



INSPECTION GÉNÉRALE DES CARRIÈRES

## **NOTICE TECHNIQUE**

**du 15 janvier 2003**

**Travaux de consolidations souterraines  
exécutés par injection  
pour les carrières de Calcaire Grossier, de gypse, de craie  
et les marnières**

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>2</b>
<b>PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>CAS PARTICULIERS OÙ LA TECHNIQUE DE CONSOLIDATION SOUTERRAINE PAR INJECTION POURRAIT S'AVÉRER INADAPTÉE .....</b>	<b>4</b>
<b>1. RECONNAISSANCE PRÉLIMINAIRE DE SOL – VÉRIFICATION DE L'ÉTAT ET DU REMBLAIEMENT DE LA CARRIÈRE .....</b>	<b>4</b>
1.1. MISE EN ŒUVRE :.....	4
1.2. NOMBRE DE FORAGES : .....	5
1.2.1. <i>Cas d'une carrière de limites connues sur la parcelle à consolider :</i> .....	5
1.2.2. <i>Cas d'une carrière de limites mal connues sur la parcelle à consolider :</i> .....	6
<b>2. DÉFINITIONS DES TRAVAUX DE CONSOLIDATION SOUTERRAINE PAR INJECTION.....</b>	<b>6</b>
PREAMBULE :.....	6
2.1. POUR LES ZONES BÂTIES :.....	7
2.2. POUR LES ZONES NON BÂTIES :.....	8
<b>3. CONTRÔLE DES RÉSULTATS DE LA CONSOLIDATION SOUTERRAINE PAR INJECTION... </b>	<b>9</b>
3.1. PROCÉDURE OBLIGATOIRE .....	9
3.2. CONTENU DU RAPPORT FINAL DES SONDAGES DE CONTRÔLE À FOURNIR AU CONSEIL TECHNIQUE DU MAIRE 11	
<b>4. DOCUMENTS À FOURNIR APRÈS LES TRAVAUX – DOSSIER DE RÉCOLEMENT DES TRAVAUX DE CONSOLIDATION SOUTERRAINE PAR INJECTION .....</b>	<b>12</b>

## PREAMBULE

Sur le plan juridique, en application de l'**article 552 du Code Civil**, le propriétaire du sol est également propriétaire du sous sol. Il est donc **responsable** des dommages que celui ci peut causer. De ce fait, la charge financière des travaux de mise en sécurité de sa propriété lui incombe, même s'ils sont prescrits par l'Autorité administrative compétente dans la délivrance d'une autorisation administrative de construire.

La présente notice est rédigée à l'usage des maîtres d'ouvrage, ou maîtres d'œuvre, des bureaux d'études et des bureaux de contrôle technique qui doivent, à l'occasion d'un projet de construction situé au-dessus d'anciennes carrières souterraines de calcaire grossier et gypse, faire exécuter par une entreprise spécialisée des travaux de consolidations souterraines par injection, prescrits ou recommandés par les Maires à l'occasion d'une demande de permis de construire, en vertu des dispositions légales et réglementaires strictes régies par le Code de l'Urbanisme.

En l'état actuel des connaissances, cette notice fixe des prescriptions techniques minimales, qui doivent être respectées au cours des opérations de consolidations souterraines par injection ; il appartient au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre en fonction des situations particulières de prendre des mesures plus contraignantes, si ces situations l'exigent.

Par ailleurs , le Maire et son conseil technique n'ayant pas compétence en matière d'hygiène et de sécurité du travail, les prescriptions de cette notice se rapportant à ce domaine, ne sauraient être considérées comme prenant en compte l'ensemble des prescriptions applicables en la matière ; elles ne sont édictées qu'en vue de prévenir la sécurité des agents chargés du contrôle réglementaire de la mise en application de la prescription obligatoire; il appartient donc à la personne responsable de l'hygiène et de la sécurité des ouvriers réalisant les consolidations, de faire appliquer l'ensemble des mesures prescrites par le Code du travail.

Le présent texte n'engage en aucune manière la responsabilité du Maire ou de son Conseil Technique sur la conception et le choix, ainsi que sur la mise en œuvre de la méthode d'exécution retenue par le maître d'œuvre.

