

Recherche et Développement dans le domaine des barrages

**Crans-Montana, Suisse
7-9 septembre 1995**

Comité national suisse des grands barrages

Sous les auspices du CIGB



En coopération avec

**S.A. L'ENERGIE DE L'OUEST-SUISSE
LAUSANNE
et
L'ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE**

**PROCEEDINGS
COMPTES-RENDUS**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY

LECTURE NOTES

BY



PROCEEDINGS

COMPTON REPORT

TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
La voûte cistercienne ou "l'unité dans la conception" <i>Prof. Raymond Lafitte, Président du Comité national suisse des grands barrages</i>	9
CONTRIBUTION SPECIALE / SPECIAL LECTURE	13
Des limites de l'analyse dans l'étude des barrages <i>Dr Ing. Dr h.c. Giovanni Lombardi</i>	15
THEME A :	
DIGUES EN MATERIAUX MEUBLES / EMBANKMENT DAMS	31
EROSION INTERNE / INTERNAL EROSION	33
Développements concernant les risques d'érosion interne et de séismes relatifs aux remblais <i>J.-J. Fry</i>	35
Internal erosion of the Caspe dam <i>M. R. de Céliz Caballero, A. A. Sánchez-Albornoz</i>	47
Internal erosion in clay cores of British dams <i>J.A. Charles, P. Tedd, I.R. Holton</i>	59
Quelques problèmes liés à la filtration à travers les remblais des bassins de décantation humides des cendres et de laitiers dans les centrales thermiques <i>H. Dabrowski, J. Wencewicz</i>	71
COMPORTEMENT EN CAS DE SEISMES / BEHAVIOUR IN CASE OF EARTHQUAKES	81
Aléa sismique au site du barrage de R'Mel (Tunisie) <i>A. Menoret</i>	83
Seismic protection of a large earth dam by seismic energy-absorbent braces <i>A. Popovici, R. Sârghiută, I. Toma</i>	97
Karameh dam : seismic design of an embankment on a major fault <i>M.C. Stevenson, L. Spasic-Gril, D.J. Knight</i>	107
DIVERS / MISCELLANEOUS	119
New works (1994) to improve the fissured core of the Arbon dam in Spain <i>J. Telleria</i>	121
Importance of dispersive soils for earthfill dams and a study on control tests adopted in Turkey <i>H. Tosun</i>	133
How to deal with the problem of suffosion <i>U. Schuler</i>	145

	<u>Page</u>
Measurements of earth stresses in embankment dams <i>M. Aufleger, Th. Strobl</i>	161
Monitoring of plinths in concrete frame rockfill dams <i>J. A. Rodríguez González, I. García Cuevas, R. Fernández Cuevas</i>	173
THEME B :	
BARRAGES EN BETON / CONCRETE DAMS	187
MODELES DE CALCUL / NUMERICAL MODELS	189
Finite-element modelling of unbounded medium <i>J. P. Wolf, Ch. Song</i>	191
Knowledge-based modelling of dam behaviour with neural networks <i>C. Bossoney</i>	201
D'un modèle simple de détermination des déformations d'un barrage-poids sous l'influence de la température <i>B. Joos, J.-C. Kolly</i>	219
Absorbing boundary conditions for the time-domain analysis of concrete gravity dams <i>G. Feltrin, H. Bachmann</i>	231
Integrated FEM-analysis and design of the waterway structures in bulb-type hydropower plants <i>P. Varpasuo</i>	243
Gravity dams : safety evaluation against sliding with a 3-D rigid body formulation <i>M. Fanelli, G. Mazzà, G. Ruggeri, P. Palumbo</i>	253
Etude des écoulements et des déformations couplées dans le massif de fondation du barrage d'Albigna (GR) <i>O. Fontana, P. Egger, F. Descoedres</i>	265
Global elastic moduli for arch dams <i>D. Stematiu, T. Bugnariu, I. Toma</i>	277
Simulation numérique 3D du comportement à long terme de structures composites représentatives du béton <i>A. Guidoum, P. Navi, C. Huet</i>	289
Crack propagation in a concrete gravity dam : a case study <i>P. Droz</i>	299
Effect of friction in vertical contraction joints of arch dam <i>S. Malla, M. Wieland</i>	311
Numerical analysis of concrete dams affected by alkali-aggregate reactions <i>P. Léger, P. Côté, R. Tinawi</i>	323

