



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 337 (2005) 1101–1108



<http://france.elsevier.com/direct/CRAS2A/>

## Risques naturels

## Natural Hazards

### Avant-propos

Ce volume contient deux grands groupes de contributions, respectivement consacrés aux risques directement ou indirectement liés aux eaux (érosion des rivières, littoraux et glissements de terrain) et aux risques d'origine profonde (mouvements verticaux de la croûte, sismicité et volcanisme). Le **Tableau 1** résume les sujets abordés. La frontière n'est bien sûr pas tranchée : par exemple, l'article Chen et al. [2], placé avec les glissements de terrain dans la première rubrique, illustre le rôle déclenchant d'un séisme majeur vis-à-vis d'un glissement de terrain meurtrier. Inversement, la subsidence d'une plaine agricole et urbanisée, discutée dans l'article de Hou et al. [8], est d'origine tectonique profonde, mais considérablement accrue par un pompage exagéré.

Le premier groupe de six contributions (**Tableau 1**) concerne les risques de surface liés à l'eau et associés à l'érosion. Les trois premiers articles présentent des analyses très différentes de l'écoulement des rivières, avec deux regards, quantitatif et qualitatif, sur les phénomènes de crues en France (Estupina-Borrel et al. [3], Ballais et al. [1]) et une étude quantitative du transport des sédiments en contexte tropical en Guyane française (Li et al. [10]). L'article suivant est consacré à l'évolution littorale en Guyane française (Trebossen et al. [11]). Les deux derniers articles sont consacrés aux glissements de terrain, avec une approche en France tenant grand compte de l'hydrologie

### Foreword

This volume contains two major groups of contributions. The first group deals with hazards related to water in a direct or indirect way (river erosion, coastlines and landslides). The second group refers to hazards of deep-seated origin (vertical movements of the Earth's crust, seismicity and volcanism). The topics addressed are summarised in **Table 1**. The boundary between these two groups is not well-defined. For instance, the paper by Chen et al. [2], which belongs to the first group with landslides, illustrates the triggering effect of a major earthquake inducing a deadly landslide. Conversely, the subsidence of a plain described in the paper by Hou et al. [8], albeit of deep-seated tectonic origin, is significantly enhanced by water pumping.

The first group contains six papers (**Table 1**), in which several aspects of the surface hazards related to waters and erosion are presented and discussed. The first three papers provide quite different points of view about river flow in France, with two approaches, quantitative and qualitative, concerning the flood events (Estupina-Borrel et al. [3], and Ballais et al. [1], respectively). These papers are followed by a third paper that illustrates the quantitative analysis of sediment transport in rivers in a tropical context (Li et al. [10]). The next paper deals with the monitoring of coastline evolution in French Guiana (Trebossen et al. [11]). In the last two papers of this group, landslide studies are presented, with first an approach based on hydro-

Table 1

Liste des articles de ce volume et principaux sujets traités. Les titres ont été simplifiés pour refléter l'approche méthodologique plutôt que les zones géographiques (voir la liste des références pour les titres complets)

Table 1

List of papers in this volume and main topics addressed. Titles have been simplified to reflect methodological approaches rather than studied areas (see complete titles in the reference list)

