

PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LANDSLIDES
COMPTES RENDUS DU CINQUIEME SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES GLISSEMENTS DE TERRAIN
10-15 JULY 1988 / LAUSANNE / 10-15 JUILLET 1988

LANDSLIDES

GLISSEMENTS DE TERRAIN

Editor / Rédacteur

CHRISTOPHE BONNARD

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland / Suisse

VOLUME 1

Geology and selection of parameters / Géologie et choix des paramètres

Monitoring methods and field measurements / Méthodes d'auscultation et mesures in situ

Analysis methods and forecasting of behaviour / Méthodes d'analyse et prévision de comportement



A.A.BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD / 1988

The 5th International Symposium on Landslides was organized under the auspices of the Landslides Committee of the International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering (ISSMFE). It was sponsored by the Swiss Society for Soil and Rock Mechanics (SSMSR / SGBF), the Swiss Group of Engineering Geology (GSGI) and the International Association of Engineering Geologists (IAEG). It received support from the Swiss Federal Institute of Technology of Lausanne (EPFL).

Le 5e Symposium International sur les Glissements de Terrain a été organisé sous les auspices du Comité sur les Glissements de Terrain de la Société Internationale de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondation (SIMSTF). Il a été parrainé par la Société Suisse de Mécanique des Sols et des Roches (SSMSR), le Groupement Suisse de la Géologie de l'Ingénieur (GSGI) et l'Association Internationale de la Géologie de l'Ingénieur (AIGI). Il a bénéficié de l'appui de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).

ORGANIZING COMMITTEE / COMITE D'ORGANISATION

Chairman / Président	François Descoedres
Vice-president / Vice-Président	Conrad Schindler
General Secretary / Secrétaire général	Christophe Bonnard
Technical Program / Programme technique	Edouard Recordon
Proceedings / Publications	Franco Oboni
Discussions / Discussions	Kalman Kovari
Tours / Excursions	Jean Meia
Finances / Finances	François Vuilleumier
Technical exhibition / Exposition technique	Hans-Georg Locher

The texts of the various papers in this volume were set individually by typists under the supervision of each of the authors concerned.

Les textes des divers articles dans ce volume ont été dactylographiés individuellement sous la supervision de chacun des auteurs concernés.

Published by / Publié par
A.A.Balkema, Postbus 1675, 3000 BR Rotterdam, Netherlands
A.A.Balkema Publishers, Old Post Road, Brookfield, VT 05036, USA

Complete set of three volumes: / Collection complète de trois volumes: ISBN 90 6191 837 5
Vol. 1: ISBN 90 6191 838 3 / Vol. 2: ISBN 90 6191 839 1 / Volume 3: ISBN 90 6191 840 5

© 1988 A.A.Balkema Rotterdam
Printed in the Netherlands / Imprimé aux Pays-Bas

Preface Préface

Large landslide-prone areas affected by slow movement represent a complex and often poorly understood phenomenon. Their characteristics are difficult to determine and the prediction of their behaviour is a delicate task. Everywhere in the world they can strike man and severely damage construction and residential sites. Therefore, in order to resolve such types of problems, it is indispensable to initiate exchanges of views and experiences, on an international level, concerning current methods and techniques and outstanding new developments.

Following those of Kyoto (1972) and Tokyo (1977) in Japan, of New Delhi (1980) in India and of Toronto (1984) in Canada, this 5th International Symposium on Landslides aims at constituting a multidisciplinary forum for civil and geotechnical engineers, geologists, directors in charge of administrative services and all scientists, researchers, teachers or practitioners involved in problems of slope instability. The considerable developments during these last two decades in the investigation, study and analysis techniques as well as in the stabilization of landslides, clearly show that such exchanges are profitable and lead to reduction in damage and risks caused by unstable natural slopes, although constructions exposed to such types of danger are always more numerous. Thus, these exchanges represent an increasing concern on the part of a public which seeks more safety and an efficacious prevention of these dangers.

The six themes selected for the symposium include most of the scientific concerns of specialists working in this field. They range from the identification of instability phenomena to the definition of parameters, in particular through site measurements. They include landslide modelization, forecasting of their behaviour and the applicable means to stabilize them. Finally they deal with problems of assessment of the risks involved and present the main characteristics of the unstable formations in the zone of the alpine arc and their impact on the exposed communities.

The presentation of the proceedings of this symposium is also based on these six themes. For each of them, a general report treats the State-of-the-Art and gives a synthesis of the proposed contributions; then two or three special lectures deal with particular subjects in relation to this theme. In the case of Theme 6, concerning the instability phenomena in the zone of

Les terrains instables naturels constituent un phénomène complexe et souvent méconnu, surtout lorsqu'ils sont de grandes dimensions et en mouvement lent. Leurs caractéristiques sont difficiles à cerner et leur comportement est délicat à prévoir. Partout dans le monde, ils occasionnent des effets dommageables sur l'homme, les constructions et les propriétés. Il est donc indispensable, pour résoudre ce type de problèmes, de procéder au niveau international à des échanges de vues et d'expériences sur les méthodes et techniques utilisées et sur les nouveaux développements en cours.