	<u>Page</u>
COMPORTEMENT EN CAS DE SEISMES / BEHAVIOUR IN CASE OF EARTHQUAKES	325
Arch dams and seismic excitation : importance of the input variation along the dam-foundation interface <i>P. Palumbo, V. Rebecchi, M. Meghella</i>	337
Earthquake-resistant design of Salman Farsi arch-gravity dam <i>M. Wieland, S. Malla, V. Lofsi, G. Khoshrang</i>	347
GEOMEMBRANES ET AUTRES REVETEMENTS / GEOMEMBRANES AND OTHER LININGS	359
Experience in connection with the performance of plasticized polyvinyl choride sheeting in Tenerife basin sealing <i>E. Aguiar Gonzalez, M. Blanco Fernandez</i>	361
Flexible synthetic waterproofing membranes as remedial measures against further deterioration in dams subject to AAR <i>A. M. Scuero</i>	377
Barrage de l'Ilensee - Assainissement <i>J.-M. Regamey, J.-G. Hammerschlag</i>	389
Nouvelle technique d'assainissement appliquée au barrage de Cleuson <i>G. Rechsteiner</i>	397
BCR / RCC	407
RCC concrete conglomerates <i>J. Antonio Polanco Madrazo, J. Díez-Cascón Sagrado, L. Helena Santaella, R. García de Arriba</i>	409
University of Cantabria methods for measuring the consistencies and mix design of roller compacted concretes <i>J. Díez-Cascón Sagrado, J. Antonio Polanco Madrazo. R. García de Arriba</i>	423
Design, construction, grouting and monitoring of induced cracks in RCC dams <i>Ch. Oosthuizen, J. van der Spuy, L.C. Hattingh</i>	437
Mix design for Egjin RCC dam <i>R. Schmidiger, I. Clarke, H. Miehlabrad</i>	449
Introduction of roller compacted dams in Iran <i>N. Kheyrkhah</i>	461
SOUS-PRESSIONS / UPLIFT PRESSURES	463
Uplift in the foundations <i>J. A. Rodríguez González, I. García Utrilla, J. I. Díaz Caneja, I. Lázaro Martín</i>	465
Analyse de la piézométrie observée en fondation des barrages poids en béton <i>C. Brunet, M. Poupert, D. Rossignol</i>	479
MATERIAUX / MATERIALS	489

	<u>Page</u>
Le barrage de Puylaurent : une grande voûte en construction avec des procédés innovants <i>B. Mahiou, P. Gaudron, P. Castaing, E. Bourdarot</i>	491
Application of the "Scarabee" method to re-evaluation of concrete dams safety <i>A. Carrère</i>	501
Guidelines for ageing research in concrete dams <i>M. R. de Célix Caballero, J. Penas Mazaira, R. Fernández Cuevas</i>	511
Etude expérimentale du fluage d'un béton de barrage âgé de plus de 30 ans <i>M. Amieur, S. Hazanov, C. Huet</i>	521
Expérience de la Compagnie Nationale du Rhône dans le domaine de l'érosion (choc, abrasion) <i>J. Perrier, F. Fruchart</i>	533
Adaptation au cours des travaux du projet du système de refroidissement au barrage de Zimapan <i>A. Mondada</i>	543
Aménagement de Cleuson-Dixence / Puits blindé - Voussoirs Mise au point d'un ciment à la fumée de silice <i>F. Chavan, J. Malcotti, J. Burdin</i>	553
Etanchéité des joints de retrait et de reprise dans les bétons <i>A. Piguet, J. Michod</i>	567
DIVERS / MISCELLANEOUS	579
Reflection on hydraulic behaviour of stepped spillways <i>J. Díez-Cascón Sagrado, J. Luis Blanco, J. Revilla</i>	581
THEME C :	
HYDROLOGIE / HYDROLOGY	591
REGLEMENTS ET CONSIGNES / REGLEMENTATIONS AND INSTRUCTIONS	593
Comparaison de réglementations européennes relatives aux barrages <i>P. Le Delliou</i>	595
Criteria for design flood assessment <i>L. Berga</i>	607
Elaboration des consignes de crues - Prise en compte des situations exceptionnelles <i>D. Bister, A. Lebreton, J.-F. Villard</i>	619
Risk analysis safety assessment for use at swedish dams <i>L. Phil Graham, M. Bartsch</i>	627

