

COLLOQUE 2012

Les fibres dans les bétons projetés de soutènement provisoire de tunnels

David Chamoley



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE





Éléments de rédaction des spécifications dans les CCTP **(suite)**

Spécifications sur les ciments

Spécifications sur les fuseaux granulaires

Spécifications sur la fabrication des bétons fibrés

Spécifications sur les fibres

Spécifications sur les caractéristiques mécaniques des bétons fibrés

Programme des essais de convenance

1. Spécifications sur les fibres

- Exigences de la **NF EN 14889-1** (fibres métalliques)
-2 (fibres polymères)



- Exigence du **marquage CE système 1** (= système d'attestation de conformité pour les utilisations structurelles)
- Exclure les fibres **non durablement compatibles avec le milieu alcalin** (*cf document américain AC32 = critères d'acceptation pour les bétons de fibres synthétiques*)

1. Spécifications sur les fibres

- **Dosage minimum en fibres** :
 - Pas nécessaire de l'imposer au CCTP
 - *Spécifier plutôt les objectifs à atteindre (cf capacité d'absorption d'énergie)*
 - A déterminer lors des épreuves de convenance
 - *Comparer plusieurs types de fibres et plusieurs dosages*
 - A contrôler durant le chantier
 - *Sur béton fraîchement projeté pour gagner en réactivité (sur les mesures de capacité d'absorption d'énergie)*
 - *Sur béton durci (utilisé surtout en cas de non conformité des valeurs d'absorption d'énergie)*

1. Spécifications sur les fibres

- **Contrôle du dosage en fibres**

- ***sur béton frais*** : méthode B de l'essai normalisé NF EN 14488-7

Prélèvement et immersion dans l'eau d'un échantillon de 1 l de béton projeté fibré immédiatement après sa projection. Puis récupération, séchage et pesage des fibres.



Coupelle de prélèvement



Récupération des fibres métalliques



ou synthétiques

- ***sur béton durci*** : méthode A de la même norme

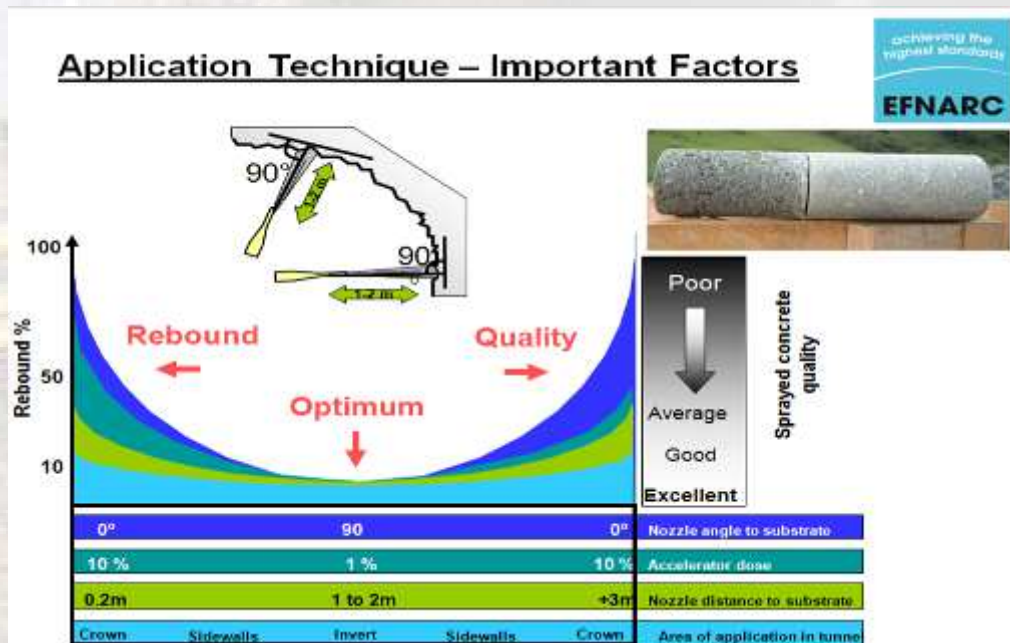
Prélèvement puis concassage de 1l sur une plaque préalablement testée en capacité d'absorption d'énergie.

