

1052278  
1052276

COMPTEES-RENDUS D'UN SYMPOSIUM INTERNATIONAL ORGANISE PAR LE  
GROUPE NATIONAL GREC DE L'AIGI / ATHENES / 19-23 SEPTEMBRE 1988

# La géologie de l'ingénieur appliquée aux travaux anciens, monuments et sites historiques

## *Préservation et protection*

### *Rédacteurs*

PAUL G. MARINOS

*Département de Génie Civil, Université Technique Nationale d'Athènes*

GEORGE C. KOUKIS

*Département de Géologie, Université de Patras*

### **VOLUME 3**

- 4 *Tremblements de terre, vibrations et autres risques naturels en relation avec l'étude et la protection des sites historiques*
- 5 *Géologie de l'environnement et sites historiques*
- 6 *Géologie de l'ingénieur dans le passé*
- 7 *Session spéciale: l'Acropole d'Athènes*



*Parrainé par l'AIGI et avec le support du Ministère Grec de la Culture*

A.A.BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD / 1988

PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM ORGANIZED BY THE GREEK  
NATIONAL GROUP OF IAEG / ATHENS / 19-23 SEPTEMBER 1988

# The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites

## *Preservation and Protection*

### *Editors*

PAUL G. MARINOS

*Civil Engineering Department, National Technical University of Athens*

GEORGE C. KOUKIS

*Geology Department, University of Patras*

### *VOLUME 3*

- 4 *Earthquakes, vibrations and other hazards in relation to the study and the protection of monuments and historical sites*
- 5 *Environmental geology and historical sites*
- 6 *Engineering geology in the past*
- 7 *Special session: The Acropolis of Athens*



*Sponsored by the IAEG and with the support of the Greek Ministry of Culture*

A.A.BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD / 1988



Table of contents  
Table des matières

**4 Earthquakes, vibrations and other hazards in relation to the study  
and the protection of monuments and historical sites**  
**Tremblements de terre, vibrations et autres risques naturels en  
relation avec l'étude et la protection des sites historiques**

P.B.Attewell	Low amplitude mechanical vibrations and structures	1189
A.R.Selby	Vibrations mécaniques de faible amplitude et structures	
J.M.Wilson		
P.Courtot	Surveillance par la méthode des paramètres d'ébranlements d'un	1203
J.Pera gallo	monument soumis à des vibrations au Grand Louvre	
P.Botte	Supervision by the method of peak velocity measurements of a monument subject to	
	vibrations of Grand Louvre	
D.T.Bergado	Geotechnical aspects and vibration induced problems of ancient	1209
B.N.Lekhak	monuments in Thailand	
I.Towhata	Aspects géotechniques et problèmes provoqués par vibrations sur des monuments	
N.Miura	anciens de Thaïlande	
D.Efstratiadis	The vibrometrical survey as protection of historical monuments	1219
F.Coren	Etude des vibrations en vue de protéger des monuments historiques	
M.Savarese		
T.Crespellani	Seismic risk analysis in the historical and monumental city of Gubbio	1225
C.A.Garzonio	(Italy)	
	Analyse du risque sismique dans la ville historique de Gubbio (Italie)	
D.Y.Papastamatiou	Interrelation between seismic geology and archaeology – Investigations	1233
N.K.Mouyiari	triggered by the 1986 Kalamata earthquake	
M.Kynigalaki	Relation entre la géologie sismique et l'archéologie – Investigations faites après le	
	séisme de 1986 à Kalamata	
M.Candela	The effects of the Irpinia 1980 earthquake in the ancient centre of	1241
C.Viggiani	Avellino, Italy	
	Les effets du séisme de 1980: Irpinia, dans le centre ancien d'Avellino, Italie	

