

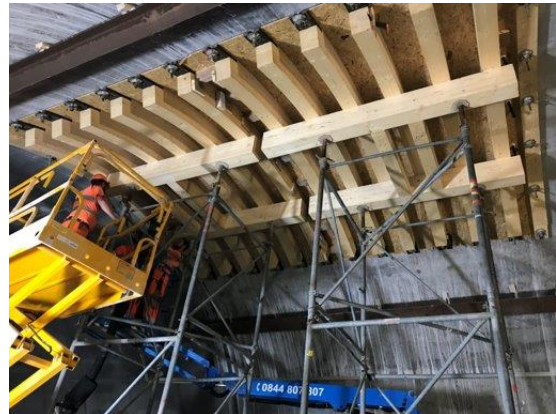
Rapport technique / domaine du Bâtiment

Contenu : Bétonnage avec guillotine en fond de coffrageRédaction : L. Guerry, F. Hänni / Etudiants ETC 3^{ème} année / 1700 Fribourg

Date : Janvier 2020

Sommaire

1. Introduction	Page 1
2. Présentation du système	Page 2
3. Avantages et inconvénients	Page 2
4. Moyen en mise en œuvre	Page 3
5. Champs d'applications	Page 4
6. Caractéristiques techniques	Page 4
7. Présentation chantier	Page 5
8. Rendement et prix	Page 6
9. Conclusion	Page 6
10. Références et remerciements	Page 6



Bétonnage chantier tunnel « Les Vignes »

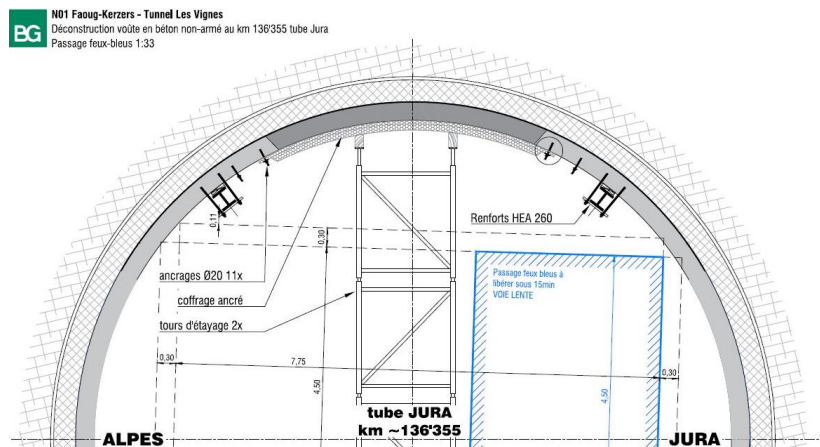
1. Introduction

Le domaine de la construction est en constante évolution. Les chantiers nécessitant des méthodes de bétonnage différentes de la manière traditionnelle sont de plus en plus présents. C'est pourquoi nous nous intéressons à la méthode de bétonnage avec guillotine.

Le but de cette technique de bétonnage est d'apporter une solution simple et efficace lorsque le conducteur de travaux se trouve en présence de situations particulières ou qu'il est confronté à des endroits difficiles d'accès comme par exemple les voûtes dans un tunnel. Cette méthode est idéale lorsque le bétonnage à la grue ou le pompage du béton est rendu impossible par le lieu ou la situation et que le bétonnage s'effectue à l'aveugle, c'est-à-dire que l'on apercevra le béton seulement après le décoffrage contrairement par exemple au bétonnage classique d'une dalle ouverte.

A travers ce sujet, nous aborderons les thèmes de la mise en œuvre, des champs d'application et de quelques caractéristiques techniques.

Afin de faciliter la compréhension du sujet, nous allons l'illustrer avec un cas concret, à savoir le chantier de la réfection du tunnel « Les vignes » situé entre les villages de Faoug et de Kerzers. Nous pourrions ainsi observer les avantages et inconvénients de ce moyen de mise en œuvre.



Coupe de principe chantier tunnel « les Vignes »

2. Présentation du système

Le système avec guillotine est une technique particulière qui consiste à bétonner des coffrages fermés ou « noirs ». C'est-à-dire que l'on n'a pas de visuel sur le matériau lors de la phase de bétonnage.

La guillotine est un élément qui permet de couper l'arrivée du béton une fois la structure à bétonner remplie. Le principe est d'injecter du béton et non de le couler de manière traditionnelle. La phase de coffrage est donc une étape cruciale. Il est important de fixer parfaitement la guillotine au coffrage et de créer des ouvertures dans celui-ci afin de laisser s'évacuer l'air à l'intérieur qui est remplacé par le béton.

Lors du bétonnage, il est essentiel d'utiliser un béton SCC (autocompactant). Cette étape s'effectue le plus souvent par camion pompe. La pompe est fixée à la guillotine et la guillotine au coffrage de manière parfaitement étanche afin d'assurer la résistance aux pressions de bétonnage.

