

Parois moulées de grande profondeur : Bétonnage

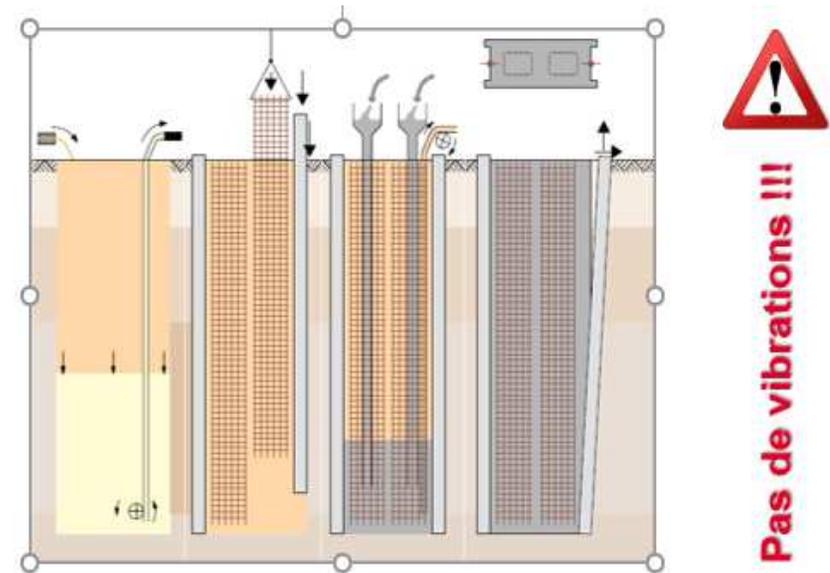
Séance animée par :

- Christophe Justino Soletanche Bachy

Sommaire

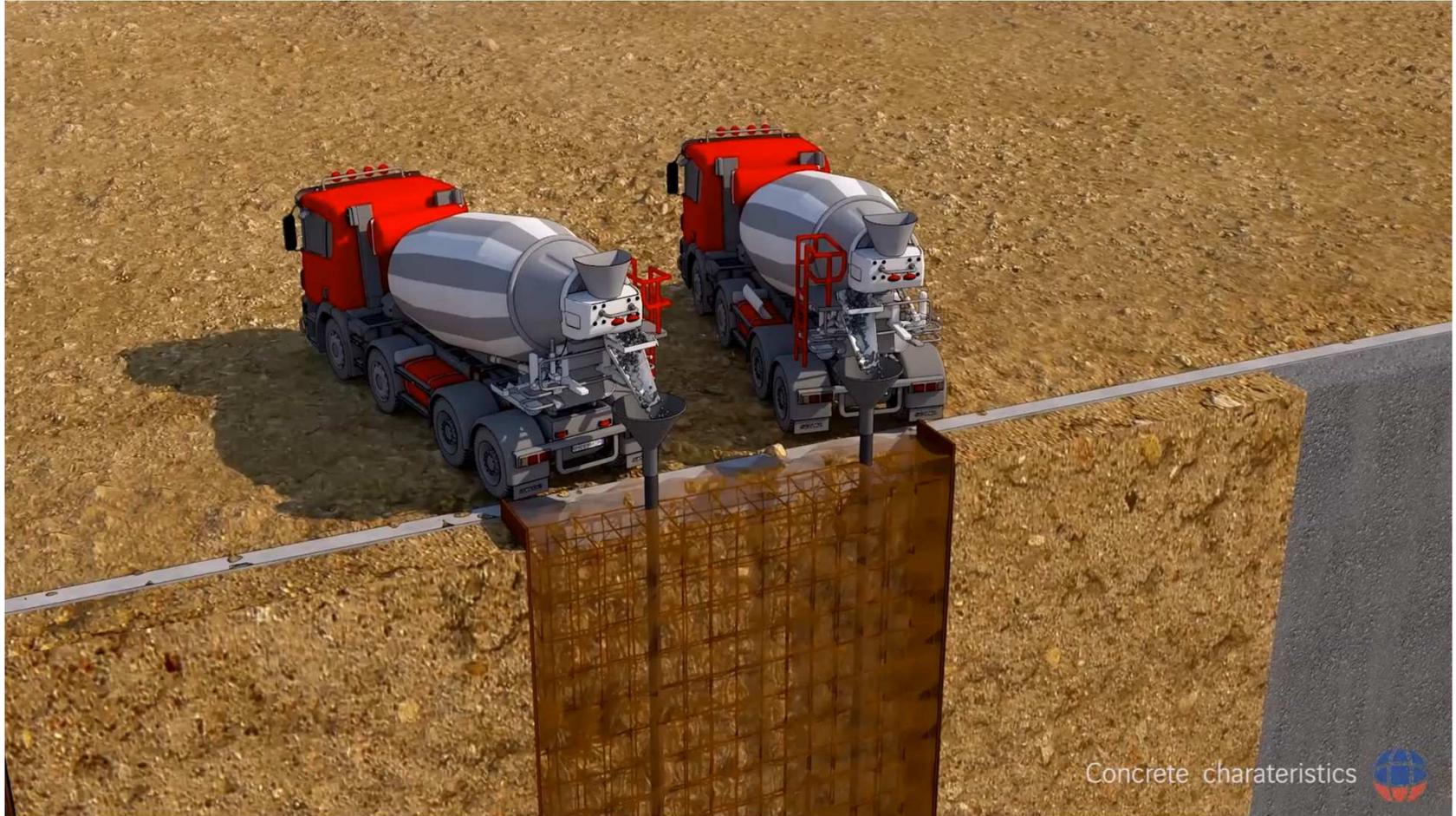
- Méthode de mise en œuvre
- Paramètres à considérer pour la formulation des bétons
- Spécifications
- Essais
- Contrôles préalables (béton et mise en œuvre)
- Règles de bétonnage tube plongeur
- Risques