N.K.Mouyiari	Destructive historical earthquakes in N.Euboicos and Maliacos Gulfs – Their significance to the evolution of the area Séismes historiques destructeurs dans la région des golfes de l'Eubée du Nord et Maliakos: leur signification quant à l'évolution de la région	1249
J.D.Rockaway	The great New Madrid, Missouri (USA) earthquake of 1811-1812 Le grand tremblement de terre de Nouveau Madrid, Missouri (EU) en 1811-1812	1257
K.C.Makropoulos	Seismic hazard assessment and its contribution to the ancient monument	1265
J.K.Drakopoulos	protection – A case history in Greece	
G.A.Tselentis	Evaluation du risque de tremblement de terre et sa contribution à la protection des anciens monuments – Un cas en Grèce	
G.N.Stavrakakis	An improved model for evaluating seismic hazard in an archeological site	1273
J.Drakopoulos	Un modèle amélioré pour l'évaluation du danger sismique sur un site archéologique	
G.A.Papadopoulos	Statistics of historical earthquakes and associated phenomena in the	1279
	Aegean and surrounding regions	
	Statistiques sur les tremblements de terre et les phénomènes associés, en Egée et dans les régions environnantes	
W.Cieżkowski	Tremblements de terre locaux dans les Sudètes, SW Pologne, et certaines	1285
J.Koszela	de leurs conséquences	
	Local earthquakes in the Sudetes, SW Poland, and their consequences	
Y.Karfakis	Remote sensing and seismotectonic inspection of the West Corinthian	1291
N.Mouyiari	Gulf – Disasters during ancient times and seismic hazard	
	Télédétection et sismotectonique à l'ouest du Golfe de Corinthe – Destructions pendant l'Antiquité et danger séismique	
Dem.A.Kiskyras	The reasons for the disappearance of the ancient Greek town Helice	1301
	(Elik): Geological contribution to the search for it	
	Les causes de disparition de la ville grecque ancienne de Helike: contribution géologique	
G.A.Leonards	Helice: The lost town of ancient Greece	1307
E.S.Sotiropoulos	Hélike: la ville perdue de la Grèce ancienne	
M.J.Kavvadas		
A.A.Nikonov	On the methodology of archeoseismic research into historical monuments	1315
	Méthodologie de la recherche par méthodes séismiques appliquée à des monuments historiques	
C.I.Fritzalas	Volcanic risks and urban planning in the region of Santorini volcano,	1321
G.A.Papadopoulos	South Aegean, Greece	
	Risques volcaniques et urbanisme dans l'île de Santorin (Egée, Grèce)	
J.J.Alonso Pascual	Crues et développement de deux villes historiques: Valencia et Alcira,	1329
F.Gómez Lopera	Espagne	
	Floodings and development of two historic cities: Valencia and Alcira, Spain	

	<i>5 Environmental geology and historical sites</i> <i>Géologie de l'environnement et sites historiques</i>	
5.1	<i>Engineering geology mapping; Environmental conditions</i> <i>Cartographie géotechnique; Conditions de l'environnement</i>	
A.Christofidou	Patrimoine architectural et environnement naturel – Principes d'intervention Architectural heritage and natural environment – Principles of intervention	1339
E.F.J.de Mulder	Engineering geological maps: A cost-benefit analysis Cartes géotechniques: une analyse de bilan technico-économique	1347
S.Ghiste	La cartographie géotechnique et les problèmes historiques de la région de Mons Géotechnical maps and historical problems of the region of Mons	1359
R.Meriggi G.Menchini P.L.Grandinetti	Engineering geology mapping of the hill in Osoppo, Italy Cartographie géotechnique de la colline d'Osoppo, Italie	1363
J.Vlčko O.Tavoda A.Hyánková T.Trabalíková	Special engineering geological zoning related to restoration works in Banska Štiavnica, Czechoslovakia Zonation géotechnique liée aux travaux de restauration à Banska Štiavnica, Tchecoslovaquie	1377
R.J.Watters J.W.Bell R.Reno	Engineering geology constraints on the preservation and distribution of Sherpa cultural sites, Khumbu Himal, Nepal Contraintes géotechniques liées à la préservation des sites culturels de Sherpa, Khumbu Himal, Nepal	1385
M.-X.Gao	Engineering geology problems damaging ancient works, monuments and historical sites in China Problèmes de la géologie de l'ingénieur des mines concernant les anciens travaux, les monuments et sites historiques en Chine	1393
I.G.Iliev-Bruchev E.B.Avramova-Tacheva	Engineering geology and problems of preservation of historical sites and monuments in Bulgaria Géologie de l'ingénieur et problèmes de préservation des sites archéologiques et des monuments historiques en Bulgarie	1397
M.Dancheva K.Anguelov D.Kanev	The city of Sofia – Historical background and modern engineering geological conditions La ville de Sofia – Son histoire et ses conditions géotechniques contemporaines	1407
N.Batsoukh S.N.Chernychev D.Sourmaajaev V.N.Tkatchev	Influence des conditions de géologie de l'ingénieur sur l'architecture de la Mongolie Influence of the engineering geological conditions in the Mongolian architecture	1413
K.Benallal K.Ourabia	Alger: géologie et planification urbaine dans le cadre historique Algiers: Geology and urban planning throughout history	1419
M.A.El Sohby S.Ossama Mazen	Historical development of Greater Cairo subsoil Développement historique du sous-sol du Grand Caire	1427

