

MICROFICHE ETABLIE A PARTIR DE  
L'UNITE DOCUMENTAIRE  
N

جديدة منجزة حسب الوثيقة  
رقم:

93

0214

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية

المركز الوطني للتوثيق  
CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION

SERVICE DE REPROGRAPHIE  
ET IMPRIMERIE

B-P 826 RABAT



مصلحة الطباعة والتصوير  
ص.ب 826 الرباط

F

1

93-0214

RÉSUMÉ POUR PRÉSENTATION AU COLLOQUE INTERNATIONAL "HYDROGÉOLOGIE DES MILIEUX DISCONTINUS SOUS CLIMATS ARIDES" MARRARECH 22-25 AVRIL 1992

## L'APPROCHE DU RÉSEAU PROBABILISTE DE FRACTURES EN HYDROGÉOLOGIE

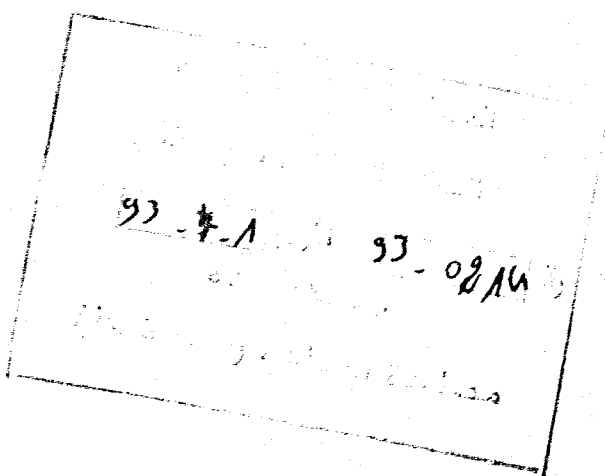
ROULEAU, A., ARCHAMBAULT G. et TAVCHANDJIAN O.  
Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Québec, Canada, G7H 2B1

L'analyse de l'écoulement souterrain en milieu fracturé présente de nombreux problèmes reliés notamment à l'environnement structural, aux types de données disponibles, aux problèmes d'échantillonnage, à la définition des paramètres géométriques et à leur estimation, et finalement à la géométrie des vides dans les fractures individuelles. Nous verrons que malgré ces fortes limitations, des modèles de simulation hydrogéologique de milieux fracturés ont déjà été développés et appliqués avec un certain succès.

### LA CARACTÉRISATION DE LA FRACTURATION

Les fractures et les autres discontinuités géologiques sont des structures généralement planaires et d'orientation diverse, constituant des systèmes essentiellement tri-dimensionnelles. Or, les données disponibles proviennent le plus souvent d'échantillonnage à une seule dimension (e.g. dans des forages), ou encore à deux dimensions comme sur des affleurements rocheux ou des parois d'excavation. On doit alors recourir à des méthodes stéréologiques et émettre plusieurs hypothèses simplificatrices pour en déduire le système réel.

Les principaux paramètres géométriques utilisés dans la description d'une fracture sont l'orientation et la dimension. L'estimation de l'orientation est souvent affectée par un biais décrit par Terzaghi (1965). Pour ce qui est de la dimension de la fracture on se contente souvent d'en estimer la longueur de la trace, elle-même étant souvent entachée de biais de dimension, de troncature et de censure (e.g. Priest et Hudson, 1981; Rouleau et Gale, 1985). Pour estimer la dimension réelle des fractures à partir de la longueur de leur trace on doit recourir à des hypothèses sur la morphologie des limites de leur plan (e.g. Warburton, 1980).



Pour caractériser la distribution spatiale des fractures, on procède par l'analyse soit de l'espacement entre les fractures, soit de la densité de fracturation (e.g. Tavchandjian et al., 1992). La méthode des espacements entre les fractures individuelles présente l'avantage de tenir compte de la totalité des données sans devoir procéder à des prises de moyenne. Il est cependant difficile d'estimer le type de distribution des fractures quand celle-ci n'est pas purement aléatoire ou, à l'autre extrême, complètement structurée. L'approche des densités requiert des prises de moyenne, mais elle se prête à des méthodes établies d'analyses de variables distribuées spatialement.

## LA SIMULATION DE L'ÉCOULEMENT

Considérant les nombreuses limitations rencontrées dans la caractérisation géométrique des fractures, il peut sembler non opportun de simuler des systèmes de fractures et d'analyser les propriétés hydrauliques de ces systèmes. Différents modèles de simulation hydrogéologique de réseaux de fractures ont quand même été proposés au cours des dix dernières années.

Par exemple, Schwartz et al. (1983) ont proposé un modèle simulant l'écoulement et la migration de particules dans des réseaux orthogonaux de lignes représentant des fractures. Long et al. (1985) ainsi que Cacas et al. (1990) ont présenté des modèles basés sur des réseaux tri-dimensionnels de fractures représentées par des disques..