Après ceux de Kyoto (1972) et Tokyo (1977) au Japon, de New Delhi (1980) en Inde et de Toronto (1984) au Canada, ce 5e Symposium International sur les Glissements de Terrain a donc pour objectif de constituer un lieu de rencontre pluridisciplinaire pour les ingénieurs civils, les géotechniciens, les géologues, les responsables de services administratifs et tous les scientifiques, chercheurs, enseignants ou praticiens, travaillant dans le domaine des instabilités de pente. Les développements notables, au cours de ces deux dernières décennies, dans les techniques de reconnaissance, d'étude, d'analyse et de confortation de glissements de terrain, montrent bien que de tels échanges sont profitables et conduisent à une diminution des dommages et des risques causés par les versants instables, bien que les constructions exposées à ce genre de danger soient toujours plus nombreuses. Ces échanges répondent ainsi à une préoccupation croissante du public qui aspire à plus de sécurité et à une prévention efficace face à ces dangers.

Les thèmes choisis pour ce symposium, au nombre de six, recouvrent la plupart des préoccupations de nature scientifique des spécialistes engagés dans ce domaine. Ils vont de l'identification des phénomènes d'instabilité à la définition des paramètres, notamment au moyen de mesures in situ. Ils incluent la modélisation des glissements de terrain, la prévision de leur comportement et les moyens à mettre en oeuvre pour les assainir. Enfin ils traitent des problèmes d'évaluation des risques encourus et présentent, pour la zone de l'arc alpin, les caractéristiques principales des versants instables et leur impact sur les communautés exposées.

La présentation des comptes rendus de ce sympo-

the alpine arc, the five main countries involved will be presented.

The general reports and special lectures are presented at the beginning of each theme, except those which unfortunately were not received at the moment of publishing; they will be included in Volume 3, along with the discussions. Volume 1 presents the contributions pertaining to Theme 1: Geology and selection of parameters, 2: Monitoring methods and field measurements and 3: Analysis methods and forecasting of behaviour. Volume 2 includes the contributions concerning the other three themes, namely 4: Drainage and stabilization, 5: Evaluation and appraisal of risks of instability and 6: Instability phenomena in the zone of the alpine arc.

Volume 3, which will be prepared and sent to each delegate after the symposium, will include the general reports and special lectures not available at the time of publishing Volumes 1 and 2, as well as the opening lecture, the written discussions, a summary of the group discussion sessions, some closing remarks and any other material not published before the symposium. The group discussions deal with the following topics: a) Alarm criteria based on the observation of the instabilities, b) Constructions on landslide-prone areas and c) Maintenance and longevity of stabilization works.

Thus, these proceedings give the opportunity to 22 geotechnical engineers and geologists from 15 countries to present lectures concerning the State-of-the-Art and numerous aspects of slope instabilities. Their outstanding work deserves our most sincere thanks. Moreover, 217 contributions from 38 different countries – both figures increasing by more than 25% in relation to the last symposium – were accepted for publication and are included in these volumes. These written texts constitute the achievement of more than 450 persons' work; by their determination to solve slope instability problems through this synthesis these authors contribute to the mastery of prejudicial phenomena affecting the whole world. That they may be recognized for their participation in this work.

The contents and form of the papers is the entire responsibility of the authors. Corrections, if necessary, can be submitted by the authors and will be published in Volume 3 of the proceedings. Additional copies of the proceedings are available from A.A.Balkema Publishers, P.O.Box 1675, Rotterdam, Netherlands and for the USA & Canada from A.A.Balkema Publishers, Old Post Road, Brookfield, VT 05036, USA.

This symposium has received support from 24 Swiss firms and organizations, the names of which are given below. These gifts have permitted a warm welcome of the delegates. Furthermore, the Swiss Federal Institute of Technology of Lausanne has supplied precious technical means for the preparation of the symposium. We wish to express our gratitude for these gifts and for this support.

Finally, recognition for the efficient collaboration of the sub-committee for the proceedings should be paid. Formed by Prof. E.Recordon, Dr F.Oboni, Dr

sium s'articule aussi sur ces six thèmes. Pour chacun d'entre eux, un rapport général commente l'état de la question et fait la synthèse des articles proposés; puis deux à trois conférences spéciales traitent de sujets particuliers en relation avec ce thème. Dans le cas du thème 6, les cinq principaux pays concernés font l'objet d'une présentation.

Ces rapports généraux et ces conférences spéciales figurent au début de chaque thème, mis à part ceux qui n'étaient pas achevés au moment de mettre sous presse et qui paraîtront dans le volume 3, avec les discussions. Le volume 1 présente les articles relatifs aux thèmes 1: Géologie et choix des paramètres, 2: Méthodes d'auscultation et mesures in situ et 3: Méthodes d'analyse et prévision de comportement. Le volume 2 comprend les articles concernant les trois autres thèmes, soit 4: Assainissement et confortation, 5: Evaluation et prise en compte des risques d'instabilité et 6: Phénomènes d'instabilité dans la zone de l'arc alpin.

Le volume 3, qui sera préparé et envoyé à chaque délégué après le symposium, comprendra les rapports généraux et conférences spéciales non disponibles au moment de mettre sous presse, ainsi que la conférence d'ouverture, les discussions écrites, un sommaire sur les séances de discussions par groupes, des remarques de conclusion et tout autre matériel qui n'aura pu être publié avant le symposium. Les discussions par groupes ont trait aux trois sujets suivants: a) Critères d'alarme basés sur les observations des instabilités, b) Constructions en terrains instables et c) Entretien et pérennité des ouvrages de stabilisation.