Le maître d'ouvrage et son équipe de maîtrise d'œuvre gardent l'entièr responsabilité des travaux dont l'efficacité dépend de la façon dont ils sont réalisés, notamment pour ce qui concerne :

- les valeurs quantitatives arrêtées,
- le contrôle de la bonne exécution des travaux et des résultats obtenus.
- le respect de la norme BCT N F P .03. 100.

## Cas particuliers où la technique de consolidation souterraine par injection pourrait s'avérer inadaptée

Dans certains cas particuliers, la mise en œuvre d'une consolidation souterraine par injection, conformément aux règles minimales définies dans la présente notice peut s'avérer délicate compte tenu du contexte constructif du projet de construction et de la possibilité de réaliser des fondations superficielles qu'induit cette consolidation.

Il est alors de la responsabilité du géotechnicien de proposer, en accord avec le bureau de contrôle technique, une solution alternative de consolidation ou de fondations profondes permettant de garantir la stabilité de la construction vis à vis des problèmes du sous sol et vis à vis des exigences réglementaires en termes de construction, notamment en ce qui concerne le respect des valeurs admissibles de tassement différentiels des fondations superficielles de l'ouvrage à construire.

En particulier, la découverte sur une parcelle d'un fontis en cours de remontée doit conduire à s'interroger sur l'opportunité de réaliser une consolidation souterraine systématique de la parcelle par injection avec le traitement du fontis, et la mise en œuvre de fondations superficielles , en lieu et place de fondations profondes, pour lesquelles le risque de tassements différentiels inadmissibles de la structure est nettement plus faible.

D'autres cas particuliers pourront conduire le géotechnicien et le bureau de contrôle technique à s'interroger sur l'opportunité de l'utilisation de la technique de consolidation souterraine par injection, en fonction du contexte de l'opération et des caractéristiques de la carrière, notamment pour des hauteurs de terrain de recouvrement insuffisante. Il appartiendra alors au Maître d'œuvre et au géotechnicien, de proposer une solution technique alternative à l'agrément du Maire et de son Conseil technique qui adapteront alors la prescription définitive du Permis de Construire, en fonction de la solution définitivement retenue, laquelle devra obligatoirement être assortie d'un examen préalable et d'un avis favorable du bureau de contrôle technique avant mise en œuvre.

## 1. Reconnaissance préliminaire de sol – vérification de l'état et du remblaiement de la carrière

Cette reconnaissance doit être réalisée pour préciser les limites de la carrière à traiter sous le projet et ses abords dans la limite de la parcelle, propriété du pétitionnaire (en général 5,00 m autour de la construction projetée), ses caractéristiques, l'état de sa conservation (présence ou non de fontis), l'état de son remblaiement éventuel (présence ou non de vides) et l'état des terrains de recouvrement ; elle doit être effectuée obligatoirement par un géotechnicien indépendant de l'entreprise qui réalisera la consolidation souterraine par injection et missionné essentiellement par le Maître de l'Ouvrage.

Elle doit aussi permettre la détection de tous les fontis existants sur la parcelle et dont le repérage n'aurait pas été fourni par les renseignements indiqués sur la cartographie disponible du site.

### 1.1. Mise en œuvre :

Cette reconnaissance est à exécuter à l'aide de sondages pressiométriques pour connaître les caractéristiques géotechniques initiales de portance du sol, avec enregistrement numérique ou analogique traité numériquement ; dans tous les cas les graphiques parfaitement lisibles résultants devront être joints au dossier.

Cette reconnaissance pourra être complétée par la visite de la carrière, si celle ci est accessible.

Au moins trois paramètres de forage seront enregistrés :

1. vitesse de l'avancement de l'outil de forage
2. pression sur l'outil de forage
3. pression du fluide de refroidissement
4. le couple de rotation pourra être éventuellement fourni en complément pour une interprétation plus fine

Pour une meilleure interprétation des enregistrements, il est nécessaire de régler la pression sur l'outil à une valeur constante et suffisamment élevée, pour pouvoir déceler les vides de faible importance.

Une description de base du matériel utilisé doit obligatoirement être fournie en annexe du rapport.

L'étalonnage de la valeur de la vitesse, à partir de laquelle un vide franc est décelé, doit être précisée. Cette valeur doit être déterminée à partir de tests de chute libre de l'outil de forage effectués à différentes profondeurs, et doit apparaître explicitement dans le dossier.

