

Critères de choix et de conception des revêtements

François Laigle



Les différents types de revêtements

Étapes et critères de choix



Les différents types de revêtement

Tunnels non-revêtus



Soutènement définitif en béton projeté



Revêtement en béton armé ou non-armé



Les différents types de revêtement

**Revêtement en
voussoirs de béton**



**Blindage
métallique**



**Revêtement en béton avec
membrane d'étanchéité**

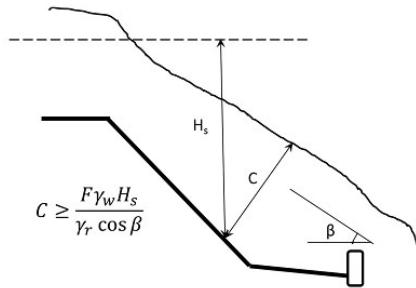
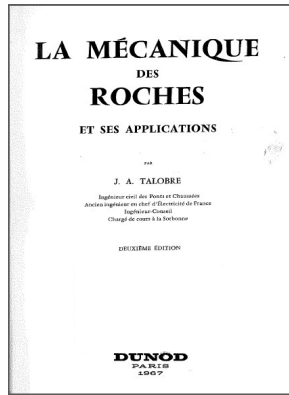


Revêtement en béton précontraint

Étapes et critères de choix

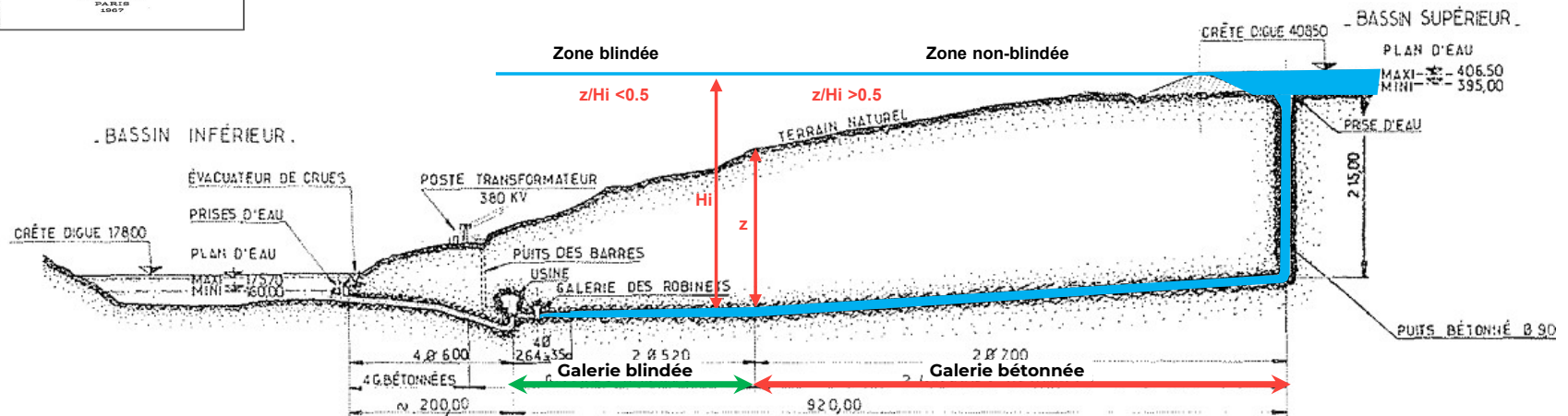
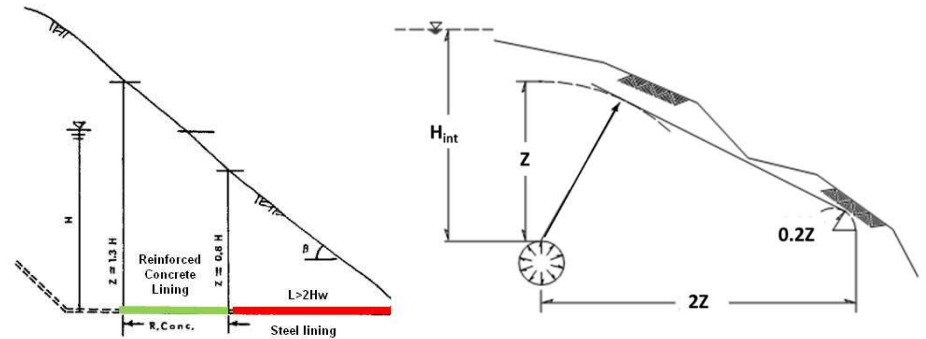
1 - Condition de stabilité mécanique générale

Risque "d'éventrement" du massif
Critères de couverture



Règles empiriques basées sur le retour d'expérience

- Critère de Talobre
- Critère australien dit de « Snowy Mountains »
- Critère Norvégien
- Critère de Deere

