



FIFTEENTH  
INTERNATIONAL  
CONGRESS  
ON LARGE DAMS

---

QUINZIEME  
CONGRES  
INTERNATIONAL  
DES GRANDS BARRAGES

24-28 JUIN 1985  
LAUSANNE - SUISSE



VOLUME

3

QUESTION 58

# TRANSACTIONS

# COMPTES RENDUS

Published by the  
international commission  
on large dams

---

Publié par  
la commission internationale  
des grands barrages

---

151 Bd Haussmann 75008 Paris, France  
Tél. : 764.68.24 - 764.67.33 - 764.54.38  
Télex : 641 320 F

## NOTE

### Units of Measurement

As for the previous Congress and though some authors do not fully agree, we attempt to follow the recommendations of the International System of Units (SI).

For example,  $\text{hm}^3$  and  $\text{km}^3$  were preferred to  $10^6$  and  $10^9$   $\text{m}^3$ , or million and billion cu.m. See Bulletin 34 "ICOLD Guide for the International System of Units (SI)", page 13.

The decimal sign may be the full stop (Anglo-Saxon usage) or the comma (European usage); but as a safeguard against confusion, full stop (period) and comma are used as decimal sign only.

Where the number of digits before or after the decimal sign exceeds three, the digit should be divided into groups of three by half space.

We meet not enough co-operation from some authors writing in English who go on keeping the comma to separate the groups of three digits instead of using half space. It was not possible to make the appropriate corrections in all the tables provided by the authors and even in the text. Sorry for the inconvenience.

## AVERTISSEMENT

### Unités de Mesure

Comme pour le Congrès précédent et bien que certains auteurs manifestent des réticences à ce sujet, on s'est efforcé de suivre les recommandations du Système International d'Unités (SI).

Par exemple, on a utilisé plus volontiers  $\text{hm}^3$  et  $\text{km}^3$  au lieu de  $10^6$   $\text{m}^3$  et  $10^9$   $\text{m}^3$  ou million et milliard de mètres cubes. Voir Bulletin 34 « Guide CIGB du Système International d'Unités (SI) », page 13.

De même, on a retenu le point (usage anglo-saxon) et la virgule (usage européen) comme signe décimal, mais pour éviter toute confusion, la virgule et le point ne sont utilisés que comme signe décimal.

Aussi, quand le nombre de chiffres avant ou après la virgule est supérieur à 3, les chiffres sont groupés par 3, chaque groupe étant séparé par un court espace.