1. Spécifications sur les fibres

- Dosage usuel en fibres

Fibres métalliques → 20 à 35 kg / m³ avant projection

Macro-fibres synthétiques → 5 à 7 kg / m³ avant projection



Attention dans les CCTP :
Si prescrit, indiquer les 2 dosages avant projection ≠ après projection

Ordre de grandeur du % en perte de fibres en VM = 10 à 25 % (suivant les fibres, la distance et l'angle de la lance au support, l'inclinaison du support)

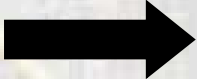
2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- Constat n°1 :

Objectif recherché en soutènement provisoire

=

Ductilité du béton



On recherche un béton capable d'encaisser une déformation du rocher.

Il n'est donc pas nécessaire d'imposer des bétons trop résistants (au-delà de C30/37) sinon les exigences relatives à la capacité d'absorption d'énergie du béton devront également être augmentées.

2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- **Conséquence : La résistance en compression**

➔ Recommandations à 28 jours : Classe C25/30 à C30/37

OR avec un dosage minimum en ciment de 400 kg / m³ recommandé dans la formulation des bétons projetés, on obtient souvent des résistances + élevées (C35/45 ou C40/50 voire plus).

2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- **Rappel : La résistance en compression**

- Mesurée selon la norme NF EN 12504-1 sur des carottes (\varnothing 60mm, H = 12 cm) prélevées sur des dalles de béton projeté conformément à l'EN 14488-1
- Critères de conformité (sur au moins 3 éprouvettes) :
 - > valeur moyenne supérieure ou égale à la valeur prescrite
 - > au moins 2 des 3 valeurs supérieures à la valeur prescrite



2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- **Conséquence : La capacité d'absorption d'énergie**

- Rappel : Elle dépend de la nature géotechnique du terrain encaissant et donc de la fonction recherchée du béton projeté (peau protectrice ou résistante)

 **Recommandations à 28 jours :**

Classe de résistance	Classe d'absorption d'énergie minimum
C25/30 à C30/37	E500 ou E700 (en fonction du terrain)
> C35/45	E800 ou E1000 (en fonction du terrain)

2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

Rappel : La capacité d'absorption d'énergie

- Mesurée selon la norme NF EN 14488-5 sur des dalles de béton projeté.
- Critères de conformité (sur au moins 3 dalles) :
 - > aucune valeur inférieure à l'énergie prescrite



2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- Constat n°2 :

Objectif recherché de sécurité des ouvriers

=

Montée rapide en résistance du béton



Ce paramètre impacte les cadences du chantier et relève de la responsabilité et du choix de l'entreprise.



Recommandation au jeune âge : Pas nécessaire de spécifier des valeurs à quelques heures.


2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- Constat n°3 :

Objectif recherché des contrôles

=

Réactivité si non-conformité



Les spécifications mécaniques sont contractuellement données à 28 jours.

Mais il serait intéressant de privilégier également des spécifications et contrôles à plus court terme (à 7 jours par exemple).

2. Spécifications sur les caractéristiques mécaniques

- **Conséquences > Les spécifications mécaniques à 7 jours**



Recommandations à 7 jours : La résistance à la compression et la capacité d'absorption d'énergie sont soit spécifiées contractuellement dans le CCTP, soit déterminées lors des essais de convenance (valeurs de référence) puis contrôlées pendant le chantier.

- Mesurées selon suivant les mêmes normes d'essai.
- Mêmes critères de conformité

A titre indicatif : valeurs à 7 jours \geq 75 à 80 % des valeurs à 28 jours

3. Programme de l'épreuve de convenance

Rappel :

- Réalisés par l'entrepreneur et sous sa responsabilité.
- Contrôle de la chaîne de mœ du béton (de la fabrication à la mise en œuvre) dans les mêmes conditions du chantier (mêmes matériels, matériaux et personnels) → **Constitue un PA**
- Délai nécessaire important à prendre en compte dans la période de préparation du chantier (y compris délais de réfection des épreuves).
- Les essais de convenance doivent pouvoir être réalisés dans les mêmes conditions par les laboratoires des contrôles externes et extérieurs.
- Les épreuves de convenance sont à adapter en fonction de l'importance du chantier.

3. Programme de l'épreuve de convenance

Consistance des épreuves de convenance :

- Consistance du béton frais (avant projection) pendant toute la durée d'ouvrabilité prescrite (paramètre du temps de transport) → valeurs de référence pour contrôle continu sur chantier
- Qualité de la mise en œuvre (triptyque matériau / matériel / projeteur)
- Résistances mécaniques à 7 et 28 jours (compression et capacité d'absorption d'énergie) → valeurs de référence à 7 jours si non prescrites au CCTP
- Dosage de la teneur en fibres sur béton frais et durci → valeurs de référence



***MERCI DE VOTRE
ATTENTION
ET
BON APPETIT !!***