Ces comptes rendus donnent ainsi l'occasion à 22 ingénieurs géotechniciens et géologues de 15 pays différents de présenter des conférences sur l'état des connaissances et sur des sujets relatifs à tous les aspects des instabilités de pente; leur travail remarquable mérite nos plus sincères remerciements. De plus, 217 articles provenant de 38 pays différents – deux nombres en augmentation de plus de 25% par rapport au dernier symposium – sont compris dans ces volumes, après avoir été acceptés pour publication. Tous ces écrits constituent l'aboutissement du travail de plus de 450 personnes; ces auteurs, par leur engagement à résoudre des problèmes d'instabilité et par l'effort de synthèse qu'ils ont fourni, contribuent ainsi à la maîtrise de phénomènes dommageables qui touchent le monde entier. Qu'ils soient remerciés de leur participation à cet ouvrage.

Le contenu et la forme des articles ressortissent à la responsabilité des auteurs. Les corrections que les auteurs jugeraient nécessaire d'apporter seront publiées dans le volume 3 des comptes rendus. Des copies additionnelles des comptes rendus peuvent être obtenues auprès de A.A.Balkema Publishers, P.O.Box 1675, Rotterdam, Pays-Bas, et, pour les États Unis et le Canada, auprès de A.A.Balkema Publishers, Old Post Road, Brookfield, VT 05036, USA.

Ce symposium a bénéficié d'un appui financier de la part de 24 firmes et organismes suisses dont les

F.Vuilleumier and the undersigned, it has accomplished the selection of papers published on the basis of the received summaries. Likewise, E.Bonnard's careful proofing of all original texts and translation of the titles should be mentioned. Their contribution to this work is highly appreciated and deserves special thanks.

Christophe Bonnard
April 1988

noms sont donnés ci-dessous, ce qui a permis de mieux accueillir les délégués. De plus, l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne a mis à notre disposition divers moyens techniques pour la préparation du symposium. Nous tenons à exprimer notre gratitude pour ces dons et ce soutien.

En dernier lieu, il convient de relever la collaboration efficace du sous-comité des publications, formé du prof. E.Recordon, du Dr F.Oboni, du Dr F.Vuilleumier et du soussigné, qui a procédé à la sélection des articles publiés sur la base des résumés reçus, et du travail minutieux d'E.Bonnard qui a contrôlé la mise en forme de tous les originaux et la traduction des titres. Leur contribution à cet ouvrage est vivement appréciée et mérite des remerciements tout particuliers.

Christophe Bonnard
Avril 1988

Financial assistance / Appui financier

Allemand, Jeanneret, Schmid SA, Ingénieurs civils
Assurance cantonale contre l'incendie et les éléments naturels du canton de Vaud
Assurance Rentenanstalt
Bonnard & Gardel Ingénieurs-conseils SA
Crédit foncier vaudois
Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
Electrowatt Ingénieurs-conseils SA
Emch & Berger Bern AG
Energie de l'Ouest Suisse SA
Gaznat SA

Geotechnisches Institut AG
Geotest AG
Dr. Ing. G.Lombardi, Ingénieur-conseil
Schopfer et Karakas, laboratoire de géotechnique
Société des chaux et ciments de la Suisse Romande
Société coopérative Migros-Vaud
Société générale pour l'industrie, Ingénieurs-conseils
Société suisse de mécanique des sols et des roches
Stucky Ingénieurs-conseils SA
Stump Bohr AG
Swissair
Union de Banques Suisses
Conrad Zschokke SA

Contents

Table des matières

Opening lecture Conférence d'ouverture

P.Antoine
(France)

Some unexpected features of landslides*
Quelques aspects inattendus des mouvements de terrains*

1

Geology and selection of parameters Géologie et choix des paramètres

J.N.Hutchinson
(UK)

General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology 3
Rapport général: Relations entre paramètres morphologiques et géotechniques des glissements et environnement géologique et hydrogéologique

F.D.Patton
(Canada)

Special lecture: The concept of quality in geologic and hydrogeologic investigation*
Conférence spéciale: La notion de qualité dans les reconnaissances géologiques et hydrogéologiques*

K.Sassa
(Japan)

Special lecture: Geotechnical model for the motion of landslides 37
Conférence spéciale: Modèle géotechnique pour le mouvement des glissements de terrain

K.Anguelov
A.Lakov
(Bulgaria)

Selection of analytical geotechnical parameters for evaluation of slope stability 57
Détermination de paramètres géotechniques analytiques pour le calcul de la stabilité des talus

S.Anma
H.Maikuma
M.Yoshimura
Y.Fujita
S.Okusa
(Japan)

Dynamics of earthquake-induced slope failure of Ontake 61
Dynamique de l'éboulement du Mont Ontake dû à un tremblement de terre

P.Antoine
A.Giraud
J.L.Haurie
H.Pinchinot
(France)

The geological history of the Piton des Neiges volcano and its effect on slope stability 67
L'histoire géologique du volcan Piton des Neiges et son incidence sur la stabilité des versants

M.E.Barton
(UK)

The sedimentological control of bedding plane shear surfaces 73
Contrôle sédimentologique des surfaces de cisaillement des plans de stratification

D.H.Bell
J.R.Pettinga
(New Zealand)

Bedding-controlled landslides in New Zealand soft rock terrain 77
Glissements de terrain contrôlés par la stratigraphie dans les terrains meubles de Nouvelle Zélande