Le modèle développé par Rouleau et Gale (1987) simule l'écoulement et la migration de particules dans des réseaux stochastiques de lignes représentant des fractures. Cette approche bi-dimensionnelle présente le désavantage de sous-estimer systématiquement l'interconnexion du système de fractures. Par contre, elle requiert moins d'espace-mémoire qu'un modèle tri-dimensionnel pour simuler un même nombre de fractures: elle offre donc la possibilité de simuler un domaine plus grand.

Ce modèle a déjà servi à la simulation de cas de terrain, dont une galerie souterraine dans le massif granitique de Stripa (Rouleau et Gale, 1987). Pour ce site, des données détaillées étaient disponibles (Rouleau et Gale, 1985) sur la géométrie du système de fractures, de même que sur les caractéristiques hydrauliques du massif rocheux entourant la galerie.

Une centaine de réalisations de réseaux de fractures semblables à la figure 1 ont été effectuées. Plusieurs différentes valeurs ont été utilisées pour la moyenne de la distribution de l'ouverture de fractures équivalentes à parois lisses et parallèles. Une valeur moyenne d'ouverture de l'ordre de 5 à 6 microns dans le modèle résulte en une valeur réaliste de débit d'écoulement vers la galerie. Ce débit avait été estimé par une expérience sur le terrain basée sur le taux d'humidité de l'air dans un système de ventilation. Cette valeur moyenne d'ouverture équivalente (5 à 6 microns) est très proche de celle estimée indépendamment par une centaine d'essais hydrauliques dans des forages exécutés à partir de cette galerie.

## CONCLUSION

En plus d'analyses paramétriques et d'études de sensibilité, des modèles de réseaux stochastiques de fractures ont déjà permis de simuler avec un certain succès le comportement hydrogéologique de massifs rocheux réels. Des applications de cette approche à une échelle régionale peuvent être envisagées en considérant des structures de plus grande échelle, telle que des zones de faille et de cisaillement.

## RÉFÉRENCES

- Cacas M.C., Ledoux E., de Marsily G., Tillie B., Barbreau A., Durand D., Feuga B. et Peaudecerf P., 1990. Modeling fracture flow with a stochastic discrete fracture network: calibration and validation, 1, the flow model; *Water Res. Research*, 26/3, 479-490.
- Long J.C.S., Gilmour P. et Witherspoon P.A., 1985. A model for steady fluid flow in random three-dimensional networks of disc-shaped fractures; *Water Res. Research*, 21/8, 1105-1115.
- Priest S.D. et Hudson J.A., 1981. Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline surveys; *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 18, 183-197.
- Rouleau A. et Gale J.E., 1985. Statistical characterization of the fracture system in the Stripa granite, Sweden; *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 22, 353-367.

Rouleau A. et Gale J.E., 1987. Stochastic discrete fracture simulation of groundwater flow into an underground excavation in granite; Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 24/2, 99-112.

Schwartz F.W., Smith L. et Crowe A.S., 1983. A stochastic analysis of macroscopic dispersion in fractured media; Water Res. Research, 19/2, 1253-1265.

Tavchandjian O., Rouleau A. et Archambault G., 1992. Characterization of fracture spatial distribution in shear zones; proc. of conf. on Fractured and Jointed Rock Masses; Lake Tahoe. CA, June 3-5 1992, ISRM.

Terzaghi R.D., 1965. Sources of errors in joint surveys; Geotechnique, 15, 287-301.

Warburton P.M., 1980. Stereological interpretation of joint trace data - influence of joint shape and implication for geological surveys; Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 17, 305-316.