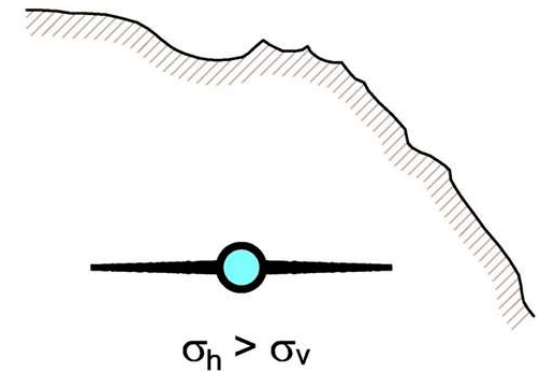
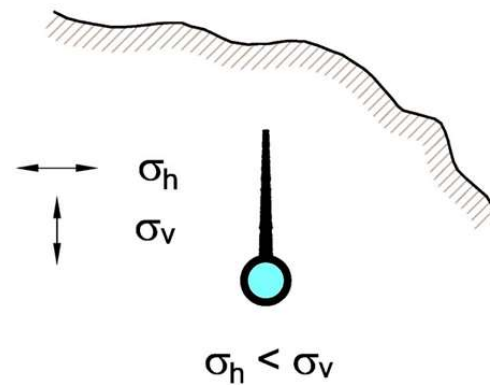
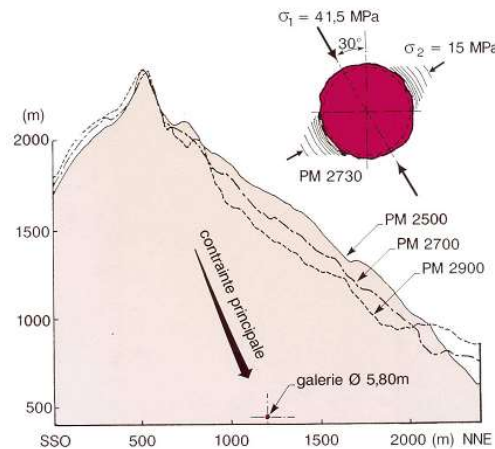


Étapes et critères de choix

2 - Condition de stabilité hydro-mécanique Risque de claquage hydraulique Vérification de la condition de fracturation hydraulique

Vérifier que la contrainte mineure initiale en place est inférieure à la pression interne dans le tunnel/puits

- Sous pression hydrostatique $\sigma_{\min} > 1.2 \text{ à } 1.5 H_i \cdot \gamma_w$
- Sous pression transitoire dynamique : $\sigma_{\min} > 1.0 \text{ à } 1.1 H_{i-\text{dyn}} \cdot \gamma_w$



Étanchéité totale
Blindage métallique

ZON

-CO

Étapes et critères de choix

3 - Sensibilité physico-chimique du massif à l'eau et aux écoulements d'eau

Évaluer la sensibilité du terrain vis-à-vis des risques de dissolution et/ou d'érosion

Critère de dissolution

Terrains gypseux et cargneules érodables

Étanchéité totale à assurer

Terrains avec anhydrites massives

Limiter les écoulements à l'extrados des ouvrages

Injection de consolidation autour des ouvrages

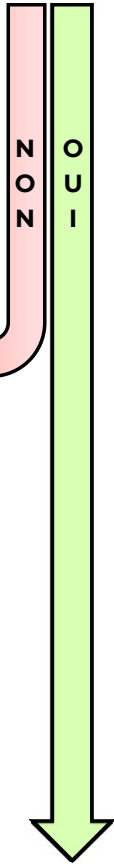
Risque à long terme de dissolution

Critère d'érosion

Terrains types mylonite argileuse de faille, cargneules

- *Étanchéité totale ou partielle à assurer*
- *Analyse des conséquences d'une érosion, présence d'un exutoire pour les fuites, dimension de la zone à traiter...*
- *Faibles caractéristiques mécanique → A prendre en compte dans le dimensionnement du revêtement et blindage éventuel*

Étanchéité totale ou partielle
Blindage métallique
Béton armé, ou non armé, membrane...



Dégradation galerie EDF Arc-Isère 1979

D'après G. Devèze – EDF – TEGG- Journée technique CFGI-SIM-Ecole des Mines de Paris - 2014



Étapes et critères de choix

4 - Critère relatif aux fuites et pertes d'eau

Perméabilité du massif $< 10^{-7}$ m/s

Fuites essentiellement contrôlées par le massif

Fuites généralement faibles
Peu de risque d'érosion
Faible influence sur la piézométrie du massif

Revêtement non étanche

- Galerie sans revêtement
- Béton projeté
- Béton non armé

Perméabilité du massif $> 10^{-7}$ m/s

Fuites essentiellement contrôlées par le revêtement

Estimation du volume des fuites et impact potentiel sur la nappe et sa piézométrie

Fuites acceptables vis-à-vis des critères géologiques, hydrogéologiques et économiques

Fuites acceptables vis-à-vis des critères géologiques, hydrogéologiques et économiques

Revêtement non étanche ou partiellement étanche

- Galerie sans revêtement
- Béton projeté
- Béton non armé
- Béton armé

Revêtement partiellement étanche ou étanche

- Béton non armé & Injections de consolidation
- Béton armé avec ou sans injections de consolidation
- Membrane
- Blindage
- ...