<b>Thème</b> <i>Topic</i>	<b>Auteurs</b> <i>Authors</i>	<b>Titres abrégés</b> <i>Abbreviated titles</i>
Érosion par les rivières <i>River erosion</i>	Estupina-Borrell et al.	Prévision des crues éclair <i>Flash flood forecast</i>
	Ballais et al.	Hydrogéomorphologie et évaluation du risque d'inondation <i>Hydrogeomorphological method and flood hazard assessment</i>
	Li et al.	Transport de sédiments par les rivières et estimation de l'érosion actuelle <i>Sediment transport in rivers and estimates of present-day erosion</i>
Littoraux <i>Coastlines</i>	Trebossen et al.	Suivi des évolutions côtières et des risques littoraux par imagerie radar <i>Monitoring coastal evolution and littoral hazards with radar images</i>
Glissements de terrain <i>Landslides</i>	Guglielmi et al.	Couplage entre hydrogéologie et déformation de versant montagneux <i>Coupling between hydrogeology and deformation of mountain slopes</i>
	Chen et al.	Glissements de terrain déclenchés par des tremblements de terre <i>Earthquake-triggered landslides</i>
Subsidence <i>Subsidence</i>	Fruneau et al.	Mouvements verticaux identifiés par interférométrie différentielle <i>Vertical deformation identified with differential interferometry</i>
	Hou et al.	Estimation de la subsidence par mesures GPS, et risques associés <i>Estimation of subsidence using GPS measurements and related hazard</i>
Risques sismiques-tectoniques <i>Seismic-tectonic hazard</i>	Vita-Finzi and Lin	Néotectonique et évolution des dangers sismiques <i>Neotectonics and seismic hazard assessment</i>
	Lee et al.	La surveillance du glissement d'une faille, outil de prévision sismique <i>Monitoring active fault creep as a tool in seismic hazard mitigation</i>
	Gilli	Les spéléothèmes, indicateurs de paléosismicité ou de néotectonique ? <i>Use of natural cave speleothems as palaeoseismic or neotectonics indicators</i>
Volcanisme <i>Volcanism</i>	Gudmundsson	Rhéologie, contraintes locales, mise en place des dykes et risque volcanique <i>Rheology, local stresses, dyke emplacement and volcanic hazards</i>

(Guglielmi et al. [7]) et une quantification des volumes glissé et érodés mis en jeu à Taiwan (Chen et al. [2]).

Un aspect auquel notre pays est périodiquement sensibilisé concerne les crues. Ainsi, dans les Cévennes, les crues brutales sont passées dans le langage courant sous le nom de « gardonnades ». Il en va de même dans la basse vallée du Rhône, au pied des Causses, et en bien d'autres endroits. Certes, les crues engendrées par des événements météorologiques intenses et localisés sont rares et mal documentées, mais elles sont aussi dévastatrices. Ce phénomène est bien illustré par la crue de l'Orbieu en novembre 1999, dans le Sud de la France. Un premier article (Estupina-

logical analysis in France (Guglielmi et al. [7]), and second a quantification of a major landslide and eroded volumes involved in Taiwan (Chen et al. [2]).

Although the flash flood events that result from sudden meteorological events highly concentrated in time and space are exceptional and poorly documented, they are also highly destructive and thus deserve particular attention. In Southern France, the flash flood of the Orbieu River, in November 1999, provides a perfect case example for such phenomena. A special difficulty results from the small time span available for evaluation before flash floods, which demands quick decision. The MARINE software (in French,

Borrel et al. [3]) traite donc de la « prévision des crues éclair », plus particulièrement d'un essai de prévision par des moyens logiciels, appuyés sur des bases de données. Une difficulté particulière provient de la rapidité des phénomènes, qui exige des prises de décision rapides. Le logiciel MARINE (*Modélisation de l'Anticipation du Ruissellement et des Inondations pour des événements Extrêmes*), qui vise à fournir rapidement des prévisions sur ce type de crue éclair, est ainsi présenté. Les données utilisées sont multiples (modèles numériques de terrain, configuration des réseaux de drainage, occupation des sols, informations météorologiques, données pluviométriques et hydrologiques). Le principe analytique inclut la simulation du processus d'écoulement et des débits en amont, fondée sur l'étude des précipitations en relation avec les débits, ainsi qu'une étude de la propagation de la crue vers l'aval dans les principaux cours d'eau, utilisant notamment les équations de Saint-Venant. MARINE est déjà utilisé par le Service d'annonce des crues en Haute-Garonne.

Une prise en compte qualitative du risque d'inondation par l'étude hydrogéomorphologique contribue largement à l'estimation de ce type de risque. C'est l'objet du second article, présenté par Ballais et al. [1]. La méthode proposée pour la détermination des zones inondables est fondée sur l'analyse des limites externes du lit majeur d'un cours d'eau. Les données utilisées sont multiples (photographies aériennes, topographie de détail, granulométrie et autres caractéristiques des dépôts alluviaux, voire les traces d'occupation. Cette approche naturaliste contribue déjà aux plans de prévention des risques). À cet égard, les solutions très différentes proposées dans les articles d'Estupina-Borrel et al. [3] et de Ballais et al. [1], mettant respectivement l'accent sur les approches quantitative et qualitative, ne doivent pas être considérées comme concurrentes, mais comme complémentaires.