	<u>Page</u>
MODELES HYDROLOGIQUES / PREDICTION MODELS	639
Simulation du fonctionnement hydrologique d'une retenue d'eau <i>P. Arnaud, J. Lavabre</i>	641
L'hydrogramme de crue critique d'une retenue avec évacuateur de surface <i>R. O. Sinniger, J.-L. Boillat, J. Dubois</i>	653
Contrôle des données de base et calcul probabiliste des crues de projet "Speed" <i>O. Cayla</i>	665
Preliminary PMP and PMF computation using bounded distributions <i>H. Garros-Berthet</i>	677
Modèle hydrologique conceptuel distribué d'écoulement quasi-tridimensionnel en fine lame sur le bassin versant <i>M. Pirotton</i>	689
Coexistence de régimes variés en modélisations instationnaires d'écoulements filaires ramifiés <i>M. Pirotton</i>	701
Simulation of extreme precipitation events in the swiss Alps <i>C. Montavon, C. Alexandrou, J.-A. Hertig</i>	713
The influence of the soil and the underlying stratum on the magnitude of the design flood <i>F. Naef, S. Scherrer, A. Faeh</i>	725
The risk of overtopping of dams <i>R. Pohl</i>	733
 THEME D :	
INSTRUMENTATION / MONITORING	741
 G P S	 743
Experiences in the use of different GPS techniques in the field of dam monitoring <i>A. Tamburini, A. Frassoni, G. Pezzetti, G. Plotti</i>	745
Feasibilities and limits of GPS in dam - monitoring <i>F. Walser, K. Egger</i>	757
Contrôle géodésique des barrages Nouvelles exigences et restructuration des réseaux de mesures <i>A. Frossard</i>	763
 INTERACTION ENTRE SYSTEMES DE MESURES / INTERACTION BETWEEN MONITORING DEVICES	 773
Interaction between permanently installed monitoring equipment and geodetic measurements <i>P. Breitenmoser, K. Egger</i>	775

Static automatic dam monitoring system : the interaction between the different components of the system as regards the process of acquisition and interpretation of readings
M. Vavassori, R. Menga, F. Anesa, G. Giuseppetti, G. Mazza'

783

ETUDE DE CAS / .CASE STUDIES 795

Zeuzier - Une leçon importante
W. Amberg

797

Instrumentation and behavior during first impounding of two dams in Mexico
F. González-Valencia, E. Mena-Sandoval, E. Moreno-Gómez

811

San Giacomo dam : Results derived from the improvement of the uplift monitoring
S. Ceccato, P. Saccani, A. Maserà

827

Automatic data acquisition system and data processing check unit of five dams in Alento basin in south of Italy
M. Nicodemo

835

MESURES SISMIQUES / EARTHQUAKE MONITORING 845

Optimized system for seismic monitoring of dams : acquired experiences and researches in progress
V. Vavassori, P. Angeloni, C. Galimberti, A. Zaninetti, G. Mazza'

847

Strong-motion instrumentation and seismic hazard at the latest built rockfill dam in Austria
W. A. Lenhardt, F. Neuschitzer

859

INSTRUMENTS DE MESURE / MONITORING DEVICES 869

Multishadow metrology of plumb wires in dams
T. Celio, G.P. Nodiroli, Th. Roth, U. Marti