Cette technique ne nécessite que peu de main-d'œuvre du fait que le pompiste du fournisseur de béton reste en permanence sur place lors du bétonnage, il n'y a donc aucun souci quant au fonctionnement de l'installation.

3. Avantages et inconvénients

- + Mise en place aux endroits difficiles d'accès
- + Aucune perte de matériel
- + Peu de personnel demandé
- + Béton autoplaçant donc ne nécessite pas de pervibrage
- + Facilite les conditions de travail

- Béton SCC plus cher qu'un béton standard
- Pas de visuel lors de la phase de bétonnage
- Prévoir des manomètres de pression
- Tiges de coffrage risquent de se casser
- Faire attention à la surcharge



Bétonnage chantier tunnel « Les Vignes »



Béton SCC



Manomètre de pression



Tige de coffrage type « Dywidag »

4. Moyen de mise en œuvre

Ce procédé ne nécessite pas de grandes installations coûteuses comme un bétonnage traditionnel. Néanmoins, l'utilisation d'un camion pompe, d'une guillotine (figures 1 et 2), ainsi que d'une plaque de base (figure 3) est nécessaire.

La plaque de base de la guillotine se fixe contre le coffrage à l'aide de vis. Il est donc important de bien étudier l'ouvrage à bétonner et de créer une ouverture contre le coffrage de 125mm de diamètre, dimensions du raccord de la guillotine. Le raccord de la plaque de base avec le coffrage doit donc être correctement adapté, afin de ne pas permettre au béton autoplaçant de s'écouler par celle-ci.

La présence de nids de gravier serait prononcée s'il venait à y avoir une fuite dans le coffrage. Or, il est non négligeable de réaliser un coffrage de qualité sans petit décalage entre les panneaux de coffrage, car le lait de ciment autoplaçant a tendance à s'échapper du coffrage plus facilement qu'un béton standard. Ce dernier doit être construit de façon à être plus solide qu'un coffrage pour béton conventionnel, afin de prendre en compte de la pression hydraulique induite par le béton autoplaçant ainsi que la pression supplémentaire due au pompage.

Etant donné que l'on introduit du béton à l'intérieur d'un coffrage étanche, il est nécessaire de prévoir des points de fuites pour l'air qui devra sortir du coffrage à l'aide de tuyaux de type « Symalen ».

Le béton autoplaçant (SCC) permet une mise en œuvre aisée sans avoir recours à des engins de vibration à introduire à l'intérieur du coffrage. Or, il y a tout de même quelques limites d'exécution... En effet, la hauteur de chute maximale ne doit pas dépasser 5 mètres ce qui engendrerait de la ségrégation, soit la séparation des constituants d'un béton frais. En ce qui concerne la longueur de cheminement, elle se situe entre 5 et 10 mètres maximum, suite de quoi il serait possible que l'ouvrage à bétonner ne soit pas complètement rempli.

Une fois la totalité de l'ouvrage rempli par le béton SCC et après avoir arrêté le pompage du béton, il faut frapper la guillotine pour qu'elle se ferme et laisser le béton durcir et développer ses performances.



Figure 1



Figure 2



Figure 3

5. Champs d'applications

Ce procédé permet la réalisation d'ouvrages très différents, autant par leur hauteur, leur épaisseur que leur forme. Parmi les cas les plus fréquents, en voici une petite liste :

- Voûte de tunnel
- Murs
- Rénovation



Rénovation d'une voûte

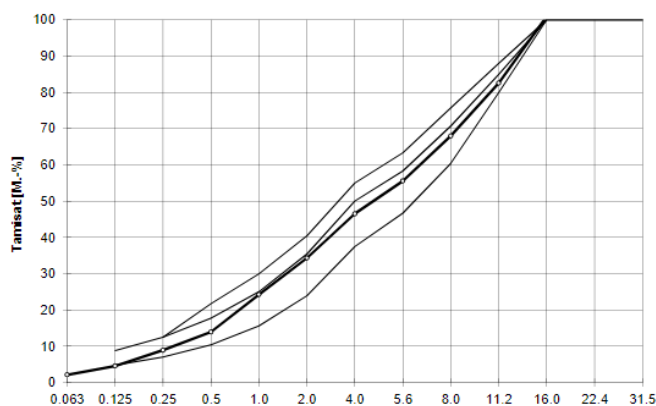
Bétonnage au pied d'un mur

Rénovation dans un sous-sol

6. Caractéristiques techniques

Recette de béton idéal pour un bétonnage avec guillotine (selon données techniques Holcim) :

- Classe de résistance à la compression : C30/37
- Classe d'exposition : XC4
- Classe de consistance : SF2
- Classe de chlorures : 0.10
- Type de ciment : Normo 5 R
- Teneur en ciment : 450 Kg/m³
- Rapport E/C : 0.40
- Masse volumique (frais) : 2.385 kg/dm³
- Granulométrie : 0/16 mm
- Répartition des classes granulaires :
 - 0/4 → 48.0% (833 kg sec)
 - 4/8 → 18.0% (312 kg sec)
 - 8/16 → 36.0% (625 kg sec)



Répartition granulométrique et fuseau (selon SIA 162)

7. Présentation chantier

Chantier du tunnel Les vignes à Courgevaux

L'exemple de ce chantier nous donnera plus d'indications quant à l'utilisation de ce système de mis en œuvre dans la construction.