Afin de connaître les caractéristiques géotechniques initiales des terrains de recouvrement de la carrière avant consolidation souterraine par injection (comblement gravitaire, clavage et traitement sous pression au moyen de tubes à manchettes des remblais gravitaires de la carrière et des terrains de recouvrement décomprimés), des mesures pressiométriques doivent obligatoirement être exécutées sur toute la hauteur du recouvrement, et dans les remblais de la carrière dès lors qu'une anomalie a été mise en évidence par un forage destructif.

Dans ce cas ,des mesures pressiométriques doivent donc être exécutées sur toute la hauteur du recouvrement, au minimum tous les mètres sur une hauteur de 10,00 m sous les fondations projetées, puis tous les mètres à partir de trois mètres au dessus du ciel de la carrière et jusqu'au pied de la carrière.

Elles sont réalisés selon le strict respect de la norme NF P 94 110 .1 de Janvier 2000.

Cette méthode pourra très utilement être précédée ou suivie d'autres méthodes d'investigation (géophysique par exemple).

## **1.2. Nombre de forages :**

### **1.2.1. Cas d'une carrière de limites connues sur la parcelle à consolider :**

Le nombre de forages à prévoir doit prendre en compte le maillage des forages indispensables à la mise en œuvre des injections sous la construction projetée et ses abords immédiats et les caractéristiques particulières de la carrière (piliers tournés, galeries vides, fontis, carrefours de galeries, anciens puits de service, remblais de carrière, etc...).

On entend par abord immédiat du projet, une zone périphérique au projet d'une largeur minimale de 5,00 m intégrant le maillage requis en fonction de la hauteur de recouvrement.

En tout état de cause, le nombre de forages pressiométriques nécessaire à la reconnaissance préliminaire de sol est au minimum de 1 pour 200 m<sup>2</sup> sous le bâtiment et ses annexes ainsi que leurs abords immédiats, sans que ce nombre puisse être inférieur à 2.

Ce nombre 2 correspond à l'exigence minimale pour les constructions individuelles.

Il devra être porté à 3 pour les autres constructions.

Si le géotechnicien envisage d'utiliser un forage destructif pour faire en même temps les essais pressiométriques, ces derniers devront obligatoirement être réalisés conformément à la norme NF P 94 110-1 de Janvier 2000.

Ce nombre doit être augmenté en fonction de la complexité géométrique de la carrière, du nombre de niveaux d'exploitation, dans les zones de fontis et lorsque l'épaisseur de la planche résiduelle sous le dernier sous-sol est inférieure à 10 m.

La répartition des forages de reconnaissance devra être déterminée de manière aléatoire plutôt que géométrique afin de limiter le risque de tomber dans les piliers de la carrière et de passer ainsi à coté des vides d'exploitation. Ce principe vaut en particulier pour les carrières de gypse où la répartition des piliers tournés est en général relativement géométrique. A ce titre, l'examen préalable de l'Atlas des cartes des carrières souterraines, lorsqu'il existe, pourra éventuellement s'avérer précieux.

Par ailleurs, dans le cas où le géotechnicien ne peut conclure sur l'état exact de la carrière, il est alors nécessaire de réaliser des forages carottés à partir de 1,00 m du ciel présumé de la carrière . Dans certains cas, le carottage continu sur toute hauteur pourra s'avérer nécessaire.

### 1.2.2. Cas d'une carrière de limites mal connues sur la parcelle à consolider :

Le nombre de forages destructifs doit être augmenté dans les zones d'incertitude aux fins de préciser ces limites.

L'ensemble des résultats de la reconnaissance de sol doit être présenté dans un rapport rédigé par un géotechnicien ou un bureau d'étude de sol possédant la qualification OPQIBI ou équivalente comprenant les emplacements (sur un plan de masse sur lequel figurent les constructions projetées), les coupes géologiques et les diagraphies des sondages réalisés ainsi qu'une CONCLUSION explicite, absolue, ne laissant subsister aucun doute ou aucune interrogation, et définissant les caractéristiques géologiques et géotechniques du terrain dont la connaissance exhaustive est indispensable à la mise en œuvre de la technique de consolidation de la carrière souterraine par injection..