*To be published in Volume 3 / A paraître dans le volume 3

J.R.Boyce J.T.Anayi C.D.F.Rogers (UK)	Residual strength of soil at low normal stresses Résistance résiduelle du sol en contraintes normales basses	85
M.Caldara A.Cancelli A.Giussani (Italy)	The Adda Canyon, south of Lecco: An example of landslide induced morphology Le canyon de l'Adda, au sud de Lecco: un exemple de morphologie induite par les glissements	89
S.C.Chang (Taiwan)	The engineering geological division of Taiwan related to landslide types La cartographie géologique de Taiwan du point de vue des glissements de terrain	95
S.Christoulas N.Kalteziotis E.Gassios N.Sabatakakis G.Tsiambaos (Greece)	Instability phenomena in weathered flysch in Greece Phénomènes d'instabilité de flysch altéré en Grèce	103
M.Del Prete F.M.Guadagno (Italy)	Observations on landslides in typical flysch sequences of southern Apennines (Italy) Observations sur les glissements de terrain dans les séries typiques de flysch du sud des Apennins (Italie)	109
Z.Q.Du Y.Y.Wang Y.T.Jiang (People's Republic of China)	Causes of the revival of an ancient landslide on left bank of diversion canal from Tangwang river Causes de réactivation d'un ancien glissement sur la rive gauche du canal de dérivation du Tangwang	115
M.A.El-Sohby A.M.Elleboudy (Egypt)	Instability of natural slope in interbedded limestone and shale Instabilité d'une pente naturelle composée de calcaire et schistes argileux interstratifiés	121
Y.S.Fang Z.Y.Zhang (People's Republic of China)	Kinematic mechanism of catastrophic landslides and prediction of their velocities and travelling distances Mécanisme cinématique des glissements catastrophiques et prévision de vitesse et distance parcourue	125
R.Fell T.D.Sullivan J.P.MacGregor (Australia)	The influence of bedding plane shears on slope instability in sedimentary rocks L'influence des cisaillements dans les couches rocheuses sur l'instabilité des roches sédimentaires inclinées	129
P.Focardi C.A.Garzonio (Italy)	Landslide susceptibility of fluvial lacustrine sediments of the upper Valdarno area (Italy) La susceptibilité aux glissements de dépôts fluvio-lacustres du Valdarno supérieur (Italie)	135
P.Focardi P.Vannocci (Italy)	Stability analysis of rotational slides in lacustrine deposits in the upper Valdarno (Italy) Analyse de la stabilité des glissements dans les argiles lacustres du Valdarno supérieur (Italie)	141
F.Garczynski (France)	Models at the atom and hour scales of the moisture and stability variations of slope Modèles aux échelles atomique et horaire des variations d'humidité et stabilité de pente	147
R.Genevois L.Merenda P.R.Tecca (Italy)	On landslides phenomena in the S. Arcangelo Basin (southern Italy) Sur les phénomènes de glissement dans le Bassin de S. Arcangelo (Italie du sud)	155

T.P.Gostelow G.Loucaides (UK, Cyprus)	Slope instability in allochthonous sediments: An example from the Moni Mélange, Cyprus Instabilité de pentes dans les sédiments allochtones: un exemple dans le Moni Mélange à Chypre	161
F.D.Grefsheim (USA)	Laboratory testing for slope stability design parameters in overconsolidated clay Essais de laboratoire pour définir les paramètres de stabilité de pente dans l'argile surconsolidée	169
M.Hada M.Fukuoka A.T.Cristos (Japan, Greece)	Earth pressure during landslide Pression des terres pendant un glissement de terrain	175
A.B.Hawkins (UK)	Stability of inland soil slopes: Some geological considerations Stabilité des pentes à l'intérieur des terres: quelques considérations géologiques	181
R.Q.Huang S.T.Wang (People's Republic of China)	'Rolling friction' mechanism for the high speed motion of a large scale landslide Mécanisme de friction concernant le mouvement rapide d'un glissement de grande dimension	187
D.B.Jones H.J.Siddle (UK)	Geotechnical parameters for stabilisation measures to a landslide Paramètres géotechniques pour les mesures de stabilisation d'un glissement de terrain	193
R.Kitamura M.Haruyama T.Jitousono J.Nakamura (Japan)	Slope stability in volcanic soil based on its mechanical and physico-chemical characteristics Stabilité de terrain volcanique basée sur ses caractéristiques mécaniques et physico-chimiques	199
Z.Lechowicz W.Wolski (Poland)	Determination of strength characteristics for landslide stability prediction Détermination des paramètres de résistance pour l'évaluation de la stabilité d'un glissement	205
S.G.Lin (People's Republic of China)	The selection and analysis of shear strength of a landslide in an accumulation layer Choix et analyse de la résistance au cisaillement d'un glissement dans une couche d'accumulation	209
P.Lokin D.Sunarić T.Cvetković (Yugoslavia)	Landslides in Neogene sediments on the right Danube bank, Yugoslavia Glissements de terrain dans les sédiments du Néogène sur la rive droite du Danube, Yougoslavie	213
K.M.Lu L.S.Wang (People's Republic of China)	On the sliding-bending model of rock mass deformation and failure on slope Modèle en glissement avec flexion de la déformation et de la rupture d'une masse rocheuse dans une pente	219
B.R.Malhotra S.K.Bhaskar (India)	Creep characteristics of clayey materials in the study of landslides Les caractéristiques du fluage des matériaux argileux dans l'étude des glissements	225
M.Minkov I.Iliev G.Milev E.Avramova Ts.Tsenkov (Bulgaria)	Geological conditions, slope instability and methods of its study in Bulgaria Conditions géotechniques, instabilité de pente et leurs méthodes d'étude en Bulgarie	231