X.Wang Y.Du	Engineering geology and systematic treatment in Daxiang mountainous area Géologie de l'ingénieur et traitement systématique dans la région montagneuse de Daxiang	1435
K.Huang H.Mu J.Liu	A study into the engineering geology of the conservation of culture relics in China Etudes de géologie de l'ingénieur pour la conservation des reliques culturels en Chine	1441
J.Sun	On the environmental significance of the siting of Quebei south of the ancient Shou County, China Sur la caractérisation et l'influence de l'environnement de la région du Quebei, au sud de l'ancien Comté de Shou, Chine	1445
J.-Q.Yuan C.-Z.Chen J.-Q.Chen D.Zou	A study of the engineering geological environment of Leshan Large Buddha, China Etude de l'environnement géologique du Grand Buddha de Leshan, Chine	1455
M.Maggiore R.Quarto F.Radina C.Dicillo N.Martinelli	Interventions for the preservation of the neolithic station of the 'Pulo' (Molfetta, southern Italy): Geological, archaeological and architectural aspects Intervention pour la préservation du site néolithique de 'Pulo' (Molfetta, Italie du Sud): géologie, archéologie et architecture	1459
J.Rewerski	Etude et protection des sites et monuments troglodytiques Study and protection of troglodytic sites	1469
B.Rutkowski K.Nowicki	The problem of preservation of mountainous sites in Crete Le problème de la préservation de sites montagneux en Crète	1475
B.Rutkowski K.Nowicki	Some observations on the Gournia archaeological reservation (Crete, Greece) Quelques observations sur la réserve archéologique de Gournia (Crète, Grèce)	1479
E.M.Pashkin V.O.Podborskaya	Hydrogeological and engineering-geological problems of the areas of Russian Kremlin and monastery ensembles Problèmes de géologie de l'ingénieur et d'hydrogéologie, sur le territoire du Kremlin et dans divers monastères, URSS	1485
S.M.Mukhametjanov D.A.Mazulevsky F.V.Shestakov	Hydrogeological and hydrophysical investigations – A major factor of historical monuments preservation (on the example of Kazakhstan) Investigations hydrogéologiques et hydrophysiques – Un facteur essentiel pour la préservation des monuments historiques (exemples au Kazakhstan)	1491
J.Pałka J.Naborczyk A.Sala	Geological engineering conditions of monument subsoil in the hydrotechnical development aspect Conditions géotechniques du substratum de monuments sur le plan de l'aménagement hydrotechnique	1495
K.S.Murty	Protection of historical monuments in India: A few case histories La protection des monuments historiques en Inde: quelques études de cas	1501

