

C. LOUIS

## Introduction à l'hydraulique des roches



*Extrait du*  
*Bulletin du B.R.G.M. — Deuxième série — Section III — n° 4 — 1974*

# Introduction à l'hydraulique des roches\*

C. LOUIS \*\*

MOTS CLÉS : Thèse, Modèle mathématique, Perméabilité, Roche, Fracturation, Essai in situ, laboratoire, Contrainte, Surface piézométrique, Barrage, Drainage, Injection Isère (Grand Maison).

## Sommaire

RÉSUMÉ .....	284	3.3. <i>Fracture élémentaire</i> .....	297
1. INTRODUCTION .....	285	3.4. <i>Conductivité hydraulique d'un système de fractures</i> ..	298
1.1. <i>L'eau et la géotechnique</i> .....	285	3.4.1. <i>Système de fractures continues</i> .....	298
1.2. <i>L'hydrogéologie, l'hydrogéotechnique, l'hydraulique des roches</i> .....	286	3.4.2. <i>Système de fractures discontinues</i> .....	298
1.3. <i>Quelques aspects de l'hydraulique des roches</i> .....	287	4. DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES HYDRAULIQUES	
2. CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU		4.1. <i>Introduction</i> .....	299
2.1. <i>La roche et les massifs rocheux</i> .....	289	4.2. <i>Conductivités hydrauliques</i> .....	299
2.2. <i>Analyse structurale appliquée à l'hydraulique des roches</i> .....	291	4.2.1. <i>L'essai LUGEON classique</i> .....	300
2.3. <i>Corrélation entre les paramètres structuraux et hydrauliques</i> .....	293	4.2.2. <i>Essai LUGEON orienté</i> .....	305
2.4. <i>Echelle de la fracturation</i> .....	295	4.2.3. <i>Essai au moyen d'une sonde hydraulique triple</i> .....	308
2.4.1. <i>Critère de continuité ou discontinuité d'un milieu</i> .....		4.2.4. <i>Mesures au micromoulinet</i> .....	310
2.4.2. <i>Effet d'échelle</i> .....	296	4.3. <i>Mesures piézométriques</i> .....	311
3. LOIS D'ÉCOULEMENT DANS LES ROCHES		4.3.1. <i>Le piézofor</i> .....	311
3.1. <i>Position du problème</i> .....	296	4.3.2. <i>Le piézo-perméamètre</i> .....	311
3.2. <i>Massifs sans fracture ouverte</i> .....	296	4.3.3. <i>Exemple d'application: auscultation hydraulique de talus</i> .....	311
		4.4. <i>Influence des contraintes sur les conductivités hydrauliques</i> .....	313
		4.4.1. <i>Description du phénomène</i> .....	313
		4.4.2. <i>Approche expérimentale du problème</i> .....	317
		5. SIMULATION DES ÉCOULEMENTS .....	321
		5.1. <i>Position du problème</i> .....	321
		5.2. <i>Simulation bidimensionnelle</i> .....	322

\* Ce texte constitue une version simplifiée et résumée du manuscrit présenté par l'auteur en vue d'une soutenance de thèse de doctorat es Sciences à l'Université de Paris VI, année 1974-75.

\*\* B.R.G.M.

5.2.1. Milieu continu .....	322	6.1.2. Etude structurale .....	333
5.2.2. Milieu discontinu .....	324	6.1.3. Mesures piézométriques .....	336
5.3. Simulation tridimensionnelle .....	324	6.1.4. Caractéristiques hydrauliques du site .....	337
5.3.1. Introduction .....	324	6.1.5. Influence de l'état des contraintes .....	339
5.3.2. Massif avec une famille de fractures conductrices .....	326	6.1.6. Simulation des écoulements .....	341
5.3.3. Massif avec deux familles de fractures conductrices subverticales .....	327	6.1.7. Contrôle des hypothèses par essais <i>in situ</i> ..	343
5.3.4. Massif avec trois familles de fractures conductrices .....	329	6.1.8. Conclusion .....	344
5.3.5. Massif avec plus de trois familles de fractures .....	332	6.2. <i>Projet de réseaux de drainage</i> .....	344
6. EXEMPLES D'APPLICATION .....	333	7. CONCLUSION .....	345
6.1. <i>Etude hydrogéotechnique d'un site de barrage</i> .....	333	<i>Annexe 1</i> - Terminologie relative aux discontinuités dans les roches et massifs rocheux .....	347
6.1.1. Introduction .....	333	<i>Annexe 2</i> - Loi d'écoulement dans les fractures .....	348
		RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	354

## RÉSUMÉ

Les travaux, tant théoriques que pratiques, entrepris par l'auteur depuis une dizaine d'années, ont permis de mieux comprendre les phénomènes d'écoulement d'eau dans les roches et les massifs rocheux. Ces travaux donnent la possibilité de prévoir de manière plus satisfaisante le comportement *hydromécanique* des massifs rocheux traversés par des écoulements. L'approche du problème nécessite tout d'abord une description très fine de la géométrie du milieu constitué par une matrice rocheuse poreuse divisée par des discontinuités très conductrices. Cette étape préliminaire a imposé la mise au point de techniques spéciales tant pour l'observation et les mesures *in situ* que pour les traitements des données. La définition structurale du milieu est ensuite complétée par l'interprétation d'essais hydrauliques appropriés, s'appuyant sur une technologie nouvelle (piézométrie ponctuelle continue en sondage, mesure à la *sonde hydraulique triple*).

Il apparaît qu'en général la matrice rocheuse, malgré sa forte porosité, se caractérise par une perméabilité négligeable devant celle du massif fissuré et que les réseaux d'écoulement dépendent principalement de la répartition et de la géométrie des discontinuités. Dans cette optique, une étude systématique des facteurs qui influencent les écoulements a été entreprise.

Les différentes possibilités de simulation des phénomènes d'écoulements tridimensionnels sont examinées, en précisant les limites d'emploi tant des modèles mathématiques que physiques (électriques ou hydrauliques).

Une part importante est donnée à l'application de l'hydraulique des roches au génie civil ou minier. Les actions mécaniques dues à la présence d'eau dans les massifs rocheux sont analysées en détail. L'eau affecte en premier lieu la stabilité et peut compromettre dans de nombreux cas l'équilibre de masses rocheuses. En marge de ce rôle néfaste de l'eau le constructeur, ou le mineur, devra lutter contre la contrainte liée aux débits d'exhaure. Un tel état de chose a conduit l'auteur à se pencher sur les techniques d'amélioration des massifs rocheux, soit par drainage, soit par injection, pour réduire les poussées d'écoulements ou les venues d'eau.

Les nouvelles méthodes ainsi mises au point — tant sur le plan théorique que technologique — ont été appliquées à la résolution des problèmes hydrauliques les plus fréquemment rencontrés dans la pratique, par exemple, pour des pentes rocheuses naturelles ou artificielles, des excavations souterraines, des appuis de barrages, etc. Le développement récent de l'hydraulique des roches a enfin permis de promouvoir de nouveaux moyens ou outils pour « l'auscultation hydraulique » des ouvrages au cours de leur exploitation.