H.F.H.M. Mulder T.W.J. Van Asch (Netherlands)	On the nature and magnitude of variance of important geotechnical parameters Nature et grandeur de la variance de quelques paramètres géotechniques	239
Y. Nakayama (Japan)	Mass movement and geology in the upper reaches of the Kinu river Mouvement de masse et géologie dans le bassin supérieur de la rivière Kinu	245
P.L. Narula (India)	Geotechnical appraisal of instability of Shanani penstock slopes Evaluation géotechnique de l'instabilité des pentes de la conduite forcée de Shanani	251
K.M.N'Dri A. Le Roux G. Cougny G. Pilot (Ivory Coast, France)	L'induration naturelle des surfaces de talus sablo-argileux en Côte d'Ivoire Natural induration on clayey-sandy cut slopes in Ivory Coast	257
K.J. Northmore P.R.N. Hobbs M. Charalambous G. Petrides (UK, Cyprus)	Complex landslides in the Kannaviou, Mélange and Mamonia Formations of south-west Cyprus Glissements complexes dans les formations de Kannaviou, Mélange et Mamonia du sud-ouest de Chypre	263
S. Okusa K. Nemoto T. Nakamura S. Aoki (Japan)	Submarine landslides in the Cenozoic orogenic island arc Glissements sous-marins liés à l'orogénèse du Cénozoïque dans l'arc insulaire	269
A. Önalp (Turkey)	Slope stability problems on the southeastern coast of Black Sea Problèmes de stabilité de pente sur la côte sud-est de la Mer Noire	275
M.D. Pachakis C.V. Constantinidis G. Bouckovalas (Greece)	Long-term stability of cutting slopes in a marly formation on the basis of field evidence Stabilité à long terme des déblais dans une formation marneuse sur la base d'une observation in situ	279
N. Pavlović P. Lokin M. Stojković M. Petričević (Yugoslavia)	Engineering-geological properties and sanation conditions of two landslides in the Tuzla territory Propriétés géologiques et conditions d'assainissement de deux glissements sur le territoire de Tuzla	283
L. Picarelli C. Viggiani (Italy)	A landslide in a structurally complex formation Un glissement de terrain dans une formation structurellement complexe	289
J.P. Rao (India)	Some geological and geotechnical factors influencing landslides in Himalayas Facteurs géologiques et géotechniques influençant les glissements de terrain dans l'Himalaya	295
E. Recordon P. Pellissier (Switzerland)	Aménagement hydroélectrique de Mörel – Glissement de la conduite forcée Mörel hydroelectric scheme – Landslide affecting the penstock	301
W. Riemer T. Locher I. Núñez (Luxemburg, Switzerland, Ecuador)	Mechanics of deep seated mass movements in metamorphic rocks of the Ecuadorian Andes Mécanisme des mouvements profonds des masses dans les roches métamorphiques des Andes équatoriennes	307

L.Scési (Italy)	An example of deep seated landslide in northern Apennines Exemple d'un glissement de terrain profond dans le nord des Apennins	311
H.Shuzui (Japan)	Formation of clay layers on sliding plane Formation de couches argileuses sur le plan de glissement	317
B.K.Tan (Malaysia)	Engineering geologic studies of landslides in residual soils and rocks, Peninsular Malaysia Etude géologique des glissements de terrain en sols et roches détritiques de la Péninsule malaise	325
G.Ter-Stepanian H.Ter-Stepanian (USSR)	Back analyses for determining the landslide pressure on a bridge abutment Analyses a posteriori pour déterminer la pression d'un glissement de terrain sur la culée d'un pont	331
V.Tsvetkova-Goleva (Bulgaria)	The landslides along the Bulgarian Black Sea coast as a source of heavy minerals Les glissements de terrain sur la côte bulgare de la Mer Noire en tant que source de minéraux lourds	337
L.S.Wang Z.Y.Zhang Z.Zhan M.D.Chen C.Q.Weï Z.S.Han (People's Republic of China)	On the mechanism of starting, sliding and braking of Xintan landslide in Yangtze Gorge Mécanisme de déclenchement, d'avance et de ralentissement du glissement de Xintan, gorges du Yangtze	341
T.S.Wang (People's Republic of China)	Study on the character of landslide in coal field areas of Shaanxi Province Etude du type de glissement de terrain dans les mines de houille de la province de Shaanxi	345
Y.X.Wang (People's Republic of China)	Speed and direction of groundwater in landslide areas measured with the equipotential line method Vitesse et direction des eaux souterraines dans les glissements – Méthode de la ligne équipotentielle	351
J.L.Xu (People's Republic of China)	The analysis of stability of Putaoyuan landslide group Analyse de stabilité du groupe des glissements de terrain de Putaoyuan	355
R.B.Yadoyan (USSR)	A techno-geological presentation of the Dilijan region of the Armenian SSR Présentation géologique de la région de Dilijan en Arménie	359
N.Yagi M.Enoki R.Yatabe (Japan)	Consideration on mechanical characteristics of landslide clay Considération sur les caractéristiques mécaniques de l'argile du glissement	361

