

Marc PANET

**CALCUL DES TUNNELS
PAR LA MÉTHODE
CONVERGENCE–CONFINEMENT**



**Presses de l'école nationale des
Ponts et chaussées**

SOMMAIRE

Préface	3
1. Introduction.....	7
1.1. La convergence des tunnels	8
1.2. Les méthodes d'analyse et de dimensionnement des soutènements	13
1.3. Les principes généraux de la méthode convergence-confinement	21
2. Le comportement mécanique des soutènements.....	27
2.1. Rigidité normale et rigidité à la flexion d'une coque cylindrique	29
2.2. Le soutènement par anneaux de voussoirs	32
2.3. Le soutènement par cintres métalliques	37
2.4. Le soutènement par boulons	42
2.5. Le béton projeté	49
2.6. Les soutènements composites	50
2.7. Les présoutènements	51
2.8. Le préconfinement	54
2.9. Comparaison des rigidités de différents types de soutènements.....	55
2.10. La distance non soutenue	56
3. La méthode convergence-confinement dans le cas d'un comportement élastique du massif.....	61
3.1. Champ de déplacement et convergence d'un tunnel non-soutenu.....	62
3.2. Champs de contraintes et de déformations autour du tunnel non soutenu.....	65
3.3. Equations de la méthode convergence-confinement	69
3.4. Contraintes initiales anisotropes	71
3.5. Comportement élastique non linéaire du massif.....	77
4. La méthode convergence-confinement dans le cas d'un massif à comportement élastoplastique.....	85
4.1. Critères de rupture et lois de comportement élastoplastiques	85
4.2. Le développement de la zone de rupture.....	91
4.3. La loi de convergence	94
4.4. La courbe caractéristique du massif.....	96
4.5. L'équilibre en voûte de la zone décomprimée	112
4.6. Tunnels profonds et tunnels superficiels	115
5. La détermination du taux de déconfinement.....	125
5.1. Méthode fondée sur la courbe de convergence du tunnel non soutenu	129
5.2. Les méthodes implicites.....	131
5.3. Utilisation de modélisations numériques	137
6. La méthode convergence-confinement et le comportement différé du massif.....	139
6.1. Interprétation des mesures de convergences	139
6.2. Le comportement différé du massif.....	143
6.3. Le modèle viscoélastique	143
6.4. Les modèles viscoplastiques	146
6.5. La prise en compte de l'établissement du régime hydraulique.....	153
7. L'utilisation des modèles numériques pour l'application de la méthode convergence-confinement	159
7.1. Généralités	159
7.2. Exemple	161