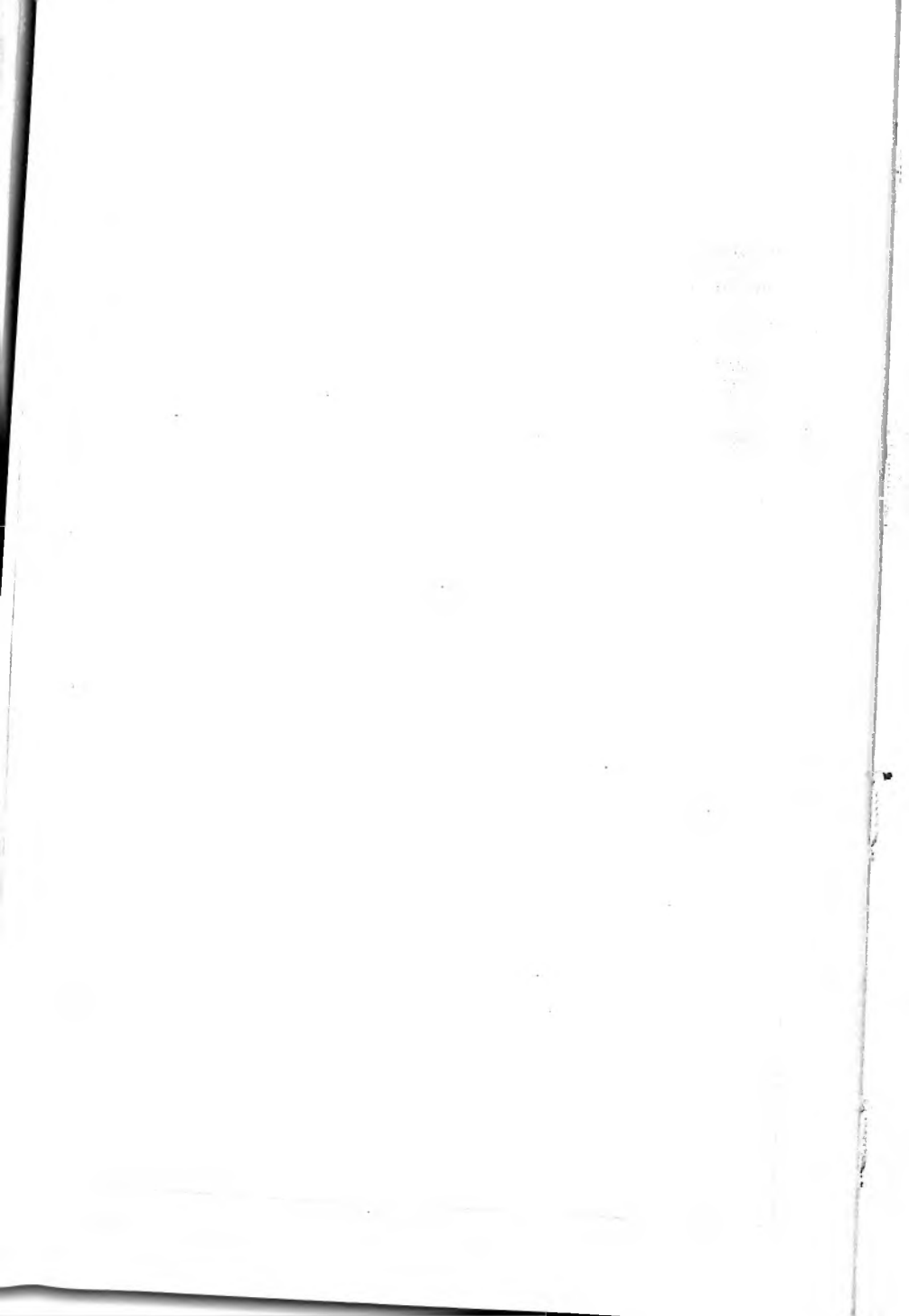
A ce sujet nous rencontrons encore des difficultés de la part de quelques auteurs de langue anglaise qui continuent à utiliser la virgule au lieu d'un court espace pour séparer les groupes de trois chiffres. Nous n'avons pas pu apporter les corrections nécessaires dans tous les tableaux fournis par les auteurs et même dans le texte. On voudra bien nous en excuser.

## TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Wording of Question 58 .....	VIII
Table of Contents of Papers on Question 58 .....	IX
Papers on Question 58 .....	1
General Report Question 58 .....	1465

## TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
Libellé de la Question 58 .....	VIII
Table des Matières des Rapports sur la Question 58 .....	IX
Rapports sur la Question 58 .....	1
Rapport Général sur la Question 58 .....	1465



**PAPERS ON Q 58**

---

**RAPPORTS SUR LA Q 58**



QUESTION

58

**Foundation treatment for control of seepage**

**Subject**

- a) Methods to determine foundation permeability characteristics.*
- b) Design and construction of sealing and drainage systems.*
- c) Techniques and instrumentation for determining effectiveness and durability of the treatment.*
- d) Remedial measures for seepage and uplift control.*

---

**Traitement des fondations en relation  
avec les infiltrations**

**Objet**

- a) Méthodes de détermination des caractéristiques de perméabilité du terrain de fondation.*
- b) Conception et exécution de l'écran d'étanchéité et du dispositif de drainage.*
- c) Moyens d'apprécier l'efficacité et la pérennité de l'étanchement et du drainage.*
- d) Interventions pour réduire les fuites et les sous-pressions.*