D.E.Liakouris	Le cas de deux monuments byzantins en Grèce occidental – Le cadre géologique, les pierres de construction, leur inondation par les lacs des barrages The case of two Byzantine monuments in western Greece – The geological frame, construction material and their inundation by the reservoir of the dams	1509
T.Nihlén	The influence of eolian dust in the Mediterranean L'influence de la poussière éolienne dans la Méditerranée	1515
O.Yakhont	Quelques propositions sur la conservation des monuments dans les conditions contemporaines du milieu environnant Some propositions on the conservation of monuments in the present environment	1523
G.L.Koff A.V.Zhivitsky L.V.Bakhireva E.E.Yarantseva	The economic efficiency of the use and protection of the recreational geological environmental sites in the areas of historical and cultural monuments L'efficacité économique de l'usage et de la protection des sites environnementaux de récréation géologique dans des régions renfermant des monuments historiques et culturels	1529
L.V.Bakhireva G.L.Koff E.E.Yarantseva	The elaboration of a cartographic model for the preservation of historical sites Mise au point d'un modèle cartographique pour la préservation des sites historiques	1533
P.E.Lamoreaux T.A.Simpson	The Birmingham Red Mountain highway cut – A national geologic monument La route transversale de Birmingham Red Mountain – Un monument géologique national	1539

## *5 Environmental geology and historical sites*

*Géologie de l'environnement et sites historiques*

### *5.2 Paleogeography, gradual changes of the environment*

*Paléogéographie, changements progressifs de l'environnement*

J.C.Kraft G.R.Rapp, Jr.	Geological reconstruction of ancient coastal landforms in Greece with predictions of future coastal changes Reconstitution géologique des paysages côtiers de l'ancienne Grèce et prévision de changements futurs	1545
N.D.Mourtzas	Archaeological constructions as indicators of the sea-level during the last 2000 years in the area of Ierapetra (S.E.Crete, Greece) Constructions archéologiques, témoins de l'évolution du niveau de la mer, pendant les 2000 dernières années, dans la région de Ierapetra (S.E.Crète, Grèce)	1557
N.D.Mourtzas	Neotectonic evolution of Messara's Gulf – Submerged archaeological constructions and use of the coast during the prehistoric and historic periods Evolution néotectonique du golfe de Messara – Constructions archéologiques submergées et utilisation de la côte, pendant la période historique et préhistorique	1565
D.A.Davidson	The effects of landscape erosion on archaeological site distribution Les effets de l'érosion du paysage sur la répartition des sites archéologiques	1575

Th.Rondoyanni	Tectonique récente et subsidence des sites historiques aux rivages de Locride, Grèce Recent tectonism and subsidence of historical sites at Lokris coasts, Greece	1583
S.C.Stiros	Deformations of ancient constructions: Implications for the history of sites and seismotectonic research Déformation des constructions anciennes: application sur des sites historiques et recherche séismotectonique	1591
P.Michaelides	The ancient port of Amathus (Cyprus) – Its construction, foundation conditions and final abandonment L'ancien port d'Amathus (Chypre) – Sa construction, ses conditions de fondation et son abandon	1597
P.Kumar	Geotectonic movements and the inhumed Indo-gangetic historic sites Mouvements géotectoniques et sites enterrés	1605
H.E.de Wit P.van der Gaag J.Sevink	Geological answers to archaeological questions: An example Des réponses géologiques à des problèmes archéologiques: un exemple	1613
G.Baldassarre B.Radina F.Radina	Pre-historic settlements in central Apulia (Italy) in relation to geological and morphological setting Sites pré-historiques à Apulia (Italie) en relation avec les conditions géologiques et morphologiques de la région	1623
F.Boenzi C.Cherubini C.I.Giasi A.De Siena	Engineering geology around the ancient urban area of Metapontum (Lucania, Italy) Géologie de l'ingénieur autour de la région urbaine de Metapontum (Lucania, Italie)	1633

## 6 Engineering geology in the past *Géologie de l'ingénieur dans le passé*

J.Kerisel	A glimpse of geotechnical engineering during the fourth and third millennia B.C. Premières compréhensions de la géotechnique aux IVe et IIIe millénaires	1641
D.M.Pendergast	Engineering problems in ancient Maya architecture: Past, present and future Problèmes de génie civil liés à l'architecture des anciens Mayas: passé, présent et avenir	1653
G.Veni	Maya utilization of karst groundwater resources L'utilisation des ressources d'eau-souterraine karstique par la civilisation maya	1661
C.L.Comte	Que devient Abou Simbel? What about the Abu Simbel?	1667
D.Evstatiev R.Rashev	Engineering geological conditions of the earliest Bulgarian capitals of Pliska and Preslav Conditions géotechniques des sites des anciennes capitales du royaume bulgare Pliska et Preslav	1679