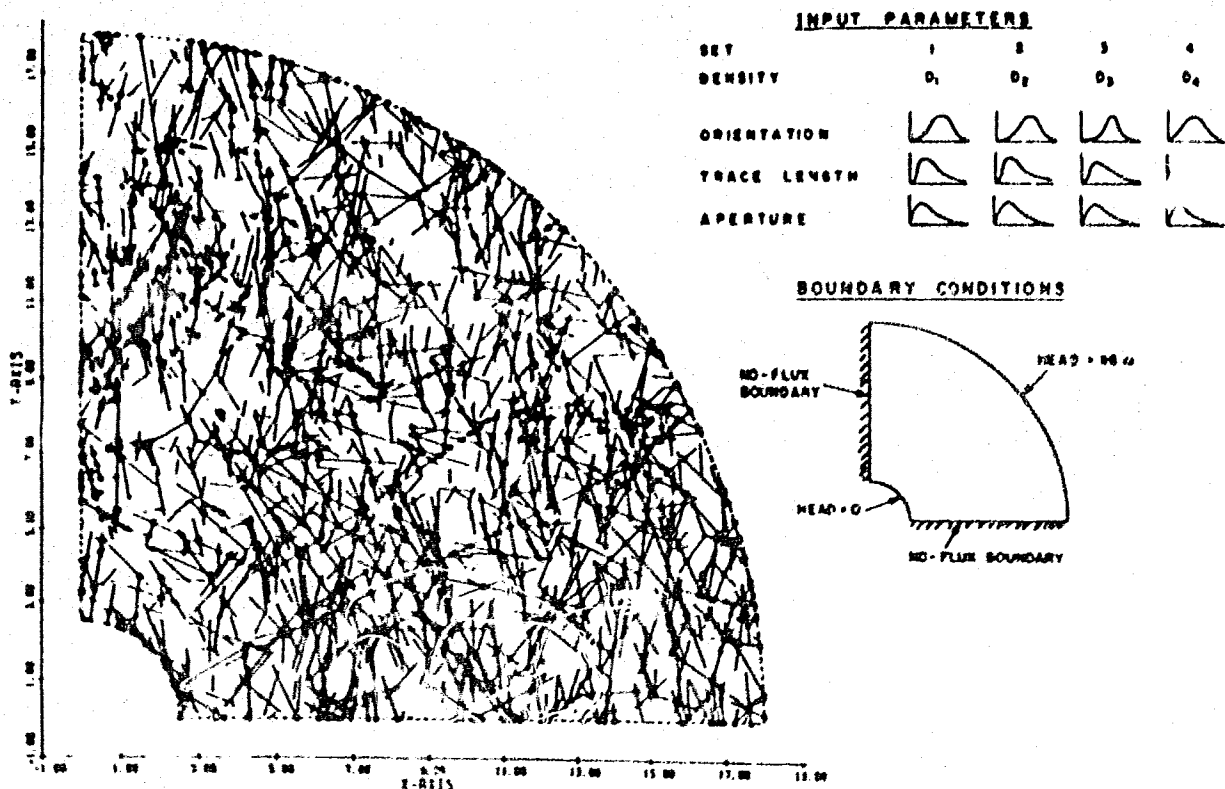


Figure 1: Une réalisation d'un réseau stochastique de fractures dans un plan vertical perpendiculaire à une galerie souterraine (d'après Rouleau et Gale, 1987).

# BORDEREAU D'ENTRÉE DES DONNÉES

AGRICULTURE (110.0)



001 **MA 92** 315 002 **1/1** 003 **W** 004 **2** 005 **1**

TRN Numéro de bordereau de bordereau Nombre total de bordereaux Modification de données entrées Statut de l'enregistrement RN du document affecté

006 **T** 007 **1** RN ou TRN de relation

008 **P10** (PRINCIPALE) (SECONDAIRES) CATEGORIES MATIERES CODE PAYS (ENTRÉE REGIONALE)

TYPE BIBLIOGRAPHIQUE: **B C D F G H I P R T**

NIVEAU BIBLIOGR. **A M S C**

INDICATEUR BIBLIOGRAPHIQUE: **K L N U W Z V E V R**

**1** 009 **A** NIVEAU Utiliser un bordereau pour chaque niveau bibliographique A, M ou C, cerclé en 008, en partant du niveau le plus spécifique (c'est-à-dire la gauche) et reporter le code correspondant en 009. Pour le niveau bibliographique S, utiliser la section 2 du bordereau. Pour les descripteurs AGROVOC, les termes d'indexation du vocabulaire local et les résumés utiliser les sections 3 à 5 au verso.

Auteur(s) Personne physique (Affiliation (s))		100	Rouleau, A.; Archambault, G.; Tarchandjian, A. (Univ. de Quebec (CANADA))
Collectivité(s) auteur(s)		110	
Titre universitaire		111	
Titre anglais	Titre principal	200	[The approach of the probabilist system of fractures in hydrogeology]
	Éléments secondaires	201	
Édition	Nom	210	Hydrogéologie de Milieux Discontinus sous climats arides
	Lieu	211	Marrakech (Maroc)
	Date	213	22-25 Avr 1992
Titre original (Traduit)	Titre principal	230	L'approche du réseau probabiliste de fractures en hydrogéologie
	Éléments secondaires	231	
Edition (N°)		250	
No. Rapport/brevet		300	
Nos. secondaires		310	
ISBN/IPC		320	
Adresse bibliographique	Lieu de publication	401	
	Éditeur	402	
	Date de publication	403	
Collation		500	
Langue (s) du texte		600	(Fr) [604] Résumé (Fr)
Notes		610	1 fig. 3 ref.

**2** 009 **S** NIVEAU

Titre de publication en série	Titre principal	230	Rev. de la Fac. des Sci. de Marrakech - Séminaire (Maroc)
	Éléments secondaires	231	
ISSN		020	
Date de publication		403	(1992)
Collation		500	N° Spécial p. 97-102
Notes		610	





**FIN**

النهاية

**8**

مشاهد

**VUES**