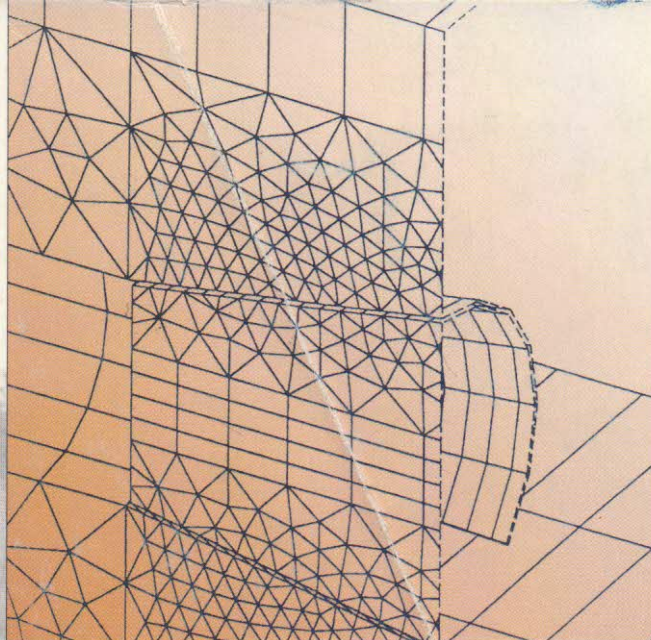




Laboratoire
Central
des Ponts
et Chaussées



Géotechnique GT 68

ISSN 1157-3910

Mohamed Atwa, Eric Leca, Jean-Pierre Magnan

Analyse des écoulements d'eau autour des tunnels en construction et à long terme

ÉTUDES ET RECHERCHES
DES LABORATOIRES
DES PONTS ET CHAUSSÉES

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

SOMMAIRE

RESUME

5

INTRODUCTION GENERALE

10

CHAPITRE I

ANALYSE DES ECOULEMENTS VERS LES TUNNELS - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Introduction	12
I.2. Effets du creusement d'un tunnel en présence d'une nappe phréatique	13
I.2.1. L'écoulement des eaux souterraines vers l'ouvrage	
Caractéristique majeure	13
I.2.2. Problèmes liés à l'écoulement des eaux vers les tunnels	
Observations de chantiers	13
I.2.3. Analyse des observations – Conclusions	22
I.3. Modélisation des écoulements hydrauliques dans les sols	
en présence de surface libre	25
I.3.1. L'eau dans les sols	25
I.3.2. Modélisations usuelles des problèmes pratiques d'écoulement	
en présence de surface libre	26
I.3.2.1. Préliminaires	26
I.3.2.2. L'approche analytique	28
I.3.2.3. Les approches expérimentales	29
I.3.2.4. Les approches numériques	31
I.4. Calcul des écoulements vers les tunnels – Revue des travaux antérieurs	36
I.4.1. Introduction	36
I.4.2. Description des méthodes de calcul	36
I.4.2.1. Écoulements en régime permanent	39
I.4.2.2. Écoulements en régime transitoire	50
I.4.3. Commentaires	56
I.5. Conclusions	57

CHAPITRE II

ANALYSE DES ECOULEMENTS AUTOUR D'UN TUNNEL PAR LA METHODE DES ELEMENTS FINIS A L'AIDE DU LOGICIEL CESAR-LCPC

II.1. Introduction	59
II.2. Le progiciel CESAR-LCPC et ses sous-programmes de diffusion	60
II.3. Traitement numérique de l'écoulement avec surface libre	
dans CESAR-LCPC par l'approche monophasique	62
II.4. Analyse des écoulements autour d'un tunnel en régime permanent	65
II.4.1. Buts de l'étude	65

II.4.2. Modélisation des écoulements vers un tunnel perméable en conditions bidimensionnelles	66
II.4.3. Comparaison des résultats numériques à ceux des méthodes approchées	72
II.4.4. Influence de l'écoulement au-dessus du niveau piézométrique	75
II.4.5. Influence de l'anisotropie de perméabilité et de l'hétérogénéité du terrain	76
II.4.6. Influence de la présence d'un revêtement	84
II.4.7. Analyse des écoulements vers un tunnel en conditions tridimensionnelles	87
II.4.8. Apport du calcul tridimensionnel par rapport au calcul plan	90
II.5. Analyse des écoulements hydrauliques autour d'un tunnel en régime transitoire	98
II.5.1. Évolution dans le temps du régime hydraulique en conditions bidimensionnelles	98
II.5.2. Comparaison des résultats numériques à ceux donnés par les méthodes approchées	102
II.5.3. Rôle de l'anisotropie et de l'hétérogénéité du terrain	105
II.5.4. Influence du revêtement du tunnel	107
II.5.5. Évolution de l'écoulement vers un tunnel en conditions tridimensionnelles	107
II.6. Conclusions	113

CHAPITRE III

ANALYSE DE TECHNIQUES DE CHANTIER DESTINEES A REDUIRE L'EFFET DES ECOULEMENTS AU FRONT

III.1. Introduction	115
III.2. Techniques adoptées sur chantiers pour atténuer l'impact de l'écoulement au front	116
III.3. Modélisation de quelques techniques de chantier et comparaison de leur efficacité à réduire l'effet des écoulements au front	117
III.3.1. Cas étudié	117
III.3.2. Étude préliminaire de l'évolution du régime hydraulique vers le front de taille dans les conditions du massif considéré	117
III.3.3. Drainage à l'avancement par un système de drains horizontaux	119
III.3.4. Drainage par un système auréolaire en voûte	134
III.3.5. Réalisation d'un diaphragme étanche	138
III.4. Modélisation des écoulements vers un tunnel au cours de l'avancement du front	140
III.4.1. Modèle considéré, hypothèses et phasage des calculs	140
III.4.2. Analyse des résultats	142
III.5. Conclusions	150

CONCLUSIONS GENERALES	153
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	155
ANNEXES	161