2

Monitoring methods and field measurements Méthodes d'auscultation et mesures in situ

K.Kovari (Switzerland)	General report: Methods of monitoring landslides* Rapport général: Méthodes d'auscultation des glissements de terrain*
R.K.Bandhari (India)	Special lecture: Practical lessons in investigation, instrumentation and monitoring of landslides* Conférence spéciale: Leçons pratiques pour la reconnaissance, l'instrumentation et l'auscultation des glissements de terrain*

*To be published in Volume 3 / A paraître dans le volume 3

E.Krauter (FRG)	Special lecture: Applicability and usefulness of field measurements on unstable slopes Conférence spéciale: Applicabilité et utilité des mesures in situ aux pentes instables	367
M.-G.Angeli P.Gasparetto S.Silvano G.Tonnetti (Italy)	An automatic recording system to detect the critical stability conditions in slopes Système d'enregistrement automatique pour détecter les conditions critiques de stabilité de pentes	375
M.E.Barton R.G.McInnes (UK)	Experience with a tiltmeter-based early warning system on the Isle of Wight Expérience dans l'Isle de Wight avec un système d'alarme fondé sur l'emploi d'un clinomètre	379
E.N.Bromhead R.D.Curtis W.Schofield (UK)	Observation and adjustment of a geodetic survey network for measurement of landslide movement Observation et ajustement d'un réseau géodésique pour la mesure du mouvement d'un glissement	383
R.H.Chen T.M.Chen (Taiwan)	Study of the landslide at Village Jar-Bou in northwestern Taiwan Etude du glissement de terrain au Village Jar-Bou dans le nord-ouest de Taïwan	387
P.E.Devin G.Pezzetti C.Ricciardi P.Tommasi (Italy)	Assessing the precision of inclinometric measures by means of an experimental apparatus Contrôles de la précision de mesures inclinométriques au moyen d'un équipement expérimental	393
J.Y.Dubié P.Benefice C.Guitton (France)	Télétransmission de l'auscultation d'un glissement: retenue de Grand'Maison, glissement du Billan Radio transmission of monitoring of a landslide: Grand'Maison Reservoir, Billan landslide	399
M.Dysli L.Vulliet (Switzerland, USA)	Mesure quantitative de l'érosion de berges Quantitative measurement of bank erosion	405
J.Grabowski (FRG)	Computer-controlled open-air-extensometers – Employment at the rock-slide-area of Maratea (Italy) Extensomètres en plein-air contrôlés par ordinateur – Zone de glissement de roches de Maratea (Italie)	411
A.Guerricchio G.Melidoro V.Rizzo (Italy)	Instrumental observations of the slope deformations and deep phenomena in Maratea Valley (Italy) Observations des déformations de pente et des phénomènes en profondeur dans la vallée de Maratea (Italie)	415
G.Gullà P.G.Nicoletti M.Sorriso-Valvo (Italy)	A portable device for measuring displacements along rock fractures Un appareil portatif pour mesurer des déplacements le long de fractures en rocher	423
Ismes (Italy)	Territorial control of landslides or slopes Le contrôle territorial des glissements ou des pentes	427
M.Jayakumar P.K.Vinayan (India)	Case studies on landslides in Wynad region of western Ghats, Peninsular India Etudes de cas sur les glissements de terrain dans l'ouest de Ghats, région de Wynad, Inde	433

B.Košťák S.Cacoň (Czechoslovakia, Poland)	Monitoring and interpretation of sandstone block movements on a table hill margin Mesures et interprétation des mouvements de blocs de grès au bord d'une montagne tabulaire	439
E.Lenczewska (Poland)	The photointerpretation method of landslides forecasting La méthode de photointerprétation pour la prévision des glissements de terrain	443
P.S.Lin M.H.Lin M.B.Su T.M.Lee (Taiwan)	An investigation on the failure of a building constructed on hillslope Investigation sur les dégâts à un bâtiment construit sur une pente	445
J.Ma (People's Republic of China)	Slope stability of second automobile plant Stabilité de pente de la deuxième fabrique d'automobiles	451
E.Mandžić (Yugoslavia)	Stability of unstable final slope in deep open iron mine Stabilité du talus final instable dans l'exploitation profonde de mines de fer à ciel ouvert	455
Y.Matichard J.Pillard (France)	Système d'auscultation en temps réel d'un versant instable Real time monitoring system of an unstable slope	459
A.Parriau (Switzerland)	Contribution of flowmeter measurements in wells bored for stabilizing landslides Mesure au moulinet de forage dans les puits forés pour stabiliser les glissements de terrain	463
P.Turček R.Ravinger J.Hulla (Czechoslovakia)	Water effect in landslide slopes and its detection by radiometric methods L'effet de l'eau dans les pentes en glissement et sa détection par les méthodes radiométriques	465
P.M.B.Van Genuchten (Netherlands)	Intermittent sliding of a landslide in varved clays Mouvement intermittent d'un glissement de terrain dans des argiles varvées	471
Y.X.Wang Z.L.Ma (People's Republic of China)	Study of landslides along the railway lines in China by geophysical method Etude des glissements de terrain le long des voies de chemin de fer en Chine par méthode géophysique	477
E.E.J.Weiss (Netherlands)	Treering patterns and the frequency and intensity of mass movements Structure des cerne et la fréquence et l'intensité des mouvements de terrain	481
J.M.Yu (People's Republic of China)	Landslide stability evaluation for Hancheng electric plant applying AE activities Evaluation de la stabilité du glissement de la centrale thermique de Hancheng par la technique AE	485

