par l'analyse du coût global de l'ouvrage en proposant éventuellement la mise en place d'un système de gestion ;
- l'assistance au maître de l'ouvrage pour l'insertion des arts plastiques dans l'opération ;
- l'établissement des spécifications techniques des marchés de travaux topographiques et de reconnaissance géologique et géotechnique ;
- la réalisation d'un bilan environnemental du projet ;
- l'assistance au maître de l'ouvrage pour les opérations de mise en service ;
- l'assistance au maître de l'ouvrage par des missions d'expertise en cas de litige avec des tiers.

Lorsque ces missions complémentaires ne sont pas confiées par le maître de l'ouvrage au maître d'œuvre, ce dernier doit, néanmoins, au titre de son obligation de conseil, attirer l'attention du maître de l'ouvrage sur la nécessité de prendre en compte les préoccupations correspondantes lorsque cela est nécessaire à la cohérence de l'opération.