Le troisième article, par Li et al. [10], est consacré à l'écoulement des rivières. L'analyse porte principalement sur l'estimation de la charge solide transportée, analysée directement et en fonction des débits mesurés. Il remet en question certains aspects statistiques des études précédentes, en particulier la représentativité des mesures suivant les périodes de crue et d'étiage. Ce travail aboutit à une réévaluation du transport des sédiments en suspension et à une prise en compte, affectée il est vrai de larges incerti-

*Modélisation de l'Anticipation du Ruissellement et des Inondations pour des événements Extrêmes*), which aims at quickly providing flash flood forecasting, is thus presented. Various sources of data are used to constrain the evaluation (Digital Elevation Models, drainage network information, land-use mapping information, meteorological information, data on rainfall and hydrology). The analytical principle includes a simulation of the upstream flood runoff process based on rainfall–runoff approaches as well as of the flood propagation in the main rivers described by the Saint-Venant equations. MARINE has already been tested in the French National Flood Forecasting Service of Haute-Garonne in real conditions.

A qualitative evaluation of flood hazards, based on the hydro-geomorphological method, brings useful contribution to hazard mitigation in this field. This method is presented in the second paper by Ballais et al. [1]. The hydro-geomorphological method for delineating flood risk zones is based on the identification of the outer limits of a stream flow domain. Various sources of information are used in this analysis, such as aerial photographs, detailed topographic surveys, analyses of grain-size distribution and other characteristics of alluvial sediments, indications about land management and use. This naturalistic approach already brings contribution to risk prevention planning. To this respect, the quite different approaches proposed by Estupina-Borrel et al. [3] and Ballais et al. [1], which focus on quantitative and qualitative aspects respectively, should be regarded as complementary, rather than as oppositional.

The third paper, by Li et al. [10], deals with the river flow. Most of the analysis deals with the evaluation of the solid component carried by rivers, both from direct data collection and as a function of measured water discharge. This paper questions statistical aspects and modifies previous estimates, especially concerning the relative significance of measurements during high and low water periods. The quantity of sediments transported by rivers is re-evaluated for both the suspension sediment discharge and the bed load (the latter estimate being however subject to large uncertainties). The quantity of transported sediments appears to be very large. Based on these estimates, it is possible to evaluate the erosion rate through the ratio between the annual transported rock volume and the drainage basin area.

tudes, de la charge de fond. Les quantités de sédiments transportées apparaissent considérables. Ces estimations conduisent, en divisant simplement le volume de roche transporté annuellement par la superficie du bassin versant, à une estimation du taux d'érosion.

Trebossen et al. [11], dans le quatrième article de ce volume, abordent le problème du suivi de l'évolution littorale et de l'évaluation des risques qui lui sont associés. L'accent est mis sur la contribution de la télédétection, particulièrement de l'imagerie radar satellitaire, au suivi de phénomènes environnementaux tels que l'évolution côtière. L'évolution d'une frange littorale de la Guyane française, soumise aux influences combinées des courants côtiers, de la houle, et du dépôt de sédiments, est étudiée. Il s'agit d'une démonstration de l'importance des images radar à synthèse d'ouverture (RSO) pour l'information géographique, l'aménagement côtier et les multiples problèmes associés en termes de risques littoraux.

Les deux articles suivants traitent des glissements de terrain, envisagés sous deux angles différents. Le cinquième article, par Guglielmi et al. [7], met l'accent sur la relation entre glissement de terrain et hydrogéologie. L'exemple choisi est celui de la Clapière, dans le Sud des Alpes franco-italiennes. Le principal outil est une cartographie détaillée hydrogéologique et structurale du versant affecté par ce glissement de terrain majeur. Il est montré que les eaux s'infiltrèrent jusqu'à un aquifère perché vers le sommet de la pente, et de là dans le glissement lui-même, induisant les accélérations du glissement. Des simulations numériques conduisent Guglielmi et al. à évaluer le débit provoquant le basculement de volumes rocheux importants, depuis la base de l'aquifère perché jusqu'au pied du versant montagneux.

