

Fédération de Recherche ECCOREV

Appel d'offres 2013

ICARE – Identification et CARtographie des informations nécessaires pour l'évaluation de l'Efficacité des mesures de protection contre les crues torrentielles

Axe de rattachement : Risques et Informations

Porteur du projet : Irstea Aix-en-Provence

Correspondant : Corinne Curt – corinne.curt@irstea.fr – Tél : 04.42.66.99.38

Partenaire : LIEU – IUAR

Correspondant : Aurélie Arnaud

Aide demandée/Montant du projet : 6 000 € / 12 400 €

Sommaire

1. Contexte	2
2. Objectifs de la demande	3
2.1 Objectifs du projet	3
2.2 Suites envisagées au projet.....	3
3. Réalisations prévues	4
3.1 Résultats attendus	4
3.2 Mode d'interaction prévu entre les équipes	5
3.3 Plan financier	6
4. Description du consortium	7
4.1 Irstea	7
4.2 LIEU - Laboratoire Interdisciplinaire en Urbanisme (CIRTA-CEJU) - IUAR.....	7
5. Références	8
5.1 Références citées dans le texte.....	8
5.2 Références liées à projets Eccorev	9

1. Contexte

Le bassin méditerranéen connaît régulièrement des événements catastrophiques dus à des aléas naturels : inondations dans la région PACA en 1993, 2002, 2003, 2010 et 2011 ; tremblement de terre en Algérie en 2003, en Italie en 2009 ; coulées de boue et laves torrentielles en France en 1981, 1992, etc. La méditerranée est en effet un terrain particulier soumis à de nombreux risques naturels majeurs liés à la sismicité et au volcanisme de la région, mais également à sa météorologie (tempêtes et fortes précipitations). Cette zone est aussi particulièrement vulnérable du fait de la forte urbanisation de ses côtes et de ses cours d'eau, avec une concentration des fonctions et ressources dans des zones restreintes, ce qui entraîne parfois de gros dégâts lors de catastrophes majeures (Ben Sari, 2004). S'ajoute à ce constat, un contexte économique et social particulier provoquant une amplification des phénomènes du fait d'activités anthropiques (présence d'un barrage par exemple) ou d'effets domino si ces phénomènes atteignent des sites sensibles tels que des centrales nucléaires ou des usines classées SEVESO¹. Dans ce projet, nous nous intéressons plus spécifiquement au phénomène de crues torrentielles qui peut menacer les enjeux situés à leur aval : personnes, infrastructures telles que routes, voies ferrées, habitations, milieux naturels, et avoir des conséquences socio-économiques importantes. De nombreux phénomènes sont recensés dans la région PACA avec parmi eux certains épisodes particulièrement graves :

- lave torrentielle de Saint Chaffrey dans les Hautes-Alpes (1981) ;
- crue de l'Ouvèze dans le Vaucluse (1992) ;
- crue du Guil dans le Queyras (1957 et 2000) ;
- crue du Nartuby dans le Var en 2011 entraînant 23 morts, 2 disparus, 31 560 sinistrés et 1 milliard d'euros de dégâts².

Pour réduire les risques induits par ces aléas naturels, des mesures structurelles et non structurelles sont mises en œuvre, sur les territoires concernés, pour les zones de déclenchement, de propagation et d'arrêt des phénomènes gravitaires. Les mesures non structurelles concernent l'occupation du sol, l'alerte, la gestion de crise et l'information au public. Les mesures structurelles correspondent à la réalisation d'ouvrages de protection qui visent soit à limiter de manière active l'intensité du phénomène (barrages de correction torrentielle), soit à limiter les conséquences ou effets sur les enjeux dans le cadre de stratégies passives (Deymier et al., 1995). Les décideurs et gestionnaires se trouvent alors confrontés à d'importantes et délicates problématiques de décision :

- Quelles zones sont menacées ? Quels enjeux sont situés dans ces zones ? Où sont les zones critiques en matière de protection ?
- Les ouvrages sont-ils suffisants et efficaces ? Où faut-il maintenir et entretenir les ouvrages en priorité ?
- La gestion actuelle du risque sur la commune est-elle en phase avec l'état des ouvrages ?