	Page
R. 1. A. HORCHANI, G. VIGIER, P. HUYNH, E. RONDOT ( <i>Tunisie</i> ). Conception de l'étanchéité et du drainage dans le cas de quelques barrages récents réalisés en Tunisie. ....	1
R. 2. S. WATAKEEKUL, A. J. COLES ( <i>Thailand</i> ). Cut off treatment method in karstic limestone - Khao Laem dam	17
R. 3. J. BLINDE, G. KIENZLE, A. BLINDE ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Corrosion resistance and durability of asphaltic concrete seals ..	39
R. 4. G. Y. FENOUX ( <i>France</i> ). Progrès récents dans les techniques spéciales de traitement des fondations de barrage .....	49
R. 5. J. J. PARÉ, P. J. GLOVER, G. DUSSAULT ( <i>Canada</i> ). Construction control of remedial works at LG 3 South Dykes ....	71
R. 6. J.-J. PARÉ, M. LONG, R. ARES ( <i>Canada</i> ). Large seepage and remedial measures at LG 3 South Dykes .....	101
R. 7. G. P. MERKLER, A. BLINDE, H. ARMBRUSTER, H. D. DÖ- SCHER ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Field investigations for the assessment of permeability and iden- tification of leakages in dams and dam foundations .....	125
R. 8. R. V. de ANDRADE, L. SEIFART, A. SONODA, A. L. BARBI ( <i>Brazil</i> ). Grouting treatment of the Itaipu dam foundation .....	143
R. 9. G. GUIDICINI, C. M. NIEBLE, A. T. de CORNIDES, S. E. B. BERRINO, P. R. C. CELLA, J. R. FERNANDES ( <i>Brazil</i> ). Possible geomechanical significance of backflow in pressure water tests .....	163
R. 10. H. ARMBRUSTER, H. D. DÖSCHER, M. SARTORI ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). The infrared thermography, a control system for the efficiency of sealing elements and drains .....	177
R. 11. R. MONTEIRO DE ANDRADE, M. A. BOAL ( <i>Brazil</i> ). Numerical method in hydrogeotechnical analysis of dam founda- tion .....	191
R. 12. GROUP OF THE SWISS NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS ( <i>Switzerland</i> ). Retrospective on Swiss dam foundation treatment .....	209
R. 13. G. LOMBARDI ( <i>Switzerland</i> ). The role of cohesion in cement grouting of rock .....	235
R. 14. J. P. P. REMY, J. P. de AVILA, A. da Silva LOPES, C. S. HER- KENHOFF ( <i>Brazil</i> ). Choice of the foundation treatment of the Balbina earth dam ....	263

