

# Remplacement du remblai des ouvrages voûtes maçonnées



## Présentation

Lors de la construction des ouvrages anciens, le matériau de remblai des ouvrages était extrait au plus près. Il n'a donc pas toujours les qualités requises pour une bonne transmission des efforts vers les éléments résistants que sont les voûtes, les piles et les culées.

Un mauvais matériau de remplissage peut se manifester par un orniérage de la chaussée, mais également par des désordres structurels dus à la mise en charge anormale des tympans ou des voûtes...

**Le remplacement de ce matériau peut être envisagé pour plusieurs raisons :**

- constatation de désordres structurels provenant de la mauvaise qualité du matériau ;
- nécessité de travaux sur l'extrados de l'ouvrage imposant l'enlèvement provisoire du remblai pour atteindre les zones à traiter (réalisation d'une chape d'étanchéité, travaux de renforcement par l'extrados, rehaussement ou élargissement de l'ouvrage).

## Recommandations

### Modes opératoires

Cette opération est très délicate. En effet, le remblai de voûte, sur les ouvrages anciens, fait souvent corps avec la voûte. En l'éliminant, il y a de forts risques de déstabilisation de la voûte elle-même ; de plus le positionnement sur l'ouvrage d'engins lourds de terrassement et de compactage nécessaires à ces travaux peut occasionner de fortes contraintes asymétriques.

#### ⊕ Avant tout déblaiement, l'entrepreneur doit donc proposer à l'acceptation du maître d'œuvre :

- une procédure de terrassement précisant toutes les phases de l'opération d'enlèvement et de remblaiement avec le positionnement et les caractéristiques des engins lorsqu'ils doivent être placés sur l'ouvrage ;
- la note de calculs sur la stabilité et la résistance de l'ensemble de l'ouvrage durant toutes les phases de terrassement et de compactage décrites dans la procédure.

Le déblaiement doit être mené avec d'infinies précautions. Il faut envisager de travailler par couches successives de façon parfaitement symétrique, de part et d'autre de la voûte, en évitant, pour les voûtes courbes, de disposer les engins au droit de la clé de voûte. Il faut éviter les poussées dissymétriques sur l'extrados.

Pour un ouvrage à plusieurs voûtes, l'opération peut être réalisée arche par arche, après s'être assuré que la poussée des arches pleines n'agit pas sur le vide créé au droit d'une arche en travaux. Dans ce cas, le remplissage avec le matériau de substitution se fait lui aussi à l'avancement.

Après achèvement du déblaiement, une purge est réalisée sur l'extrados de la voûte ainsi que sur les parois intérieures des tympans. Cette purge a pour but de s'assurer de la qualité de la structure de ces parements. Des rejointoiements peuvent être nécessaires, les maçonneries sont parfois à rebâtir dans certaines zones.

Le remblaiement répond aux mêmes précautions que pour le déblaiement. Le remplissage doit respecter une bonne symétrie de chargement afin d'éviter les efforts différentiels sur l'extrados de la voûte.

#### ⊕ Les matériaux de remplissage (FABEM 6.2 - chapitre 6.3.1) doivent avoir les qualités suivantes :

- cohésion suffisante afin de ne pas mettre en pression les tympans par fluage ;
- perméabilité afin de drainer les infiltrations vers les différents captages ;
- insensibilité à l'eau ;
- ne pas contenir d'éléments solubles ou de petites tailles pouvant, par migration, créer des décompressions ;
- ne pas présenter de phénomènes de gonflement, ni de retrait ;
- être facile à mettre en place avec une faible intensité de compactage.

L'approvisionnement doit se faire régulièrement et alternativement (sans décalage supérieur à un différentiel d'une couche) de part et d'autre de la voûte, sans jamais passer par-dessus la voûte. Dans le cas où il faut alléger au maximum le matériau de remplissage, il est possible d'envisager la mise en place de « bétons très légers » à base, par exemple, de billes de polystyrène. Les caractéristiques du béton doivent faire l'objet d'études particulières lors de la phase du projet. Le marché fixe les exigences qui découlent de ces études.

## Recommandations

### Matériel

Le choix du matériel est primordial, soit pour éviter de charger les structures, soit en gardant le matériel hors de l'ouvrage avec des pelles à longs bras ou en plaçant le matériel sur l'ouvrage avec des pelles légères, voire des mini-pelles.

Les travaux de finition, comme l'enlèvement de la dernière couche sur l'extrados et dans le fond des parties en creux, sont à réaliser manuellement pour éviter d'endommager la maçonnerie de l'extrados et la chape d'étanchéité.

Le compactage du matériau de remplissage, mis en place obligatoirement par couches successives, doit faire appel à deux sortes de matériels de compactage :

- des matériels de petites dimensions et de faible puissance pour pouvoir travailler dans les zones d'accessibilité réduite, telles que les parties en creux au-dessus des piles ;
- des matériels classiques de compactage non vibrants de la couche de forme sous le corps de la chaussée puis du corps et des couches de surface de la chaussée.

### Points importants

Des essais sur prélèvements des matériaux du remblai effectués à plusieurs endroits et à plusieurs niveaux permettent de connaître les caractéristiques de ceux-ci et de savoir s'ils sont adaptés à cet usage.

Ces investigations sont souvent combinées à celles concernant le drainage et la chape d'étanchéité

Dans le cas d'une voûte en arc brisé, en plein cintre ou s'en approchant, avec une épaisseur de maçonnerie relativement faible, il faut envisager de charger provisoirement la zone de clé afin d'éviter de la voir remonter lorsque le remblai commence à exercer une pression horizontale et symétrique sur les zones de reins.

### Normes

**Matériaux :** Fascicule 2 du CCTP - Norme NF P 11.300 [FABEM 6.2 - chapitre 6.3.1.2]

**Étude géotechnique :** Norme NF P 11.213.1

## Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	Connaissance de la géométrie des voûtes	- Sondages ponctuels mécaniques ou manuels - Voûtes et tympans
Préparation	Vérification de la résistance de l'ouvrage pendant les phases de déblai et remblai	Note de calcul pour tous les cas de charges envisagés Voûtes et tympans
Préparation	Choix des matériaux	Respect des pièces du marché Cohésion - perméabilité - sensibilité à l'eau
Préparation	Phasage de déchargement et de rechargement	Méthodologie proposée compatible avec les contraintes imposées
Préparation	Préparation mesures de sauvegarde en cas d'instabilité de l'ouvrage	Méthodologie proposée compatible avec les contraintes imposées
Travaux	Déblais : position des engins	Respect de la procédure de déblai
Travaux	Déblais : avancement de l'opération	Respect du phasage de la procédure
Travaux	Qualité des matériaux mis en œuvre - conformité aux indications du marché	Contrôle granulométrique - essai Proctor
Travaux	Contrôle RC dans le cas de remblai béton	Éprouvette
Travaux	Contrôle de la position et des inclinaisons des micropieux	Vérification du drainage de l'ouvrage et de la qualité du rejet
Contrôle	Qualité du compactage	Méthode au gamma-densimètre à pointe Norme NF P 94-061-1