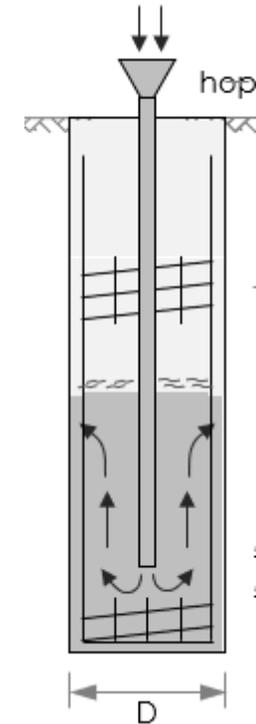
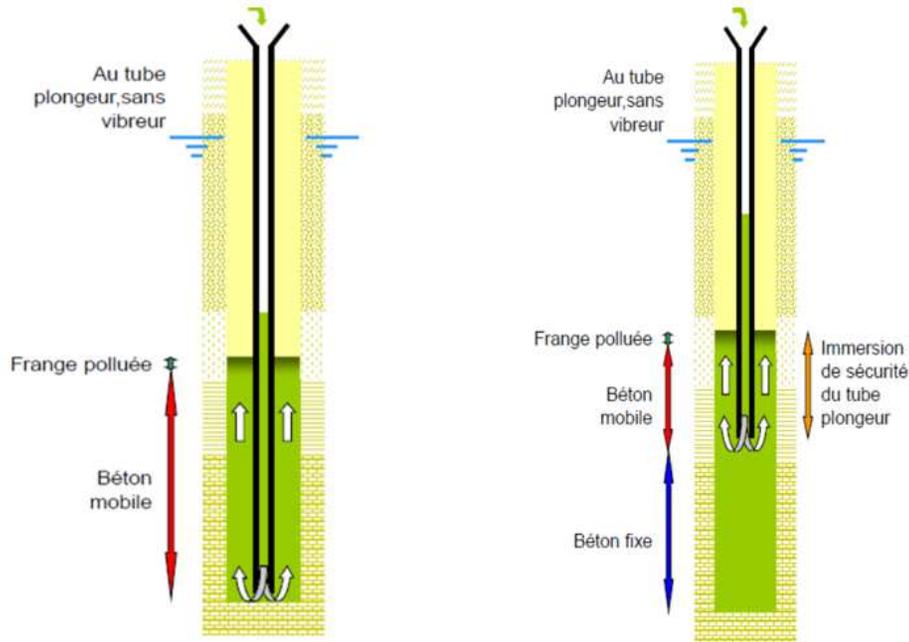
Rappel: méthode de mise en oeuvre



Propriétés remarquables requises pour ces bétons :