## 2. Définitions des travaux de consolidation souterraine par injection

### **PREAMBULE :**

Il est rappelé que ces travaux doivent nécessairement prendre en compte la protection des galeries municipales ou départementales qu'il convient de préserver en l'état ( constat contradictoire à établir préalablement aux travaux avec le Conseil Technique du Maire conformément aux arrêtés municipaux en vigueur ).

Un dossier technique descriptif de la mise en œuvre des injections pour le comblement gravitaire, le traitement par injection sous pression des remblais de la carrière, le clavage du ciel de la carrière, le traitement par injection sous pression des terrains décomprimés sus-jacents, devra être

fourni et examiné par le bureau de contrôle technique. Pour permettre le suivi réglementaire exercé par le Conseil technique du Maire, il comportera obligatoirement un planning prévisionnel d'exécution à lui remettre avant le démarrage des travaux.

Il comprendra au minimum :

## 2.1. Pour les zones bâties :

Le plan d'implantation des forages d'injection respectant les prescriptions suivantes :

A l'intérieur du périmètre de confinement des injections délimité par des murs de barrage, le cas échéant, les dimensions du maillage sous le bâtiment projeté et ses abords immédiats ne doivent pas être supérieures, tant pour les forages de comblement gravitaire et de clavage que pour les forages de traitement,

- à 4 m x 4 m pour un recouvrement résiduel supérieur ou égal à 10 m,
- et à 3 m x 3 m pour un recouvrement résiduel inférieur à 10 m.

L'implantation des forages doit tenir compte des caractéristiques particulières de la carrière (piliers tournés, fontis, ciels tombés, points hauts, remblais, anciens puits de service etc...).

Pour le traitement des fontis, le maillage devra être réduit à 3,50 m x 3,50 m avec un minimum de 2 par fontis.

Il est rappelé que le repérage des fontis s'effectue aussi bien lors de la reconnaissance de sols préliminaire que lors de la phase chantier. **En cas de découverte d'un fontis sur chantier dont le traitement n'avait pas été programmé dans le planning initial remis au Conseil Technique, l'entreprise devra obligatoirement recalculer un nouveau planning intégrant la tâche complémentaire induite et le transmettre au conseil technique du Maire.**

### Précisions sur les barrages en limite de propriété :

Les barrages en limite de propriété, fermés totalement, pourront être réalisés avec un dispositif adapté, notamment :

- à l'aide de coulis silicatés (de soude),
- de bétons maigres secs (pour limiter l'étalement, granularité 0 / 20 et dosage de 150 kg/m<sup>3</sup> de ciment CLK / CEM M/ C 32,5) injectés par l'intermédiaire de forages de gros diamètres (150 mm minimum), et complétés par des injections de mortier colmatant les vides en tête des cônes, au niveau du ciel de carrière, à l'inter maille des forages,
- de murs maçonnés en moellons calcaires de récupération ou en parpaings de CLK – CEM M/ C 32,5
- ou par tout autre système assurant un barrage efficace à la fois en phase travaux et en phase définitive.

### Précaution impérative :

Il conviendra d'attendre 24 heures minimum, avant d'entreprendre le comblement de la carrière, afin d'obtenir la résistance suffisante des barrages.

### Parkings enterrés seuls :

Sur les zones aménagées en parkings enterrés seuls (sans superstructure) les dimensions du maillage ne doivent pas être supérieures à 5,00 m x 5,00 m.

## 2.2. Pour les zones non bâties :

Le maillage pourra être porté à 7,00 m x 7,00 m.

### En limite de parcelle :

Le maillage des forages en limite de la parcelle devra être conçu selon un espacement maximum de 2,50 m, seulement si le bâtiment est en limite de parcelle et si la parcelle voisine n'a pas été traitée.

La ligne de forage resserrée à 2,50 m sera placée à 1,25 m maximum de la limite de la parcelle.

Chaque forage devra donner lieu aux mêmes enregistrements que pour les forages de reconnaissance (voir I a)), sans qu'il soit nécessaire de recourir à un enregistrement numérique, de manière à définir les quantités prévisionnelles à injecter et éventuellement les renforcements à apporter au schéma prévisionnel d'injection.

Le type d'équipement des forages d'injection sera adapté à la nature et aux caractéristiques mécaniques des terrains traversés.