Le sixième article, par Chen et al. [2], traite des glissements de terrain sous les aspects du déclenchement, par un séisme, des volumes mis en jeu et de la contribution à l'érosion dans une chaîne de montagnes. L'histoire des glissements de terrain à répétition Tsaoling (Taiwan) révèle deux facteurs déclenchants principaux : la présence d'eaux infiltrées, associée aux précipitations et la secousse par les séismes. L'utilisation de techniques LiDAR (*Light Detection and Ranging*, laser aéroporté), associée à des techniques plus conventionnelles (photo-interprétation, imagerie satellitaire, relevés topographiques), a permis de déterminer les volumes évacués et accumulés,

The fourth paper, by Trebossen et al. [11], deals with the problem of monitoring active coastal evolutions and evaluating associated hazards. Special focus is given to the contribution of remote sensing, especially satellite Radar imagery, to monitor environmental phenomena such as the coastal evolution. The case example adopted is the fast evolution of a French Guiana shoreline, affected by coastal marine currents, waves and sedimentation. Emphasis is placed on the importance of repeatedly analysing the SAR imagery to obtain high-frequency update of geographic information, coastal management and to solve a variety of related problems in terms of coastal hazards.

The next two papers deal with landslide phenomena, with different points of view. The fifth paper, by Guglielmi et al. [7], mainly discusses the relationships between the landslide and the hydrogeology. The Clapière landslide, in the southern French–Italian Alps, is chosen as a case example. The tool involves detailed hydrogeological and structural mapping of the mountain slope affected by this major landslide. It is shown that the slope-infiltrated waters are trapped in a perched aquifer in the upper slope. From there, water migrates inside the landslide itself, inducing landslide slip acceleration. Numerical modelling enables Guglielmi et al. to evaluate the water discharge necessary to induce tilting of large rock volumes from the bottom zone of the perched aquifer down to the foot of the mountain slope.

In the sixth paper, by Chen et al. [2], three different aspects of the landsliding phenomenon are addressed: the earthquake triggering effect, the quantification of displaced volumes and the landslide contribution to mountain belt erosion. The landslide history of Tsaoling (Taiwan), with repeated landslides, highlights the presence of two triggering phenomena: the presence of infiltrated waters related to rainfalls, and the shaking effect of earthquakes. Recent techniques like LiDAR (Light Detection and Ranging, airborne laser), as well as conventional ones (such as photo-interpretation, satellite imagery, topographic surveys), allowed quantification of scar and deposit volumes, indicating the rate of decompaction associated with the landslide process. These results also reveal the considerable volume of landslide being annually eroded by the river just after the landslide event, which highlights the importance of the landslide process for erosion and long-term denudation in the mountain belt.

mettant en évidence le taux de décompaction associé au phénomène. Ces évaluations indiquent aussi un volume annuel considérable déblayé par la rivière après le glissement, ce qui montre l'importance des processus de glissements de terrain pour l'érosion et la dénudation à long terme dans la chaîne de montagnes.

Si l'article évoqué ci-dessus (Chen et al. [2]) illustre l'effet déclenchant d'une déformation profonde, en l'occurrence un séisme majeur, vis-à-vis d'un phénomène de glissement de terrain relativement superficiel, les six articles suivants (Tableau 1) se rapportent majoritairement à des phénomènes induits en profondeur, mettant en jeu l'activité tectonique dans la croûte terrestre. Cependant, dans le premier cas (Fruneau et al. [4]), il est démontré que le pompage d'eau est à l'origine d'un mouvement vertical (enfouissement en zone urbaine), et dans le second cas (Hou et al. [8]), le pompage d'eau est loin d'être négligeable comme facteur aggravant de la subsidence actuelle, dans un contexte en subsidence d'origine tectonique.

L'article de Fruneau et al. [4] (le septième) met ainsi en évidence, par une technique d'interférométrie différentielle radar appliquée à la surveillance de la déformation verticale, de petits déplacements verticaux de surface, liés à des pompages effectués lors de la construction d'une station souterraine de chemin de fer urbain à Paris. Certes, il ne s'agit pas de risque naturel à proprement parler, mais la technique de télédétection par interférométrie radar est éminemment applicable au suivi de déformations naturelles et trouve donc toute sa place dans ce volume, comme outil de détection et d'évaluation.