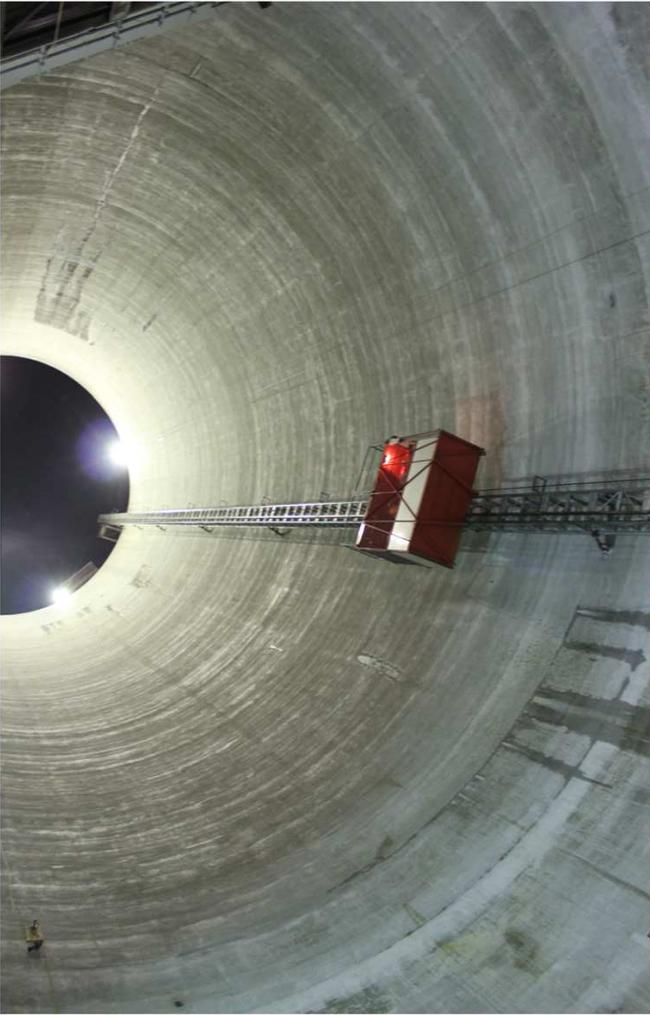
- Consistance fluide et maintien d'ouvrabilité pour durée supérieure à 90 min
- Aptitude à être mise en œuvre sous un fluide de forage et de le déplacer sans délayer
- Aptitude à se placer, se niveler sans vibration et à enrober les armatures
- Stabilité à l'état frais vis-à-vis de la pression exercée par les charges successives