Il s'agit de travaux de réfection de la voûte dans le tunnel des Vignes. Avec le temps et les différentes attaques envers le béton, celui-ci s'est progressivement dégradé. Il a donc fallu intervenir afin de remplacer ponctuellement le béton. L'intervention s'est déroulée sur 24 heures, ceci afin de permettre la réouverture de la portion d'autoroute le plus vite possible.

Phase préparatoire

Tout d'abord, il a fallu renforcer la zone concernée à l'aide d'ancrages et de renforts. Puis une entreprise spécialisée est intervenue afin de scier le béton, les déposer et les évacuer. Seule une partie de l'épaisseur du béton a été sciée afin d'être remplacée.

Phase travaux de bétonnage

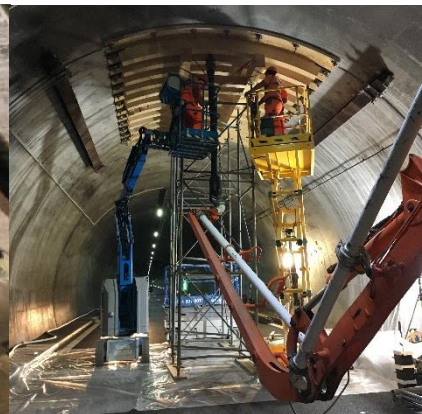
Ensuite, l'entreprise de construction est intervenue afin de poser l'armature et réaliser le coffrage. Les orifices permettant l'évacuation de l'air qui est enfermé dans le coffrage lors de la phase de bétonnage nécessite une attention particulière. Ainsi que la partie du coffrage destiné à recevoir la guillotine qui doit être réalisée de manière très précise afin d'éviter tout problème dû à la pression de bétonnage. Finalement, le bétonnage est réalisé à l'aide d'une pompe à béton automotrice et est injecté dans le coffrage. Il s'agit d'un béton SCC.



Travaux préparatoires



Vue de l'ouverture terminée



Travaux de bétonnage

Contraintes du chantier

Les travaux se situent dans un tunnel sur une autoroute
Manque de luminosité
Zone de bétonnage difficile
Contrainte de temps, travaux à réaliser en 24h
Travail nécessitant coordination, précision et expérience



Pompe à béton automotrice

8. Rendement et prix

Le rendement final pour le chantier décrit ci-dessus est de 7 à 8 m³/h. Il est évident que chaque chantier est unique et donc les rendements utilisés lors de celui-ci ne sont pas une vérité générale pour tout autre ouvrage.

Les prix suivants sont donnés uniquement pour ce chantier par l'entreprise Holcim SA :

- Prix béton franco-chantier : 215.-/m³
- Prix pompage : 32.-/m³
- PV accélérateur de durcissement : 45.-/m³

Ces prix ont été calculés et transmis par le fournisseur en fonction des caractéristiques de ce chantier uniquement et correspondent aux prix du marché selon la date d'exécution de ce chantier, soit en août 2018. Il est donc normal que les prix des différents fournisseurs varient selon l'ampleur et l'emplacement du chantier.

9. Conclusion

Le bétonnage avec guillotine en fond de coffrage est présenté comme l'une des solutions miracles pour tous genres d'ouvrages complexes à réaliser, à condition que les prescriptions de l'élaboration citées ci-dessus soient correctement respectées. Il est donc essentiel de prendre en compte que la difficulté de réalisation est à étudier cas par cas. Les techniques de coffrage et bétonnage restent assez similaires à une réalisation traditionnelle. Une attention particulière sera portée lors de la phase de coffrage. L'utilisation d'un béton SCC est obligatoire afin de garantir les travaux.

L'expérience du maçon ainsi que la situation et le lieu sont des facteurs essentiels au bon déroulement des travaux. Le rendement peut varier du simple au double selon les chantiers. Cette méthode de bétonnage est idéale pour les zones difficiles d'accès.

10. Références et remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont bien voulu nous accorder du temps pour répondre à nos questions et nous aider dans le développement de notre sujet. A savoir :

M. Roland Genilloud (Holcim SA)

M. Jean-Yves Progin (JPF SA)

Les photos utilisées sur ce rapport ont été prises par les personnes citées ci-dessus qui nous les ont communiquées à la suite de nos différents échanges de mails et sont issues du site internet suivant :

https://mauroux-sa.ch/portfolio_page/tunnel-les-vignes/