Le système à considérer est constitué par le bassin-versant équipé de plusieurs ouvrages de protection et de l'ensemble des enjeux situés à son aval. Compte-tenu de la complexité de ce système, de très nombreuses informations entrent dans le processus de prise de décision. En outre, ces informations ont par essence une dimension spatiale mais également temporelle du fait des évolutions constantes du système. Enfin, elles présentent des « qualités » différentes dues à des données imparfaites liées à la méconnaissance scientifique, au manque de mesures, au niveau de fiabilité des données historiques...

Le projet vise ainsi à **déterminer les informations nécessaires pour l'évaluation de l'efficacité des mesures de protection et pour la caractérisation des enjeux, à définir les méta-données permettant de les caractériser (historique, qualité des informations) puis à les cartographier**. Ceci rejoint les objectifs de partage des informations issues du retour d'expériences qui est l'un des thèmes du Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 intitulé « Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes » (International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), 2005).

¹ Classement indiquant un risque technologique entraînant des dommages à l'extérieur du périmètre de l'usine (explosions, nuages toxiques).

² Source : <http://actualite.lachainemeteo.com>

2. Objectifs de la demande

2.1 Objectifs du projet

Le projet vise à proposer des démarches :

- d'identification des informations et données nécessaires pour caractériser l'efficacité des mesures structurelles ;
- de recensement des informations nécessaires à la caractérisation des enjeux vulnérables et leur définition en tant que critères d'évaluation ;
- de définition des méta-données associées (historique des données, qualité des données, etc.) ;
- de cartographie des informations en les associant à leurs méta-données, y compris la représentation des mesures non structurelles en cours. Un prototype informatique rudimentaire sera mis en place afin de tester les développements et un exemple applicatif sera choisi dans la Région PACA afin de les valider ;
- de réflexion sur une interface de visualisation et ses fonctionnalités associées : notamment définition d'une ontologie capable de structurer et accueillir des données hétérogènes.

Ce projet a pour objet de démontrer la faisabilité de la représentation cartographique d'informations et connaissances et de leurs méta-données associées.

2.2 Suites envisagées au projet

La poursuite des travaux, qui pourront donner lieu à des projets déposés auprès de la Région PACA ou de l'ANR et impliquant d'autres partenaires de la FR ou autres laboratoires, pourrait être relative à :

La consolidation des résultats obtenus durant le projet :

- Application ou extension des concepts et méthodes à d'autres types de risques naturels (inondations en plaine, avalanches, submersion marine...), voire des risques technologiques ;
- Réalisation d'un outil informatique élaboré en partenariat avec un laboratoire d'informatique. Des outils prototypes ont été développés ces dernières années (Coeur et al., 2000; Davoine, 2006; Davoine et Brunet, 2003).

L'étude de la provenance de l'information. Une même information peut provenir de sources diverses : plusieurs experts, données issues d'un expert et d'un instrument, etc. L'utilisation combinée des informations issues de sources diverses par les experts ou les décideurs, dans des cadres d'aide à la décision, prend en compte plusieurs niveaux de confiance qui peuvent se déterminer d'un point de vue technique et social.

- Sur un plan technique, des méthodes ont été développées pour fusionner ou agréger des données hétérogènes et imparfaites (Curt et al., 2011; Tacnet, 2009) et pourront être appliquées. Toutefois deux verrous sont d'ores et déjà identifiés : la transcription des imperfections sous une forme mathématique compatible avec les modèles d'aide à la décision et la construction des modèles d'agrégation ou des règles de fusion (poids accordé à chaque information...);
- Sur le plan social, ce thème permettra l'analyse du choix de prise en compte de l'information en étudiant les valeurs attribuées à celles-ci par les décideurs en fonction de l'origine de ces informations.