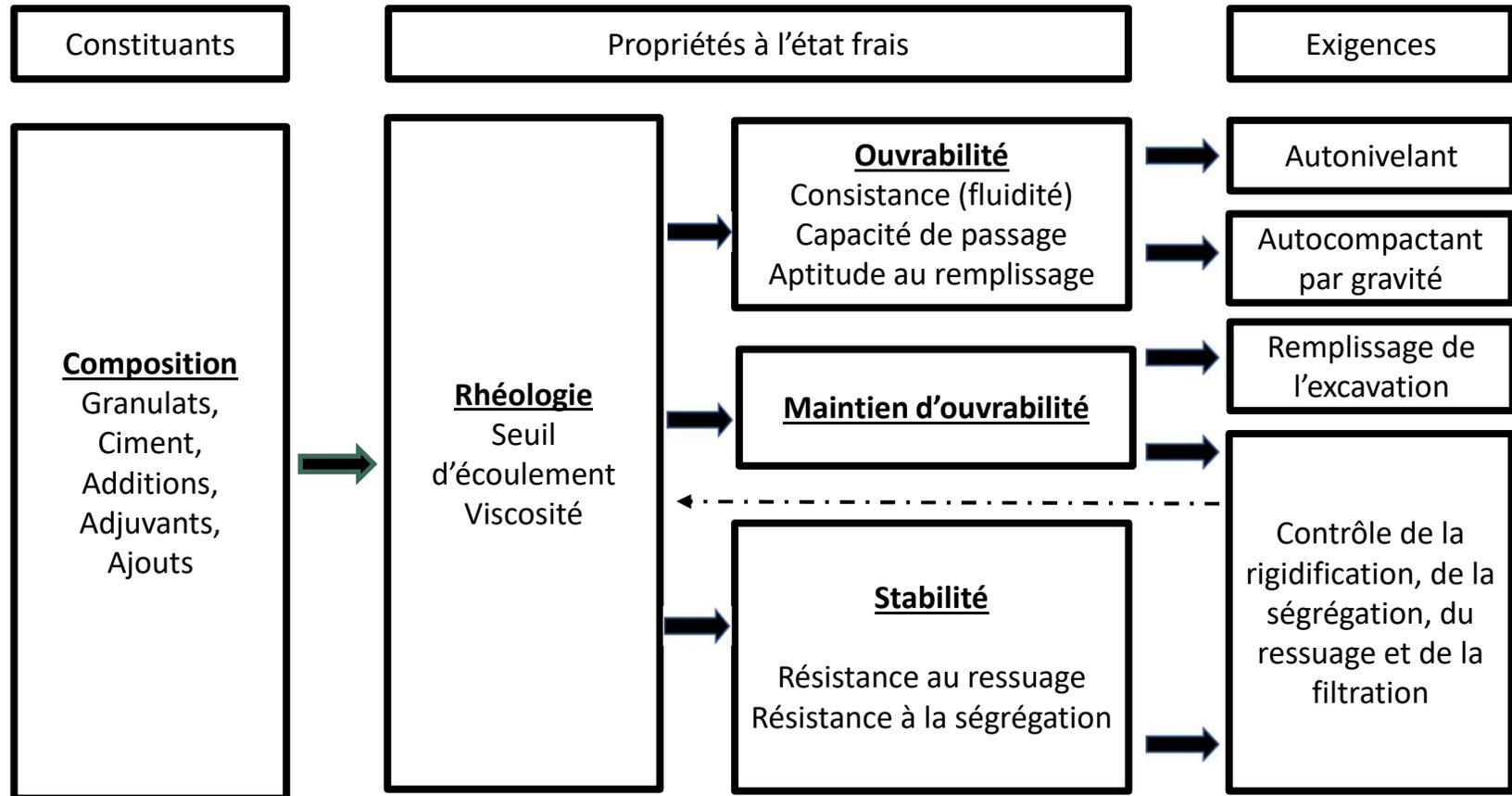


Lee Tunnel :

- Profondeur 90 m
- Epaisseur 1,50 m
- Volume 1200 m³
- Durée de bétonnage ~ 20h
- Maintien d'ouvrabilité 6 – 8h



Paramètres à considérer



Spécifications

Cadre normatif : NF EN 206/CN et son annexe D / Fascicule 65

Spécifications:

- Classe de résistance à la compression (Fck mini)
- Consistance
- Teneur en air mini

Composition:

- Dosage en liant (annexe NA.F)
- Dmax
- Teneur en fines

Tableau D.3 — Valeurs cibles de consistance du béton frais dans différentes conditions

Diamètre d'étalement à la table à chocs selon l'EN 12350-5 mm	Affaissement selon l'EN 12350-2 mm	Conditions types d'utilisation (exemples)
500	150	— bétonnage en conditions sèches
560	180	— béton mis en place par pompage ou — béton coulé par tube plongeur sous eau en conditions immergées
600	200	— béton coulé par tube plongeur sous fluide stabilisateur en conditions immergées



Tableau D.1 — Teneurs minimale en ciment et en fines du béton destiné aux pieux forés et aux pieux à refoulement de sol exécutés en place

Teneur en ciment :		
mise en place dans des conditions sèches		≥ 325 kg/m ³
mise en place dans des conditions immergées (sous eau ou fluides stabilisateurs)		≥ 375 kg/m ³
Teneur en fines ^a		
Gravillon	$D_{inf.} > 8 \text{ mm}$ $D_{sup.} > 8 \text{ mm}$	≥ 400 kg/m ³
Gravillon	$D_{inf.} \geq 4 \text{ mm}$ $D_{sup.} \leq 8 \text{ mm}$	≥ 450 kg/m ³
^a Fines : taille des particules ≤ 0,125 mm (additions et ciment inclus).		

NA.D.3.2 : Les additions conformes au NA.5.1.6 peuvent être utilisées en tant que remplacement partiel du ciment pour le respect des valeurs de la teneur minimale en ciment des Tableaux D.1 et D.2

Spécifications

Recommandations (EFFC/DFI Tremie guide 2nd Edition – 2018) / NF EN 206/CN – Annexe D