S.A.Belyayev S.N.Chernyshev	Geologic engineering conditions in ancient towns on the north coast of the Black Sea Géologie de l'ingénieur dans des villes anciennes sur le littoral de la mer Noire	1687
W.Wilmers	Compatibility of modern preservation methods with ancient masonry of natural stones Compatibilité des méthodes modernes de préservation avec la maçonnerie ancienne utilisant des pierres naturelles	1693
G.Baldassarre A.De Marco	Les matériaux de construction utilisés dans l'antiquité à Egnatia (Pouille, Italie du Sud) The materials used for the construction of Egnatia Road in the antiquity	1697
G.S.Xidakis G.A.Kollaros E.G.Varagouli-Xidaki A.G.Athanasopoulou-Kollarou	Via Egnatia: A modern engineering approach to an ancient highway La Via Egnatia: une approche moderne d'une ancienne autoroute, du point de vue de la géologie de l'ingénieur	1705
M.Arnould M.Deveughele A.M.Prunier-Leparmentier	Evolution des fondations des ponts de Paris sur la Seine Evolution of bridge foundations across the Seine river in Paris	1715
H.L.Rosenman PV.Giani	Main characteristics of historical constructions in Argentina Caractéristiques principales des constructions historiques en Argentine	1723
M.Hussein Salameh V.M.Dehai Kulkarni	The study of relevance of geology-geography to the geo-architecture of temples around Dambal-Lakkundi in the Dharwar district, India L'étude de la relation entre géologie et géographie et la géo-architecture des temples autour de Dambal-Lakkundi dans la région de Dharwar, Inde	1729
D.Sharma	A geotechnical evaluation of ground testing methods in ancient and medieval India Evaluation des méthodes géotechniques utilisées pour l'étude du sous-sol dans l'Inde ancienne et médiévale	1733
M.Caskey L.Meddoni A.Papastamataki N.Beloyannis	Metals in Keos: A first approach Des métaux à Keos: une première approche	1739
Y.E.Bassiakos	Decay and protection of the ancient Greek mining heritage Dégradation et protection des anciennes mines en Grèce	1747
C.Lorenz J.de La Comble R.de La Comble	Un système hydraulique important: le canal romain d'Autun (Bourgogne, France) The canal of Autun: An important hydraulic system (Bourgogne, France)	1759
Y.Nir I.Eldar-Nir	Construction techniques and building materials used in ancient water wells along the coastal plain of Israel Techniques et matériaux utilisés pour la construction d'anciens puits le long de la côte d'Israël	1765

Special session: *The Acropolis of Athens*  
 Session spéciale: *l'Acropole d'Athènes*

E.Touloupa	The monuments of the Acropolis and the efforts for their safeguarding Les monuments de l'Acropole et les efforts pour leur sauvegarde	1775
M.Korres	The geological factor in ancient Greek architecture Le facteur géologique dans l'architecture grecque de l'antiquité	1779
Th.Skulikidis	Suggestions générales pour la protection des monuments anciens et spécialement des monuments de l'Acropole General guide lines for the protection of ancient monuments and especially of the Acropolis ones	1795
C.Zambas	Principles for the structural restoration of the Acropolis monuments Principes pour la restauration structurale des monuments de l'Acropole	1813
B.Andronopoulos	Engineering geological problems in the Acropolis of Athens	1819
G.Koukis	Problèmes de géologie de l'ingénieur à l'Acropole d'Athènes	
M.Arvanitakis	Consolidation work on the sacred rock of the Acropolis, Athens	1833
D.Monokrounos	Travaux de consolidation des roches de l'Acropole, Athènes	