Le huitième article, par Hou et al. [8], présente un cas d'étude plus complexe, où la subsidence naturelle d'origine tectonique profonde est combinée à un facteur d'accélération résultant de l'activité humaine de pompage, dans une plaine du Sud-Ouest de Taiwan. Quatre années de relevés de géodésie satellitaire (mesures GPS) ont permis de mesurer la déformation de surface et la subsidence. La déformation horizontale est liée à la « transtension » tectonique, qui résulte de l'échappement latéral dans la zone de transition collision–subduction, à proximité de l'extrémité de la chaîne de montagnes. Cette extension crustale a induit une subsidence active. Cependant, Hou et al. montrent que 75 % de la subsidence actuelle provient de la baisse de niveau des nappes d'eaux souterraines provoquée par un pompage excessif, ce qui accroît

Whereas the paper mentioned above (Chen et al. [2]) highlighted the triggering effect of the deep-seated deformation (a major earthquake) on the near-surface landsliding process, the next six papers (Table 1) rather deal with deep-seated phenomena, which in many cases involve tectonism inside the Earth's crust. However, in the first case (Fruneau et al. [4]), it is shown that water pumping is the only source of vertical motion, while even in the second case (Hou et al. [8]), water pumping is far from being negligible as a source of present-day subsidence in a tectonically subsiding environment.

The seventh paper by Fruneau et al. [4] thus reveals, through the use of differential Radar interferometry applied to the monitoring of vertical deformation, minor vertical surface displacements associated with pumping activity during the construction of an underground subway line in the city of Paris. Note that although such phenomena do not reflect natural risk properly speaking, this remote sensing technique of Radar interferometry is obviously applicable to the monitoring of natural deformation, and thus deserves presentation in this volume, as a detection and evaluation tool.

The eighth paper, by Hou et al. [8], presents a more complex case example, in which the natural subsidence is associated with, and accelerated by, the pumping effect in a plain of southwestern Taiwan. Four years of satellite positioning geodesy (GPS measurements) in southwest Taiwan reveal surface deformation and land subsidence. The horizontal deformation is related to tectonic transtension related to lateral escape at the transition collision–subduction near the tip of a mountain belt. This crustal extension induced active subsidence. However, Hou et al. [8] show that about 75% of the present-day subsidence result from decreasing groundwater level induced by over-pumping, adding a quite significant short-term component to the natural risk issued from long-term tectonic subsidence.

In the ninth paper, Vita-Finzi and Lin [12] bring new data about the vertical evolution of the Hengchun Peninsula of Taiwan (south of the area studied by Hou et al. [8]), which is an emergent part of the accretionary wedge resulting from subduction of Eurasia beneath the Philippine Sea plate at the Manila Trench. Their radiocarbon dating of fossil shorelines better constrains the uplift history of the peninsula during

dans l'immédiat le risque naturel dû à la subsidence tectonique à long terme.

Dans le neuvième article, Vita-Finzi and Lin [12] apportent de nouvelles données sur l'évolution verticale de la Péninsule de Hengchun à Taiwan (au sud de la zone étudiée par Hou et al. [8]), c'est-à-dire de la partie émergée du prisme d'accrétion qui résulte de la subduction de l'Eurasie sous la plaque de la mer des Philippines dans la fosse de Manille. Leurs datations radiométriques au carbone des paléo-lignes de rivage permettent de mieux contraindre l'histoire du soulèvement de la péninsule pendant l'Holocène, un tiers de ce soulèvement étant attribuable au mouvement sur une zone de faille inverse majeure. Vita-Finzi et Lin [12] en déduisent qu'à l'encontre des failles inverses peu inclinées les plus typiques de l'Ouest de Taiwan, la déformation active est principalement absorbée par un glissement aisé, ce qui, en cas de confirmation, pourrait impliquer un moindre niveau de risque sismique.

Le dixième article, par Lee et al. [9], traite de la surveillance permanente d'une faille active par des extensomètres *in situ*, où les mesures sont relevées quotidiennement. Il s'agit de la faille de Chihshang, à la frontière entre les plaques Eurasie et de la mer des Philippines. Cette faille joue, tantôt par glissement aisé, tantôt lors de séismes. Il a ainsi été possible de calculer le déficit de glissement avant et après un séisme important en 2003. Ce déficit pouvait laisser présager un nouveau séisme, mais quelques mois de glissement rapide ont suivi, écartant ce risque pour l'immédiat. Cet exemple de suivi permanent du mouvement d'une faille active constitue donc un outil d'évaluation du risque sismique.