Les tubes crépinés utilisés pour le remplissage gravitaire devront être impérativement nettoyés chaque jour à la fin de l'injection gravitaire, condition nécessaire pour éviter l'obstruction des orifices.

En particulier, le traitement obligatoire des remblais de la carrière, et des terrains de recouvrement décomprimés, qui conditionne la réalité de la consolidation souterraine par opposition à une simple mise en sécurité à l'égard d'une remontée de fontis, doit être effectué par l'intermédiaire de tubes à manchettes, ces tubes doivent avoir un diamètre intérieur minimal de 32 mm, dans tous les cas l'espace annulaire minimal pour le coulis de gaine sera de 20 mm. Les tubes pour comblement gravitaire auront un diamètre intérieur minimal de 60 mm.

La consolidation souterraine de la carrière n'est complète que sous réserve de l'obtention, in fine , de caractéristiques pressiométriques correspondant à une pression limite minimale de 0,6 Mpa dans les remblais de la carrière traités

Dans le cas où l'on ne peut pas effectuer le comblement gravitaire en trou ouvert la dimension des trous des tubes crépinés doit être adaptée à la dimension des plus gros éléments du mortier.

Pour les mortiers à base de sablon ou de cendres volantes il sera nécessaire d'avoir pour le tube de comblement – clavage arrêté 1,00 m au dessus du ciel de la carrière, au minimum 6 perforations « en gueule de brochet » disposées en quinconce tous les 50cm environ, et sur toute la hauteur de la carrière, et dont le diamètre de l'ouverture est de 30 mm minimum.

Dans le cas de comblement de vides superposés en utilisant un seul forage, il y aura lieu d'adopter des dispositions spéciales pour assurer la mise en œuvre du clavage dans chaque étage de vide.

En particulier, le traitement des différents niveaux devra s'effectuer avec un tube à manchettes, mais l'injection gravitaire et clavage s'effectuera uniquement avec un tube crépiné distinct par niveau, à l'exclusion d'un tube à manchettes.

L'équipement mixte tubes à manchettes – tubes crépinés dans le cas de plusieurs étages superposés n'est toléré que sous réserve de diamètres identiques, et il sera obligatoire d'utiliser un double équipement pour le comblement- clavage par niveau d'exploitation.

Il est rappelé les dispositions précitées à prendre pour éviter les dispersions du mortier ou coulis hors de la zone à traiter et en particulier, sa pénétration dans les galeries de visite et autres ouvrages souterrains à conserver. Un engagement signé de maintenir en état les galeries situées à proximité pourra être demandé (voir avis de l'Inspection générale des Carrières sur la demande de permis de construire).

La composition des différents mortiers et coulis, sachant que cette composition doit permettre d'obtenir les valeurs minimales suivantes mesurées sur éprouvettes normalisées à soumettre obligatoirement au L EM – VP ou à un autre laboratoire agréé C O F R A C dès qu'il s'agit de coulis prêts à l'emploi non normalisés :

- mortier de remplissage = résistance à la compression de 1,5 Mpa à 28 jours.
- coulis de clavage = résistance à la compression de 3 Mpa à 28 jours.
- coulis de traitement = résistance à la compression de 3 Mpa à 28 jours.

Le ciment utilisé doit pouvoir résister à l'action chimique des eaux en particulier des eaux séléniteuses.

Le sablon, s'il est utilisé doit présenter une granulométrie de 0 à 2 mm maximum et rester compatible avec les qualités du ciment indiquées ci avant.

Les cendres volantes utilisées doivent provenir de centrales thermiques au charbon.

#### **Les cendres d'incinération d'ordures ménagères sont formellement interdites.**

La prise en compte de paramètres nécessaires à la mise en œuvre des injections relève de la responsabilité du Maître d'œuvre.

Un délai minimal de 7 jours calendaires francs à partir de la fin du comblement d'une zone déterminée doit être respecté avant le clavage.

Qualification : les travaux devront être réalisés par une entreprise d'injection agréée par le Maître d'œuvre et disposant des références ,des moyens d'exécution et des qualifications techniques correspondant à ce type de travaux.

