

SOMMAIRE DÉTAILLÉ

Introduction générale

- Problématique du pompage des bétons fluides
- Technique de pompage du béton
- Avantages et limites du pompage
- Phénomène de bouchage dans les conduites
- Notion de pompabilité
- Objectifs de l'étude

Chapitre 1 — Pompage des bétons et phénomènes à l'interface béton-paroi

1.1. Technique de pompage

- Principe du pompage
- Pompes à béton
- Tuyauteries et installations de pompage
- Débit et pression de pompage

1.2. Pompabilité des bétons

- Définition de la pompabilité
- Formation des bouchons
- Conditions favorisant le pompage
- Influence de la composition du béton

1.3. Interface béton-paroi

- Frottements à l'interface
- Écoulement du béton dans les tuyaux
- Formation de la couche limite
- Rôle de la couche limite dans la pompabilité

La couche limite est constituée principalement de **ciment, d'eau et de sable fin de diamètre inférieur ou égal à 0,25 mm.**

Chapitre 2 — Paramètres de pompage et comportement de l'interface

2.1. Loi de comportement de l'interface

- Contrainte de cisaillement
- Vitesse relative de glissement
- Seuil d'interface
- Constante visqueuse

2.2. Paramètres caractéristiques

- **Seuil d'interface τ_0**
- **Constante visqueuse η**
- Relation entre frottement et vitesse

2.3. Influence de la couche limite

- Composition
- Épaisseur
- Propriétés rhéologiques
- Relation entre couche limite et composition globale du béton

Chapitre 3 — Développement du tribomètre à béton

3.1. Présentation du tribomètre

- Principe de fonctionnement
- Description de l'appareil
- Cylindre et récipient
- Système d'agitation

3.2. Méthode expérimentale

- Mesure des frottements au fond du cylindre

- Mesure des frottements totaux
- Détermination des frottements à la paroi
- Détermination des paramètres d'interface

3.3. Exploitation des résultats

- Couples de frottement
- Conversion des mesures
- Détermination du seuil d'interface
- Détermination de la constante visqueuse

Le tribomètre développé dans l'étude permet précisément de mesurer les frottements et de déterminer ces deux paramètres de pompage.

Chapitre 4 — Influence de la composition du béton sur les paramètres de pompage

4.1. Volume de pâte

- Influence sur les frottements
- Influence sur la constante visqueuse
- Influence sur la pompabilité

4.2. Rapport eau/ciment

- Effet du rapport E/C
- Modification des propriétés de l'interface

4.3. Adjuvants

- Dosage en adjuvant
- Nature de l'adjuvant
- Influence des superplastifiants

4.4. Particules fines

- Sablon
- Fillers calcaires
- Fumée de silice

- Influence des particules inférieures à 0,25 mm

4.5. Rapport gravier/sable

- Influence du rapport G/S
- Influence sur la couche limite
- Influence sur les frottements

4.6. Diamètre maximal des granulats

- Influence de la granulométrie
- Influence des gros granulats sur la pompabilité

Les résultats disponibles indiquent que les **fines inférieures à 0,25 mm jouent un rôle majeur dans les frottements à l'interface.**

Chapitre 5 — Étude de la couche limite

5.1. Composition de la couche limite

- Ciment
- Eau
- Sable fin
- Particules fines

5.2. Relation entre la couche limite et le béton

- Influence de la composition globale
- Formation de la couche limite
- Épaisseur de la couche limite

5.3. Propriétés rhéologiques

- Viscosité
- Seuil de cisaillement
- Relation entre viscosité de la couche limite et constante visqueuse de l'interface

Chapitre 6 — Modèle de calcul de la constante visqueuse

6.1. Détermination des paramètres du modèle

- Paramètres de composition du béton
- Paramètres de la couche limite
- Relation entre composition et constante visqueuse

6.2. Proposition du modèle

- Formulation du modèle
- Hypothèses
- Domaine d'application

6.3. Validation expérimentale

- Comparaison des valeurs calculées et mesurées
- Précision du modèle
- Analyse des écarts

Le modèle proposé vise à prévoir la **constante visqueuse**, qui est un paramètre essentiel des frottements à l'interface ; la précision annoncée est d'environ $\pm 16\%$.

Chapitre 7 — Application aux différents types de bétons

7.1. Bétons ordinaires fluides

7.2. Bétons avec superplastifiant

7.3. Bétons contenant du sablon

7.4. Bétons avec fillers calcaires

7.5. Limites d' application aux bétons contenant de la fumée de silice

Le modèle est présenté comme applicable à plusieurs familles de bétons courants, mais avec des limites notamment pour les bétons contenant de la fumée de silice ou une quantité excessive de gros granulats.