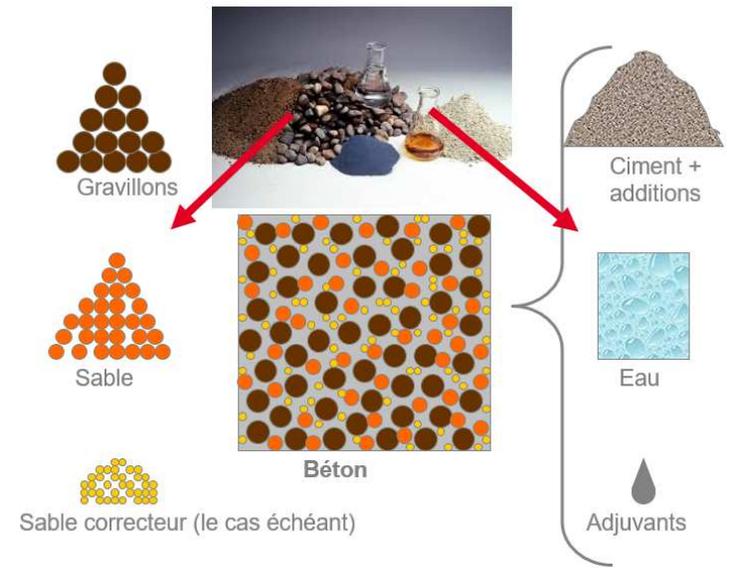
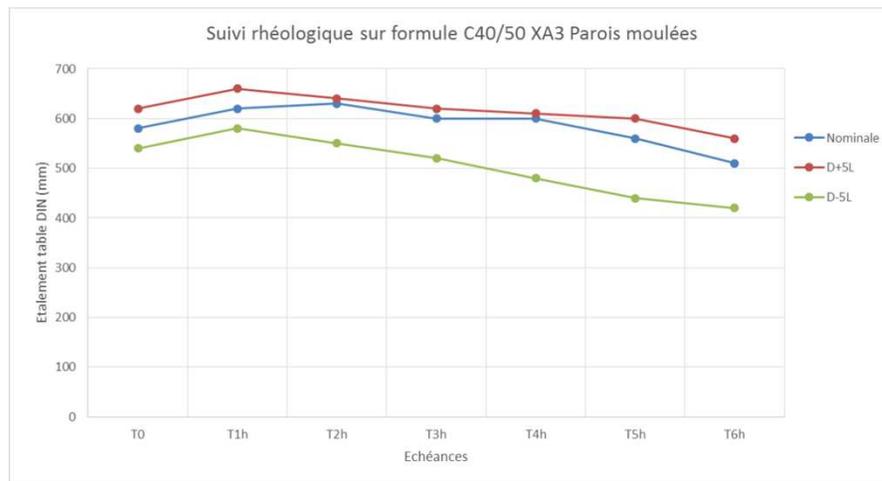
Spécifications:

- Ressuage des béton (XP P18-468)
- Temps d'écoulement au cône inversé (XP P18-469)
 - Maintien d'ouvrabilité



Composition:

- Granulométrie continue
- Adjuvants spécifiques



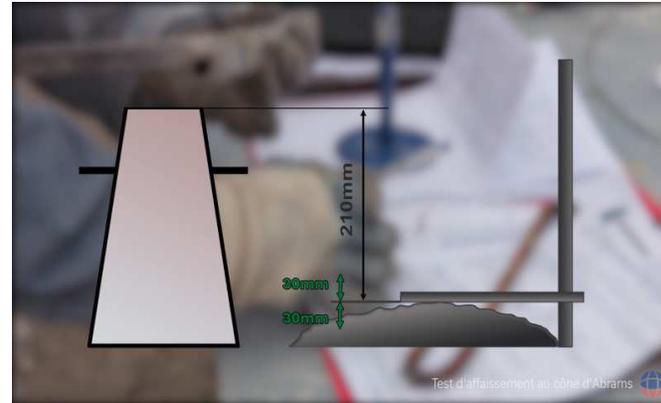
Contrôle bétons



SOLETANCHE BACHY

Essais

Essais de consistance





Flow time using inverted Abrams cone



Essais

Essais de stabilité



norme XP P18-468

Essai de mesure de vitesse de ressuage

Intervalle	Heure	Ressuage (ml)
00:30	09:30	0
01:00	10:00	0
01:30	10:30	0.5
02:00	11:00	3
02:30	11:30	4
03:00	12:00	2
03:30	12:30	3

Prélèvement $\geq 0.5\text{ml}$

12 : 120 soit 0.1ml/mn

12
Essai de mesure de vitesse de ressuage



Ressuage du béton au filtre presse



Contrôles préalables

Validation: convenances

Réalisation des convenances

S'assurer que la composition de béton et les outils de production du fournisseur permettent d'obtenir un béton adapté à nos ouvrages

- + Protocole
 - + Lieu, heure, personnes
 - + Formule, spécifications, essais,
 - + Nombre de gâchées, matériel,
- + Vérification de la centrale
- + Vérification dosage et comportement
- + Suivi des essais :
 - + Conservation du béton
 - + Echéances
 - + Echantillons
- + Compte rendu
- + Validation **après 28 jours**