**NOTA** : Toutes dispositions doivent être prises pour éviter tout désordre et incident aux bâtiments riverains, aux ouvrages enterrés, aux plantations voisines du chantier au cours de la mise en œuvre des injections. Ces mesures sont de la responsabilité exclusive du maître d'ouvrage et des acteurs à la construction.

### **3. Contrôle des résultats de la consolidation souterraine par injection**

#### **3.1. Procédure obligatoire**

L'efficacité des travaux de consolidation souterraine par injection doit être vérifiée par des opérations obligatoires de contrôles rigoureuses permettant de garantir la consolidation définitive de la

parcelle vis à vis des risques liés à la présence de la carrière souterraine et d'envisager des fondations superficielles pour le projet de construction.

Ces contrôles, sont réalisés sous l'égide de la Maîtrise d'Œuvre et du Bureau de Contrôle technique éventuellement. Ils sont réalisés par le géotechnicien missionné, pour cette opération spécifique, essentiellement par le Maître d'Ouvrage mais pas par l'entreprise, qui ne saurait être juge et partie des travaux qu'elle effectue.

Ils sont conduits sous la pleine et entière responsabilité de ces acteurs à la construction en cours d'exécution et après exécution des travaux.

Ils sont destinés à permettre au constructeur de vérifier :

- **en cours d'exécution, par le maître d'œuvre** et éventuellement le Bureau de Contrôle technique ou le géotechnicien :
  - les quantités et poids des matériaux approvisionnés.
  - la qualité des ciments et des granulats.
  - la conformité des dosages.
  - la résistance sur une série d'éprouvettes échantillons du coulis ou du mortier de sablon fabriqués par centrale de production sur chantier écrasées à 7 jours, puis à 8 jours.

Et la qualité et la conformité à la norme des coulis prêts à l'emploi non normalisés par des contrôles réalisés par un laboratoire agréé C O F R A C (par exemple, le L E M – V P en Région parisienne)

Ces prélèvements, au nombre minimum de 3 pour chacune des résistances à j jours, sont faits au moins 1 fois par semaine de chantier, et au moins 1 fois par 1000 m<sup>3</sup>, par type de coulis mis en œuvre.

Par ailleurs, des tableaux récapitulant les forages et les quantités mises en œuvre en gravitaire, clavage et traitement sous pression des remblais de carrière devront être laissés à disposition sur le chantier.

- **après exécution, par le géotechnicien** et sous le contrôle du Bureau de Contrôle Technique :

Les forages de contrôle doivent être réalisés au minimum 28 jours après la fin des injections (comblement, clavage, traitement) pour une zone considérée.

L'exécution des fondations superficielles ne pourra débuter qu'après réalisation des contrôles effectués 28 jours après les injections de consolidation, afin de confirmer le blocage total du terrain.

Cette phase doit permettre de vérifier si le traitement des différents niveaux de la carrière, des terrains sus jacents et des fontis éventuels a été convenablement réalisé et si les pressions limites minimales exigées au chapitre II ont effectivement été obtenues.

Cette vérification s'effectue en particulier à l'aide de :

*a) Forages destructifs enregistrés :*

Il est fortement recommandé que ces forages de contrôle soient réalisés par le géotechnicien ayant réalisé la reconnaissance préliminaire pour qu'ils soient effectués avec le même matériel que celui utilisé lors de la reconnaissance préliminaire de sol.

Leur nombre doit être au minimum de 1 pour 10 forages d'injection (arrondi à l'unité supérieure), sauf cas particuliers rencontrés, tels que fontis, ciels tombés, quantités d'injection importantes prises sur un forage, etc... où leur nombre doit être augmenté pour tenir compte de ces facteurs. ( le nombre de 1 pour 10 sera calculé à partir du maillage de base 4,00 m x 4,00 m pour un recouvrement résiduel supérieur ou égal à 10m ,et 3,00 m x 3,00 m pour un recouvrement résiduel inférieur à 10m).

En tout état de cause, le nombre des forages de contrôle ne peut être inférieur à 2 pour les constructions individuelles et 3 pour les autres.

#### ***b) Essais pressiométriques***

Ils sont destinés à apprécier l'amélioration des caractéristiques géotechniques des terrains injectés et en particulier le respect de l'obtention des pressions limites minimales de 0,6 Mpa dans les remblais de carrière injectés. En ce qui concerne les terrains de recouvrement, il appartiendra au géotechnicien d'apprécier les limites à obtenir en fonction des fondations envisagées.