Dans le onzième article, Gilli [5] discute de la signification tectonique de la déformation des spéléothèmes naturels, c'est-à-dire des concrétions dans les grottes. Lorsqu'ils sont brisés ou déplacés, ces objets sont souvent interprétés comme indiquant d'anciens séismes. Dans de nombreux cas, cette interprétation est correcte et contribue à une meilleure connaissance de la paléosismicité et, par conséquent, du risque sismique à long terme. Toutefois, ainsi que Gilli le souligne, dans de nombreux autres cas, une déformation apparente des spéléothèmes ne doit pas être interprétée dans ces termes. D'autres phénomènes, comme le glissement de la glace ou de sédiments, rendent compte de telles ruptures. Bien que l'intérêt des

the Holocene, with one third of the uplift being due to slip in a major reverse fault zone. Vita-Finzi and Lin infer that, in contrast with most typical low-angle reverse faults of western Taiwan, strain is principally accommodated by aseismic creep, which, if confirmed, would imply a lower earthquake hazard.

The tenth paper, by Lee et al., deals with the permanent monitoring of an active fault with daily measurements on *in situ* creepmeters. The Chihshang Fault, at the boundary between Eurasia and the Philippine Sea Plate, is moving in two contrasting manners: aseismic creep and earthquakes. It was thus possible to evaluate the slip deficit before and after a major earthquake in 2003. Considering this deficit, a new earthquake could have been expected. However, fast slip occurred during the months following the earthquake, reducing the deficit and hence the short-term risk. Lee et al. thus point out that such monitoring along an active fault provides a tool for seismic hazard mitigation.

In the eleventh paper, by Gilli [5], the tectonic significance of deformation of natural speleothems, that is, concretions in caves, is discussed. When broken or displaced, these features have often been interpreted as indicators of earthquakes. In many cases, this interpretation was correct, thus contributing to a better knowledge of palaeoseismicity, and hence of the long-term earthquake risk. However, as Gilli points out, in many other cases apparent deformation of speleothems does not indicate palaeoearthquakes. Other causes, like creeping of ice or of cave sediments, may explain breaks. Although the potential for deciphering earthquake history is beyond doubt, caution and detailed observation are thus compulsory prior to such interpretations.

In the twelfth and last paper, by Gudmundsson [6], a particular problem, which is important for volcanic risk prediction, is addressed: what is the probability for the magma propagating along dykes to reach the surface? Gudmundsson presents a study based on field observations in Iceland and numerical modelling, aiming at determining the main factors that control the dyke injection capacity. He points out two factors, which are crucial: the stress related to the magmatic chamber evolution, and the variations in rheology related to alternating layers of high mechanical resistance (lava flows) and low resistance (tuffs and soils). Whereas the local stress in resistant layers favour dyke

spéléothèmes pour déchiffrer l'histoire sismique soit hors de doute, la prudence et un grand détail dans l'observation sont donc requis pour l'interprétation.

Le douzième et dernier article de ce volume est celui de Gudmundsson [6]. Cet article traite d'un problème important pour la prédiction en matière de risque volcanique : celui de la probabilité d'arrivée en surface du magma apporté par des dykes. Gudmundsson analyse, à partir d'observations de terrain en Islande et de modélisation numérique, les facteurs essentiels qui régissent la capacité d'injection des dykes volcaniques. Il souligne deux facteurs essentiels : les contraintes liées à l'évolution de la chambre magmatique et les variations rhéologiques liées à l'alternance de couches résistantes (coulées) et peu résistantes (tufs, sols). Les contraintes locales dans les couches résistantes favorisent la propagation des dykes, l'état de contrainte dans les couches peu résistantes l'entrave.

Il va de soi que le présent volume ne peut prétendre à l'exhaustivité en matière de risques naturels. Il s'agit plutôt, par cette douzaine d'articles scientifiques (Tableau 1), d'illustrer un certain nombre d'approches contrastées et, dans bien des cas, de souligner leur complémentarité.