Composition des bétons nécessitent souvent des révisions afin d'obtenir un béton conforme à l'ensemble de nos spécifications



CONVENANCES = IDENTIFIES LES PROBLEMES AVANT LE DEMARRAGE DU CHANTIER

Validation: épreuve d'étude (laboratoire)

Essais en amont des essais en centrale

- ⊕ Requis par le fascicule 65 (sauf si références probantes)

Robusesse de la composition de béton :

- ⊕ Eau \pm 10L/ m3 (ou 5L for HPC) Water
- Et éventuellement
- ⊕ \pm 10% sand/aggregate
 - ⊕ \pm 20kg cement
 - ⊕ Adjuvants...

Tests

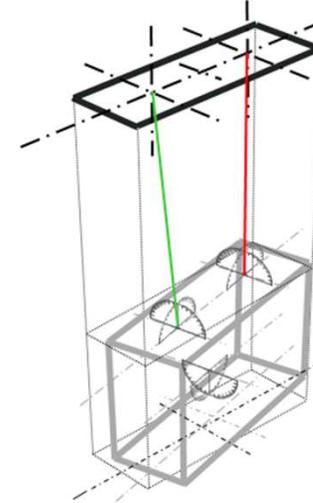
- ⊕ Fascicule 65 : consistance et Rc 28 jours
- ⊕ Fondations : viscosité, stabilité, résistance à jeune âge...
- ⊕ Et éventuellement des critères complémentaires



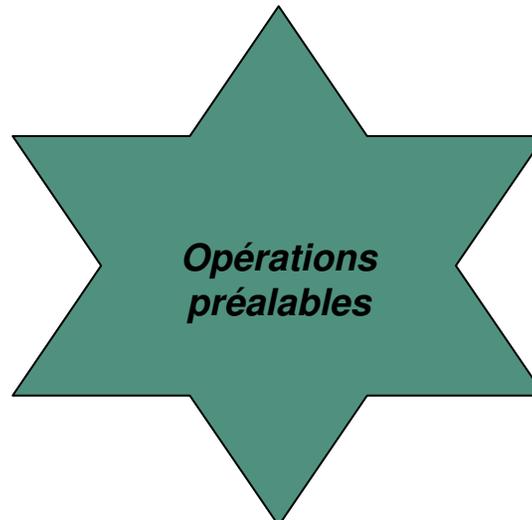
Bétonnage au tube plongeur (règles d'exécution)

NF EN 1538

Verticalité

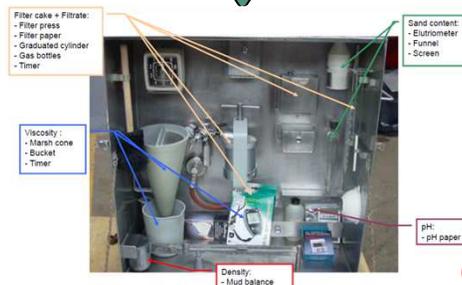
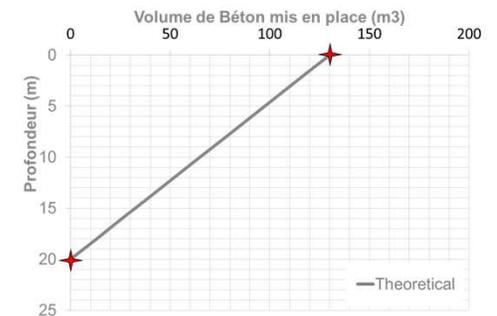


Curage fond de panneau / dessablage



Mise en circulation / contrôle fond (temps long / grande profondeur)