3

Analysis methods and forecasting of behaviour Méthodes d'analyse et prévision de comportement

F.Oboni (Switzerland)	General report: Analysis methods and forecasting of behaviour Rapport général: Méthodes d'analyse et prévision de comportement	491
D.T.Bergado N.Miura K.Onitsuka L.R.Anderson D.S.Bowles K.D.Sharp (Thailand, Japan, USA)	Special lecture: Probabilistic assessment of earth slope stability by variance reduction and nearest-neighbor methods Conférence spéciale: Evaluation probabiliste de la stabilité des pentes par réduction de variance et méthode du plus proche voisin	501

R.N.Chowdhury (Australia)	Special lecture: Analysis methods for assessing landslide risk – Recent developments Conférence spéciale: Méthodes d'analyse pour évaluer les risques de glissement – Développements récents	515
M.G.Anderson M.J.Kemp D.M.I.loyd (UK)	Applications of soil water finite difference models to slope stability problems Application de modèles d'eau dans le sol, basés sur les différences finies, aux problèmes de stabilité	525
C.Azimi J.Biarez P.Desvarreux F.Keime (France)	Prévision d'éboulement en terrain gypseux Forecasting time of failure for a rockslide in gypsum	531
R.Bielski K.Gwizdała J.Świniański A.Teichman (Poland)	Stability analysis of sea cliff shore Analyse de stabilité d'une falaise littorale	537
P.L.Bourdeau E.Recordon L.Vulliet P.Pouget G.Pilot Ph.Delmas (Switzerland, France)	La stabilité des versants: évolutions récentes du calcul Stability of natural slopes: Recent evolutions of calculation methods	541
F.Boutinard Rouelle M.Gencer (Switzerland)	Instabilité progressive d'un massif morainique sur son substratum Progressive instabilities in a glacial-till on its substratum	549
D.Bozzolo R.Pamini K.Hutter (Switzerland, FRG)	Rockfall analysis – A mathematical model and its test with field data Chutes de pierres – Un modèle mathématique et sa vérification avec des données réelles	555
E.N.Bromhead (UK)	Strategies for the evaluation of seismic slope stability within the limit equilibrium method Stratégies pour l'évaluation de la stabilité des pentes en équilibre limite sous charge sismique	561
L.Cascini P.Versace (Italy)	Relationship between rainfall and landslide in a gneissic cover Relation entre la pluie et les glissements en couverture meuble	565
R.P.Chapuis V.Silvestri (Canada)	A simple evaluation method for long-term stability of clayey slopes Une méthode simple pour évaluer la stabilité à long terme des pentes argileuses	571
M.D.Chen L.S.Wang (People's Republic of China)	A prediction method by grey system for slope deformation and failure Méthode prédictive des déformations et de la rupture des pentes basée sur le système gris	577
M.R.Cooper (UK)	A displacement based analysis of progressive failure by the Reserve Capacity method Analyse aux déplacements de la rupture progressive par la méthode de la réserve de capacité	583

J. Corominas M. Moreno (Spain)	Mechanism of mudflows: A case study in the Spanish eastern Pyrenees Mécanisme des coulées de boue: une étude de cas dans les Pyrénées orientales	589
R.M. Correia (Portugal)	A limit equilibrium method for slope stability analysis Une méthode d'équilibre limite pour l'analyse de la stabilité des talus	595
B.D'Elia D. Distefano F. Esu G. Federico (Italy)	Deformations and stability of high cuts in a structurally complex formation: Analysis and prediction Déformations et stabilité de hauts fronts d'excavation dans une formation à structure complexe	599
E.M. Dobrov (USSR)	Prediction of deformations of sliding slope with variable creep zone Prévision des déformations d'une pente en glissement avec une zone de fluage variable	605
A.G. Dorphman Ju.M. Lvovitch L.I. Semendyaev (USSR)	An analysis of slope stability on the basis of centrifuge modelling Calcul de stabilité de pente sur la base de simulation centrifuge	609
Z.Q. Du (People's Republic of China)	Wedge sliding along the direction of the intersection line of two inclined planes as a landslide bed Glissement d'un coin selon la ligne d'intersection de deux plans inclinés	615
R.M. Faure J.P. Rajot K.S. Chan (France)	Prise en compte du déplacement pour l'évaluation de la stabilité d'une pente Use of a stress-strain relation for determination of the stability of a slope	619
R.M. Faure S. Leroueil J.P. Rajot P. Larochele G. Seve F. Tavenas (France, Canada)	Xpent, système expert en stabilité des pentes Xpent, expert system in slope stability	625
E. Fussgänger (Czechoslovakia)	Une solution de la stabilité des pentes dans les sols surconsolidés A solution of the stability of slopes in overconsolidated soils	631
V.R. Greco G. Gullà (Italy)	Slope stability charts for slip surfaces of general shape Diagrammes pour l'analyse de stabilité des pentes pour surfaces de glissement de forme générale	637
D.A. Grivas R.N. Chowdhury (USA, Australia)	Two- and three-dimensional progressive failure of slopes: Model development and implementation Rupture de pente progressive bi- et tridimensionnelle: développement du modèle et mise en oeuvre	643
D.A. Grivas J.C. Reagan (USA)	An expert system for the evaluation and treatment of earth slope instability Système expert pour l'évaluation et le traitement des instabilités de pente	649
D. Hantz J. Laversanne (France)	Glissement sur une faille dans une mine de charbon à ciel ouvert Landslide on a fault in an open pit coal mine	655
D.H. He (People's Republic of China)	Back determination of the shear strength parameters in failed slopes Détermination a posteriori des paramètres de résistance des pentes instables	661