	Page
R. 15. G. SATHLER, F. PIRES DE CAMARGO ( <i>Brazil</i> ). Tubular cavities, « Canalicules », in the residual soil of the Balbina earth dam foundation .....	285
R. 16. J. VILLAUTREIX, A. BEAUDOUX, G. CASTANIER, D. BO- NAZZI, J. LUTZ, Z. SIMATIC, M. GANDAIS ( <i>France</i> ). Conception et réalisation du traitement des fondations du barrage de Vieux-Prê ( <i>France</i> ) .....	295
R. 17. C. KUTZNER ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Considerations on rock permeability and grouting criteria .....	315
R. 18. Th. STROBL, D. PAUL, J. STRAUB ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Field tests for grouting sealing at the Brombach dam .....	329
R. 19. Ir. SOEDIBYO ( <i>Indonesia</i> ). Remedial measures for seepage and uplift control .....	347
R. 20. ABDUL REHMAN Kh. SALEM ( <i>Iraq</i> ). Foundation treatment : problems encountered in the construction of Haditha dam .....	365
R. 21. K. H. IDEL, I. KRAUSS-KALWEIT ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Determination of the permeability of rock foundations of dams by the free oscillation method .....	405
R. 22. H. BEIER, Th. STROBL ( <i>Fed. Rep. of Germany</i> ). Resistance against internal erosion of various types of cut off walls in dam construction .....	417
R. 23. S. SHIMIZY, S. JOJIMA, Y. NIIDA ( <i>Japan</i> ). Design and execution of foundation grouting for multipurpose dams in Japan .....	429
R. 24. Y. MIYATA, T. NISHIOKA, Y. MORI ( <i>Japan</i> ). Grouting and its effects on seepage control of foundation rock at Takase dam .....	455
R. 25. Y. SUGIMURA, M. MIURA ( <i>Japan</i> ). Remedial measures for uplift control at Hitokura dam .....	483
R. 26. I. SHIBATA, K. SAITO, M. HATAYAMA ( <i>Japan</i> ). Prevention of leakage from Bibai dam and reservoir to abandoned coal mines .....	509
R. 27. K. WATANABE ( <i>Japan</i> ). Foundation grouting of Ohuchi dam .....	535
R. 28. R. T. PEACOCK, A. B. ARNOLD ( <i>USA</i> ). Foundation treatment for control of seepage at Boardman dam .....	553
R. 29. D. E. BOWES, A. L. O'NEILL ( <i>USA</i> ). Treatment for sealing and drainage — Green lake arch dam foundation .....	573
R. 30. D. H. CONNELL, E. SOLOMON, K. V. RODDA ( <i>USA</i> ). Grouting solves complex seepage problems at Bell Canyon dam .....	591
R. 31. P. C. CHAO, K. SZALAY, S. N. CHEN ( <i>USA</i> ). Computer modeling and analysis for Tarbela dam underseepage system .....	613
R. 32. M. CIGANEK ( <i>Czechoslovakia</i> ). Increasing the grout curtain effectiveness at Sance dam .....	635

	Page
R. 33. M. LUKAC ( <i>Czechoslovakia</i> ). Measures for limiting seepages in the foundation of two earth dams in operation .....	643
R. 34. A. DIACON, M. GEORGESCU ( <i>Roumanie</i> ). Traitement du terrain de fondation en vue de la réduction des infiltrations et de la sous-pression chez quelques barrages de Roumanie .....	653
R. 35. J. J. HEWITT, I. A. LEVER, W. A. O'SHANN ( <i>South Africa</i> ). The installation of a flexible membrane to seal a seepage dam at Rössing Uranium Mine .....	663
R. 36. J. J. HEWITT, J. du T. VILJOEN, C. G. YOUNG ( <i>South Africa</i> ). The installation of a flexible membrane to seal a large raw water storage reservoir .....	671
R. 37. I. JERNELIUS ( <i>Sweden</i> ). Itzehitezhi dam : relief of aquifer pressure .....	683
R. 38. G. A. ANDERSSON, S. JANSSON, O. A. VARDE ( <i>Sweden</i> ). Grouting and drainage systems at the Alicura hydroelectric project, Argentina .....	701
R. 39. B. STEBY, B. EMT ( <i>Sweden</i> ). Soil grouting at Kidatu dam .....	721
R. 40. F. MAKOVEC, H. GRASSINGER ( <i>Austria</i> ). Subsoil sealing of runoff-river stations on the Austrian Danube .....	733
R. 41. J. M. SANZ SARACHO, J. M. ANGOLOTI ( <i>Spain</i> ). Some Spanish experiences in foundation treatments for control of seepage .....	749
R. 42. J. OSENDE ( <i>Spain</i> ). The durability of cement grouts .....	759
R. 43. J. LAGINHA SERAFIM, A. PORTELA SANTOS, M. CONCEIÇÃO MATOS ( <i>Portugal</i> ). Tridimensional seepage through a dam foundation .....	767
R. 44. TASK GROUP OF THE PORTUGUESE NATIONAL COMMITTEE ( <i>Portugal</i> ). Seepage and uplift measurements in the safety control of arch dams. The examples of Varosa and Bouçã dams .....	781
R. 45. E. MARANHA DAS NEVES, A. S. COSTA PEREIRA, J. T. VEIGA FRADE ( <i>Portugal</i> ). Foundation treatment of Pequenos Libombos dam .....	791
R. 46. A. ALVARES RIBEIRO ( <i>Portugal</i> ). Dam foundations in rock masses. Uplift, drainage and permeability .....	807
R. 47. E. REHFELD, H. MARKGRAF ( <i>German Dem. Rep.</i> ). Methods applied to vertical sealing of soil under dams in the GDR .....	815
R. 48. J. MEDINA, B. LIU ( <i>Venezuela</i> ). Foundation treatment for control of seepage at the Guri embankment dam .....	827
R. 49. B. I. JIN, W. T. KIM ( <i>Korea</i> ). Foundation treatment for control of seepage at Soyanggang dam .....	839
R. 50. R. K. AGARWAL, D. N. BHARGAVA ( <i>India</i> ). Foundation treatment for control of seepage at Obra dam .....	849