Préparation courbe bétonage / dimension réelle



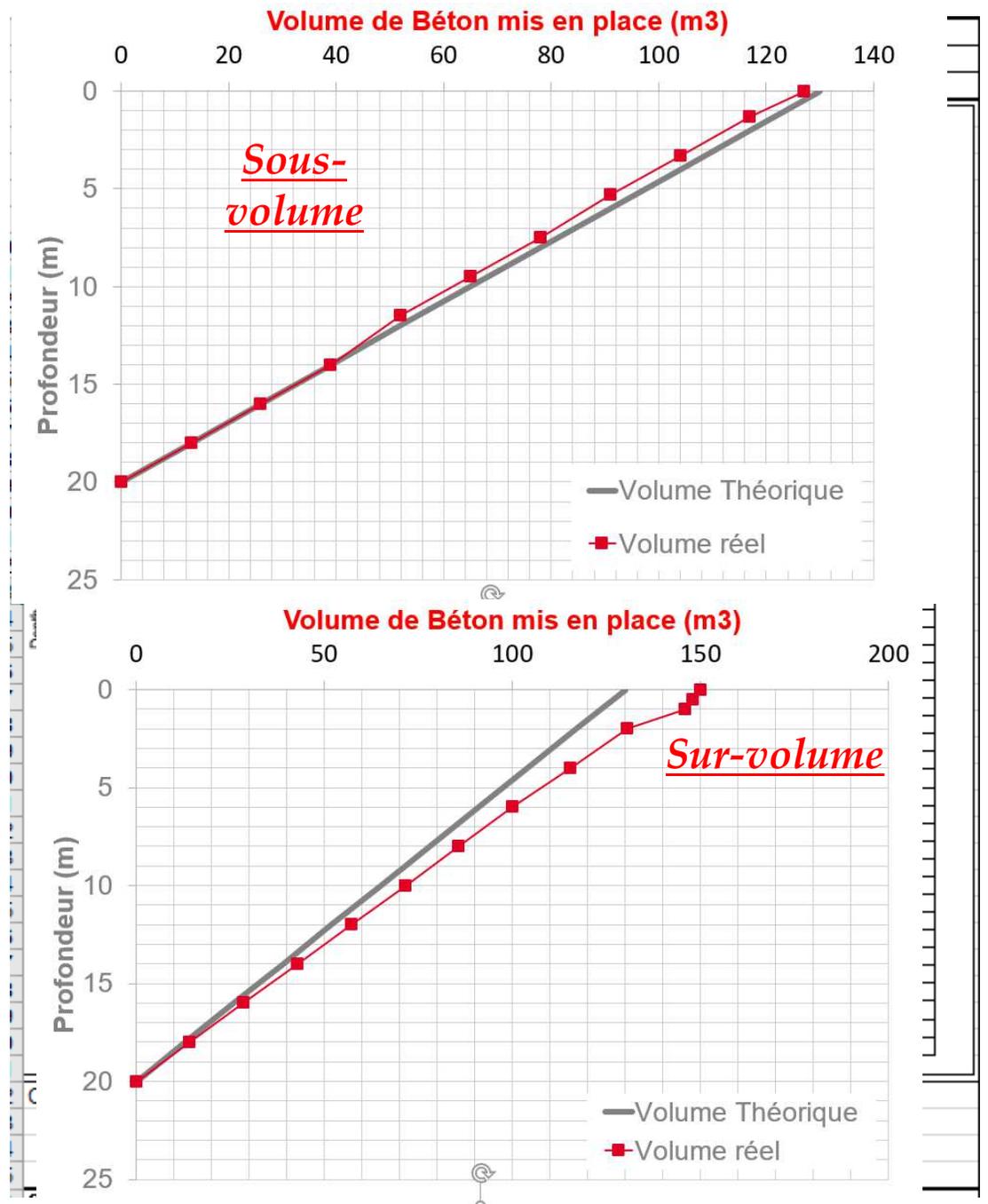
Equipements

Contrôle fluide stabilisateur

Bétonnage au tube plongeur (règles d'exécution)

NF EN 1538

- ⇒ Diamètre interne plongeur $> 6 \times D_{\max}$
- ⇒ Positionnement des tubes doit permettre de limiter le cheminement (horizontal) du béton à 3 m maximum
- ⇒ Vérification étanchéité des connections entre éléments
- ⇒ Positionnement du pied de tremie (~ 10 cm à 20 cm au dessus du fond de panneau)
 - Trop près = risque de bouchon
 - Trop éloigné = contamination du béton par la boue (zone d'interface)
- ⇒ Méthode d'armorçage retenue doit permettre de limiter la contamination physique du béton et la ségrégation dynamique (séparation physique nécessaire / Ex. GD Paris / Lee Tunnel = vermiculite ok)
- ⇒ **Règles d'or :**
 - Volume de béton disponible à l'armorçage
 - Niveau de tube plongeur dans le béton **doit être toujours $> 3 \text{ m}$** et $< 9 \text{ m}$
 - Cadences de bétonnage doit permettre d'assurer une vitesse de remontée de 3 m/h au minimum
 - Continuité du bétonnage est essentielle (limiter les attentes béton)
 - Grande profondeur = importance résistance ségrégation du béton
 - Contrôles profondeur béton (3 positions) moins de 50 cm entre 2 positions