C.W.Ho (Taiwan)	A study on the variation of bed slope after the construction of sabo dam in steep channels Etude de la variation de la pente du lit après construction d'un barrage sabo dans les torrents	667
R.Q.Huang Z.Y.Zhang (People's Republic of China)	Analysis and mathematical simulation of a large landslide formed by composite mechanism Analyse et simulation mathématique d'un grand glissement présentant un mécanisme complexe	673
O.Hungr (Canada)	Notes on dynamic analysis of flowslides Analyse dynamique des éboulements	679
O.Hungr S.G.Evans (Canada)	Engineering evaluation of fragmental rockfall hazards Evaluation des risques d'éboulements fragmentaires	685
K.Hutter S.B.Savage (FRG, Switzerland)	Avalanche dynamics: The motion of a finite mass of gravel down a mountain side Dynamique d'éboulement: le mouvement d'une masse finie de matériau granulaire sur un versant	691
W.Janecki (Poland)	An attempt at describing the slope sliding process – Part 1 Essai de description du processus de glissement – 1ère partie	699
W.Janecki (Poland)	An attempt at describing the slope sliding process – Part 2 Essai de description du processus de glissement – 2ème partie	703
J.Lafleur M.Soulié V.Silvestri (Canada)	Pressions interstitielles autour d'une fouille expérimentale dans l'argile molle Induced pore pressures around a test excavation in soft clay	707
H.J.Lee S.D.Ellen R.E.Kayen (USA)	Predicting transformation of shallow landslides into high-speed debris flows Prédiction de la transformation de glissements de terrain en coulées à forte vitesse	713
J.S.Madej K.Gajewski (Poland)	On the simplified solution of the three-dimensional slope stability analysis Calcul de la stabilité des pentes à trois dimensions au moyen de la solution simplifiée	719
Y.Matichard P.Pouget (France)	Pluviométrie et comportement de versants instables Rainfall and behaviour of unstable slopes	725
T.D.Miao N.S.Ai (People's Republic of China)	Landslide analysis and prediction by catastrophe theory Analyse de glissement de terrain et prédiction par la théorie des catastrophes	731
J.D.Nieuwenhuis (Netherlands)	Experimental investigations into temporary blocking mechanisms observed in seasonal landslides Expérimentations sur les mécanismes temporaires de blocage observés dans les glissements saisonniers	735
B.Ostrega (Poland)	Stability of anisotropic soil slopes Stabilité des pentes en sols anisotropes	741
M.S.Rahman C.H.Hwang W.Y.Jaber (USA)	Probabilistic analysis for wave or earthquake induced instability of submarine slopes Analyse probabiliste des pentes sous-marines soumises aux vagues et aux tremblements de terre	743

J.R.L.Read M.E.Harr (USA)	Slope stability analyses using the principle of maximum entropy Utilisation du principe d'entropie maximale dans l'analyse de la stabilité des pentes	749
G.Salt (New Zealand)	Landslide mobility and remedial measures Mouvements des glissements de terrain et mesures préventives	757
E.K.Sauer D.G.Fredlund (Canada)	Effective stress, limit equilibrium back-analysis of failed slopes: Guidelines Analyse a posteriori d'équilibre limite et en contraintes effectives: directives	763
M.Shimizu (Japan)	Prediction of slope failures due to heavy rains using the tank model Prédiction des glissements de terrain par la méthode hydrologique	771
J.E.Thomaz C.W.Lovell (USA)	Three dimensional slope stability analysis with random generation of surfaces Analyse tridimensionnelle de stabilité de pente avec génération aléatoire des surfaces	777
J.Trân Vô Nhiem A.Guilloux P.d'Apolito (France)	Analyse et suivi d'un grand glissement de versant dans les Andes colombiennes Analysis and monitoring of a large landslide in Colombian Andes	783
Ch.Vibert M.Arnould R.Cojean J.M.Le Cleac'h (France)	Essai de prévision de rupture d'un versant montagneux à Saint-Etienne-de-Tinée, France An attempt to predict the failure of a mountainous slope at Saint-Etienne-de-Tinée, France	789
L.Vulliet K.Hutter (USA, FRG)	A multi-layer, multi-sliding surface model for three-dimensional creeping slopes Un modèle multi-couches et multi-surfaces de glissement pour pentes glissantes tridimensionnelles	793
S.X.Wang (People's Republic of China)	A study of stability of the landslide under extraordinary conditions Etude de la stabilité d'un glissement de terrain en conditions extraordinaires	799
J.Zvebil (Czechoslovakia)	Rhythmical patterns of rockfall evolution in NNW Bohemia Caractère rythmique du développement des éboulements de roches en Bohême du nord-nord-ouest	803