Il sont à exécuter en nombre au moins égal à ceux réalisés lors de la reconnaissance préliminaire de sol (1 pour 200 m<sup>2</sup>) qui ont mis en évidence des anomalies ou ceux qui ,en cours de travaux, ont révélé aussi de nouvelles anomalies non détectées lors de la reconnaissance préliminaire.

Ils sont alors effectués à proximité immédiate de ces derniers et comportent des mesures pressiométriques aux mêmes niveaux.

Ils sont réalisés selon le strict respect de la norme NF P 94 110 .1 de Janvier 2000.

**Remarque :** les sondages de contrôle devant être exécutés par un géotechnicien indépendant de l'entreprise qui a réalisé les injections dans l'opération et essentiellement missionné par la Maîtrise d'Ouvrage, il est très fortement recommandé qu'ils soient effectués par le géotechnicien qui a réalisé la reconnaissance de sol préalable, ceci dans un souci d'homogénéité de l'interprétation des diagraphies et afin de ne pas diluer les responsabilités.

Forages carottés : ceux-ci pourront s'avérer nécessaires en plus des forages destructifs et des essais pressiométriques, dans le cas où les résultats donnés par les essais pressiométriques ou les essais destructifs ne permettraient pas au géotechnicien de conclure explicitement et manière absolue sur la conformité et la qualité finale de la consolidation effectuée.

### **3.2. Contenu du rapport final des sondages de contrôle à fournir au conseil technique du Maire**

L'ensemble des contrôles s'effectue sous la responsabilité du géotechnicien missionné par le Maître d'Ouvrage, ou de son représentant, qui doit établir un rapport final de contrôle comportant :

- le dossier technique descriptif et de récolelement de la mise en œuvre des injection dont il est fait état au Chapitre II
- les résultats et les interprétations des sondages de contrôles (diagraphies et résultats des essais pressiométriques)
- la détermination les travaux supplémentaires à réaliser dans le mesure où les contrôles auraient montré un comblement ou un traitement insuffisant de la carrière ou des terrains de recouvrement.

Ceux ci devront faire à nouveau l'objet d'une nouvelle campagne de sondages de contrôle complémentaire validant définitivement la qualité des travaux exécutés.

## **4. Documents à fournir après les travaux – dossier de récolelement des travaux de consolidation souterraine par injection**

En fin de travaux, il sera remis au Conseil Technique du Maire par l'entreprise avec visa d'accompagnement du maître d'ouvrage, en un exemplaire, les documents suivants :

1. Le plan de situation actualisé du terrain à l'échelle 1/500 , 1/200 ou 1/100.

2. Un plan masse actualisé à l'échelle du 1/50, 1/100 ou 1/200, selon l'importance du terrain, comportant outre la figuration des galeries de carrière et l'implantation des constructions à réaliser : l'implantation des forages de reconnaissance, des forages d'injection gravitaire – clavage par tubes crépinés, des forages d'injection sous pressions par tubes à manchettes et des forages de contrôle dûment différenciés.

3. Le dossier technique visé au chapitre II.

4. Le rapport final des sondages de contrôle établi par le géotechnicien missionné par le Maître d'Ouvrage pour cette mission spécifique.

Sur le plan masse, les forages de contrôles seront en outre différenciés selon leur nature : forages destructifs, forages pressiométriques, forages carottés, etc...

Les profondeurs seront indiquées.

Le plan comportera également l'indication des puits de service et des barrages réalisés en limite de propriété.

Les profondeurs, et les quantités d'injection gravitaire et de clavage, devront être également indiquées.

**Ces documents seront datés, certifiés conformes par l'entrepreneur, approuvés par le maître d'œuvre, et par le contrôleur technique agréé ou certifiés conformes par tous les intervenants de l'opération en cas d'absence de l'un des acteurs à la construction précités.**

Ils devront être transmis par le Maître d'Ouvrage au Conseil Technique du Maire, dans un délai maximum d'un mois après l'achèvement des travaux de consolidation souterraine par injection et de contrôle pour dépôt contre récépissé permettant d'obtenir la conformité du Permis de Construire.