Défauts liés:



Défauts liés au béton



Features & Defects Channeling

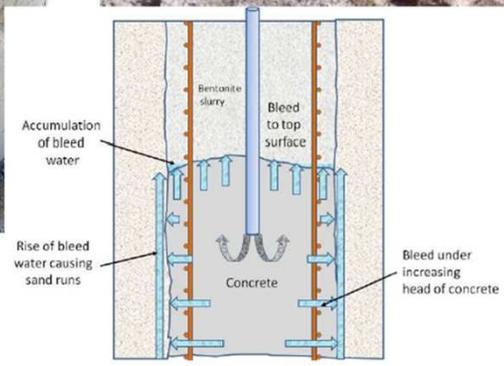
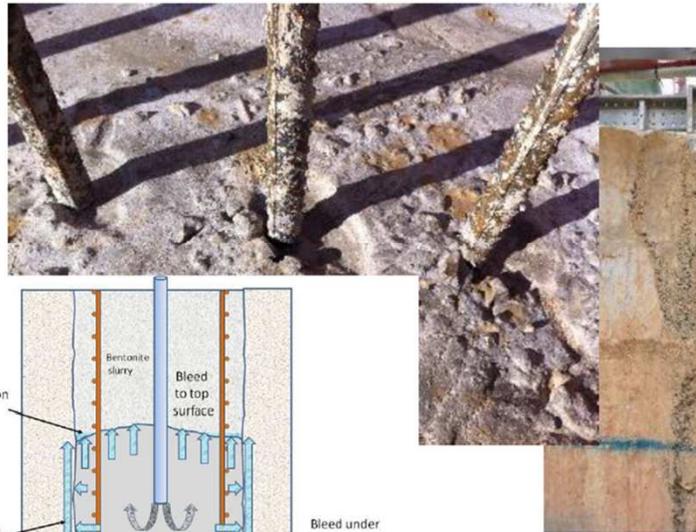
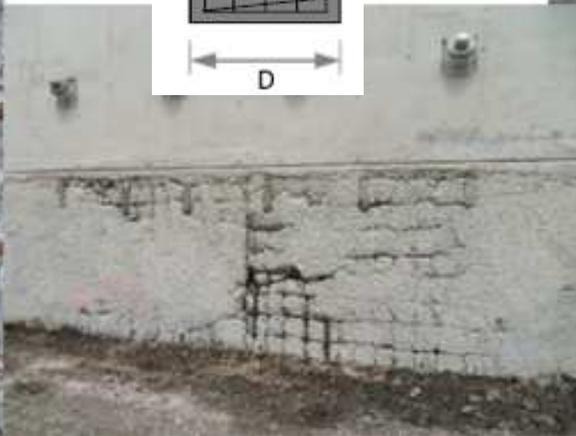
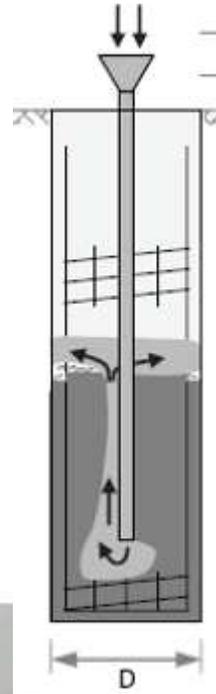


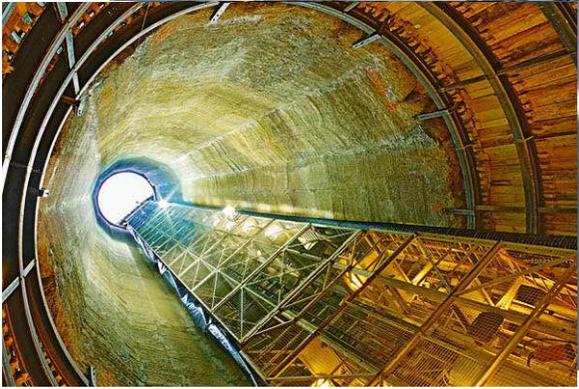
Photo showing Bleed channels Example



Photo showing Bleed channels Example

Défauts liés au béton
(matelassage)





DE NOUVEAUX OUTILS DE MESURE POUR UNE BONNE ASSURANCE DE LA QUALITE



Merci pour votre attention



Webinaire du 14 décembre 2021

Merci de votre attention

A votre disposition pour répondre à vos questions