	Page
R. 51. B. GILG ( <i>Suisse</i> ). Évolution des infiltrations et des sous-pressions dans les barrages en béton et leurs fondations .....	861
R. 52. G. MAHAVE, B. MARTI, F. TENORIO, A. BERNAL ( <i>Spain</i> ). A reservoir on a pervious soil foundation : Pirque (Chile) .....	869
R. 53. S. WIDING ( <i>Sweden</i> ). Blanket, soil grouting and drainage systems for protection of an earthfill dam .....	885
R. 54. T. TVEIT, A. BEITNES, P. M. JOHANSEN ( <i>Norway</i> ). Foundation treatment at Nerskogen dam .....	911
R. 55. G. GOMEZ LAA, M. ALONSO FRANCO, J. L. ROMERO HER- NANDEZ ( <i>Spain</i> ). Seepage control in Spanish dams .....	921
R. 56. M. ANNAKI, L. BOUFOUS, M. BZIOUI ( <i>Maroc</i> ). Essai de traitement de la fondation du barrage principal de Mohamed ben Abdelkrim al Khattabi par une paroi moulée souple .....	937
R. 57. L. BOUFOUS, J. BENZEKRI ( <i>Maroc</i> ). Étude des problèmes d'infiltration à l'aval de la digue F du barrage de Mohamed ben Abdelkrim et Khattabi sur l'Oued Neckor ..	947
R. 58. R. FLORES, J. RODRIGUEZ, H. KREUZER, T. SCHNEIDER ( <i>Switzerland</i> ). Unusual grout curtain in karstic limestone for the El Cajon arch dam in Honduras .....	965
R. 59. A. E. WICKAM, R. J. McCONNEL ( <i>Australia</i> ). Ross river dam seepage investigation .....	981
R. 60. A. C. HOULSBY ( <i>Australia</i> ). Design and construction of cement grouted curtains .....	999
R. 61. J. INGIMARSSON ( <i>Iceland</i> ). Determination of foundation permeabilities methods used in Iceland .....	1017
R. 62. W. TISCHLER, J. SCHLOSSER ( <i>Austria</i> ). Foundation sealing of Schlegeis arch dam .....	1035
R. 63. G. NOGUERA ( <i>Chile</i> ). Diaphragm cut off wall for Colbun main dam .....	1049
R. 64. A. COVAS, H. NAGAMI ( <i>Argentina</i> ). Foundation treatment for the seepage control in the Rio Grande I hydroelectric complex dam .....	1061
R. 65. Y. L. DU, G. A. XU, L. B. HAN ( <i>China</i> ). Study of three-dimensional seepage analysis and seepage control measures for the complex rock foundation .....	1087
R. 66. B. FRANKOVIĆ, V. JOVIĆ ( <i>Yugoslavia</i> ). Design and construction of sealing and drainage for the gated dam	1101
R. 67. M. BREZNIK ( <i>Yugoslavia</i> ). Exploration, design and construction of cut offs in karstic regions	1111
R. 68. ISHAR-UL-HAQ ( <i>Pakistan</i> ). Simly dam project grout curtain and drainage system .....	1131