871

The use of electro-level systems to monitor dam deformations
P. Tedd, J.A. Charles, J.D. Evans, A. Macdonald

883

Measure des déformations de grandes structures par senseurs à fibres optiques
D. Inaudi, S. Vurpillot, L. Pflug

891

LA VOÛTE CISTERCIENNE OU "L'UNITE DANS LA CONCEPTION"

Prof. Raymond Lafitte

Président du Comité national suisse des grands barrages

L'Europe dispose aujourd'hui de plus de 4'000 grands barrages. L'histoire de leur technique, riche d'enseignements, est encore sous nos yeux. Les pionniers des années 1920 et 1930 tels Terzaghi, Casagrande, Lugeon, Marcello, Torroja, Coyne, Stucky, Gicot, sont dans notre souvenir. Ils ont préparé la grande période de construction d'après 1945 et y ont participé avec audace, forts de leur expérience, et de leur sens des responsabilités. De grands experts, formés à leur école, tels Londe, Post, Lombardi sont parmi nous.

A la fois théoriciens et praticiens, ils possèdent l'art de l'observation des phénomènes de la nature et de l'expérimentation et dirigent leur raisonnement de façon rigoureuse selon des principes scientifiques.¹

Mais peut-être faut-il remonter plus loin pour bien comprendre ce qu'est l'art de la construction. Voici comment un Architecte français, Fernand Pouillon², fait parler le Maître d'oeuvre d'une abbaye cistercienne provençale en 1160 :

"Pour ma part, j'ai souvent admis la méthode des maîtres orientaux; elle paraît venir des temps les plus reculés. Commune à bien des architectes byzantins, arabes ou persans, elle s'exprime comme un rêve : "mystérieux, le maître d'oeuvre arrive à l'aurore sur le chantier, réunit les compagnons sur une aire de sable fin préparée et aplanie, trace du bout de sa canne à pommeau d'or le travail de la journée et, mystérieusement, emporte dans sa fraîche maison les pensées et les formes qu'il fixera à l'aurore suivante. Le soir, dans la contemplation de sa fontaine de marbre blanc, aux jets multiples, il rêve sur ses plans aussi fragiles que sa vie, aussi précis que son dur regard, aussi poétiques que son nostalgique pays. Si la fantaisie l'y incite, il frappe dans ses mains, alors apparaîtra l'esclave aux bras ronds. Dans les formes arrondies de son corps, il évoquera les coupelles, les pénétrations des voûtes fabuleuses, les pendentifs étourdissants. Dans la voix favorite, il retrouvera l'écho des galeries aux fines colonnes ciselées d'abstraites figures, le tracé d'une cascade, la plantation d'un jardin d'orangers, de jasmins et de daturas. Dans son rêve il préparera une nouvelle aube enchantée par sa canne à pommeau d'or."

Comment ces maîtres savent-ils à l'avance que l'édifice ainsi conçu ne s'écroulera pas ? Voilà comment nous avons abordé l'unité dans la conception, pierre angulaire de notre art. Les problèmes techniques semblent être isolés du dessin des formes. Mais depuis quand a-t-on séparé, ne serait-ce qu'en esprit, la plastique et la technique, les formes et les matériaux ? Architecte et maître d'oeuvre ne sont pas de simples appellations, mais bien des fonctions définies et absolues. Les formes, les volumes, les poids, les résistances, les poussées, les flèches, l'équilibre, le mouvement, les lignes, les charges et les surcharges, l'humidité, la sécheresse, la chaleur et le froid, les sons, la lumière, l'ombre et la pénombre, les sens, la terre, l'eau et l'air, enfin tous les matériaux sont, tous et toutes, contenus dans la

¹ On trouvera intérêt aux réflexions sur ce sujet du physiologiste français Claude Bernard dans son "Introduction à l'étude de la médecine expérimentale" publiée en 1854.

² Fernand Pouillon. Les Pierres sauvages - Editions du Seuil - 1964.