Pour une meilleure évaluation des risques naturels, les approches naturalistes fondées sur l'observation et les approches quantitatives fondées sur la mesure doivent être associées aussi étroitement que possible. La connaissance des catastrophes naturelles a d'évidentes implications pour la gestion de crise, l'administration publique et la gestion du territoire ou, à plus long terme, pour l'architecture, l'urbanisme voire la sociologie. Bien que ces aspects sortent du cadre imparté à un volume des *Comptes rendus Geoscience* et donc n'aient pu être traités dans le présent recueil d'articles, ils ne doivent pas être oubliés.

En tant que rédacteurs en chef invités, nous espérons que, malgré ses lacunes, le présent volume fournira au lecteur quelques éclairages sur des approches modernes de l'évaluation des risques naturels.

## Références / References

- [1] J.-L. Ballais, G. Garry, M. Masson, Contribution de l'hydrogéomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation : le cas du Midi méditerranéen français, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [2] R.-F. Chen, Y.-C. Chan, J. Angelier, J.-C. Hu, C. Huang, K.-J. Chang, T.-Y. Shih, Large earthquake-triggered landslides and mountain belt erosion: The Tsaoiling case, Taiwan, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [3] V. Estupina-Borrell, J. Chorda, D. Dartus, Prévision des crues éclair, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [4] B. Fruneau, B. Deffontaines, J.-P. Rudant, A.-M. Le Parmentier, Monitoring vertical deformation due to water pumping in the city of Paris (France) with differential interferometry, *C. R. Geoscience* 337 (2005).

propagation, the state of stress in the weak layers makes it difficult.

It is common sense that the present volume should not be regarded as exhaustive. We rather aimed at illustrating, through this dozen of scientific papers, a variety of contrasting approaches. We further aimed at pointing out that these approaches are complementary.

For a better evaluation of natural risks, the naturalistic analyses (based on observation) and the quantitative ones (based on measurements) should be used and combined as tightly as possible. The knowledge of natural disasters has obvious implications for emergency response, public administration and land management concerns, and also, for the long-term, for architecture, urbanism and even sociology.

The Guest Editors hope that this volume, despite its shortcomings, will provide the reader with some insights about modern approaches applied to natural risk evaluation.

**Jacques Angelier**

*Observatoire de Villefranche  
université Pierre-et-Marie-Curie et Géosciences Azur  
Institut universitaire de France  
La Darse, BP 48  
06235 Villefranche-sur-Mer, France  
E-mail address: [angelier@geoazur.obs-vlfr.fr](mailto:angelier@geoazur.obs-vlfr.fr)*

**Benoît Deffontaines**

*université de Marne-la-Vallée  
5, bd Descartes  
77454 Marne-la-Vallée cedex, France*

Available online 8 August 2005

- [5] É. Gilli, Review on the use of natural cave speleothems as palaeoseismic or neotectonics indicators, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [6] A. Gudmundsson, The effects of layering and local stresses in composite volcanoes on dyke emplacement and volcanic hazards, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [7] Y. Guglielmi, F. Cappa, S. Binet, Coupling between hydrogeology and deformation of mountainous rock slopes: Insights from La Clapière area (southern Alps, France), *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [8] C.-S. Hou, J.-C. Hu, L.-C. Shen, J.-S. Wang, C.-L. Chen, T.-C. Lai, C. Huang, Y.-R. Yang, R.-F. Chen, Y.-G. Chen, J. Angelier, Estimation of subsidence using GPS measurements, and related hazard: the Pingtung Plain, southwestern Taiwan, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [9] J.-C. Lee, J. Angelier, H.-T. Chu, J.-C. Hu, F.-S. Jeng, Monitoring active fault creep as a tool in seismic hazard mitigation. Insights from creepmeter study at Chihshang, Taiwan, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [10] F.-C. Li, J. Angelier, R.-F. Chen, H.-M. Hsieh, B. Deffontaines, C.-R. Luo, T.-T. Wu, M.-C. Lin, Estimates of present-day erosion based on sediment transport in rivers: a case study in Taiwan, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [11] H. Trebossen, B. Deffontaines, N. Classeau, J. Kouame, J.-P. Rudant, Monitoring coastal evolution and associated littoral hazards of French Guiana shoreline with radar images, *C. R. Geoscience* 337 (2005).
- [12] C. Vita-Finzi, J.-C. Lin, Neotectonics and seismic hazard assessment in Hengchun Peninsula, southern Taiwan, *C. R. Geoscience* 337 (2005).