	Page
R. 69. G. P. SIMS, T. P. RAINEY ( <i>Great Britain</i> ). Gitaru dam grouting .....	1143
R. 70. R. S. PUGH, E. N. BROMHEAD ( <i>Great Britain</i> ). Design of seepage control measures for an embankment dam using the finite element method .....	1167
R. 71. D. JEANPIERRE, J. BRIEUSEL, G. DESMOULINS, G.-Y. FE- NOUX ( <i>France</i> ). Écran d'étanchéité des digues de Montézic en terrain hétérogène. Utilisation de pieux sécants sur la digue de l'Étang .....	1185
R. 72. P. SAVEY, N. van THIENEN, D. CLERDOUET, R. CORDA, B. COUTURIER, A. JENSEN, O. DEQUIDT, H. JACQUET- FRANCILLON, G.-Y. FENOUX, Y. LEMOINE, L. MONFORT, P. RUDIGOZ ( <i>France</i> ). Reconnaissance du terrain de fondation et conception des ou- vrages d'étanchement de quelques barrages français .....	1203
R. 73. P. SAVEY, G. BOLLE, D. CLERDOUET, R. CORDA, B. COUTU- RIER, A. JENSEN, O. DEQUIDT, H. JACQUET-FRANCIL- LON, G.-Y. FENOUX, L. MONFORT, P. RUDIGOZ ( <i>France</i> ). Réalisation des ouvrages d'étanchement et de drainage. Problèmes d'exécution et exemples de solutions .....	1227
R. 74. R. DIAZ CASTILLO, A. GALLICO, U. PICOZZI ( <i>Italie</i> ). Écrans d'étanchéité et de drainage du barrage d'Iltzantun .....	1251
R. 75. L. BELLONI, D. MORRIS ( <i>Italy</i> ). Grouting efficiency in soft sedimentary rocks .....	1267
R. 76. R. LAUGA, A. PAUTRE, E. RONDOT, B. SCHNEIDER, R. THE- ROND ( <i>France</i> ). Réflexions sur les fondations de barrages en terrain karstique ..	1293
R. 77. D. BONAZZI ( <i>France</i> ). Expérience acquise sur le vieillissement et l'entretien des dispo- sitifs d'étanchéité et de drainage des fondations des barrages d'Électricité de France .....	1311
R. 78. R. NAIHUA ( <i>China</i> ). The control and reduction of uplift beneath gravity dams .....	1329
R. 79. S. BACCINI, G. VISENTINI, G. BALDOVIN, A. GHIRARDINI ( <i>Italy</i> ). Impervious lining for Castreccioni reservoir on the Musone River .....	1349
R. 80. J. CABRERA SAGASTUME, R. MORALES JUAREZ ( <i>Guatemala</i> ). Foundation treatment in the Pueblo Viejo dam .....	1359
R. 81. W. DEMMER, H. LUDESCHER ( <i>Austria</i> ). Measures taken to reduce uplift and seepage at Kölnbrein dam .....	1371
R. 82. P. OLAFSSON, D. E. KLEINER, P. R. PALMASON ( <i>Iceland</i> ). Design and foundation treatment for control of seepage under Hrauneyjafoss earth and rockfill dam .....	1395
R. 83. R. A. BUNN ( <i>Great Britain</i> ). Cut off curtain grouting at Marchlyn dam .....	1415
R. 84. V. KAYAKIN, A. KOTYUZHAN, I. PARABOUCHEV, Y. SHE- VLYAGIN, V. ZHILENKOV, N. SHEVCHENKO ( <i>USSR</i> ). Development of methods to estimate permeability of water non-saturated rocks and soils in hydroengineering construction .....	1427

	Page
R. 85. E. S. MONEV, J. H. DIMITRACHKOVA, P. I. CHOULINA, D. I. PAGOUROV ( <i>Bulgaria</i> ). Radioactive logging for seepage investigations in the subgrade under dams .....	1441
R. 86. C. KRIDIOTIS, A. YZIQUEL ( <i>Cyprus</i> ). Design of the grout curtain of the Kouris dam, Cyprus .....	1451
General Report/ <i>Rapport Général</i> .....	1465