L'utilisation des résultats obtenus pour la décision qui est la finalité des développements proposés dans ce projet :

- Les mesures mises en place pour limiter le niveau de l'aléa ou réduire la vulnérabilité des enjeux sont rarement exclusives les unes des autres : choix et équilibre des mesures dans le cadre d'une stratégie globale associée à des aménagements neufs ou existants ; prise en compte de critères techniques (zones les plus efficaces pour l'implantation de ces ouvrages, nombre d'ouvrages, combinaison entre ouvrages de protection passive et ouvrages de protection active), critères économiques, critères liés à l'urgence de la situation, en fonction des enjeux situés à l'aval du bassin étudié. Il s'agira ici de définir et mettre en œuvre des approches multicritères ;
- Prise en compte des résultats dans la gouvernance des risques associée à la planification urbaine.

3. Réalisations prévues

3.1 Résultats attendus

Définition des informations et données pour l'évaluation de l'efficacité des mesures de protection

Cette étape passe par la proposition de méthodes d'analyse et de caractérisation des différentes échelles spatiales nécessaires à une étude complète du système à l'étude. Différentes méthodes seront mises en œuvre et notamment les méthodes issues de la sûreté de fonctionnement (Villemeur, 1988; Zwingelstein, 1995). Une première application de ces méthodes a montré leur pertinence pour définir les défaillances des différents composants des ouvrages de protection (Tacnet et al., 2011). Il s'agit dans le projet d'approfondir ces travaux sous deux angles : d'une part, le recensement des informations et données nécessaires pour l'évaluation de l'efficacité des mesures de protection et leur formulation en tant qu'indicateurs et d'autre part, le passage à l'échelle du tronçon puis à celle du bassin-versant afin de quantifier l'efficacité à ces différents niveaux. La notion de criticité basée sur la combinaison de la fréquence et de la gravité pose une difficulté méthodologique d'évaluation dans le contexte des risques naturels en montagne et sera particulièrement étudiée.

Recensement des informations pour la caractérisation des enjeux vulnérables

En s'appuyant sur les travaux de (Arnaud, 2009b), l'objectif vise ici à définir les différents éléments exposés (bâtiments, ouvrages, etc.). Ensuite, leur vulnérabilité sera classée en fonction de leur enjeu dans un contexte de prévention des risques (état d'un ouvrage de protection), d'alerte (par exemple les écoles à évacuer) ou dans un contexte de crise (casernes de pompier, cellule de crise, etc.). Des renseignements seront également recherchés tels des capacités d'accueil, nombre d'étages, etc.) (Arnaud, 2009a). L'utilité de certaines informations devra être évaluée en collaboration avec les différents acteurs du terrain d'étude.

Des renseignements liés à la gestion des risques seront également recensés : la présence ou non de Plan de Préventions des Risques (PPR), la prise en compte du risque dans les questions urbaines et sociales hors PPR (réglementation de l'urbanisme face au risque dans les Plans Locaux d'Urbanisme, modes d'information, etc.).

Définition des méta-données (historique, qualité des informations)

Il est important d'analyser la qualité de l'information afin d'établir la confiance que l'on peut lui accorder. La méthode NUSAP (« Numerical Unit Spread Assessment Pedigree » permet de caractériser les informations en utilisant 5 critères (Funtowicz et Ravetz, 1990) : Numerical et Unit correspondent à l'aspect quantitatif de l'information, Spread traduit l'inexactitude, Assessment exprime un jugement sur la fiabilité, Pedigree prend en compte la qualité du processus d'évaluation de l'information. Cette méthode a servi de support pour évaluer la qualité de données utilisées pour déterminer la durabilité de bâtiments (Talon, 2006) et la performance des barrages (Curt et Talon, In press). Des éléments de réflexion ont été produits pour caractériser les données renseignant la base de l'Enquête Permanente sur les Avalanches (<http://www.avalanches.fr/>) (Richard et al., 2012). L'enjeu réside dans l'identification des critères d'analyse de la qualité des informations définies dans les tâches précédentes et la proposition d'une méthode d'agrégation de ces critères. Des critères et des méthodes d'agrégation différents seront définis en fonction de la nature de l'information.

Une méta-donnée « historique » sera également attachée aux différentes informations afin de pouvoir réaliser des requêtes temporelles et ainsi connaître les événements passés, suivre l'évolution des caractéristiques des ouvrages de protection, des zones urbanisées...

Cartographie des informations et méta-données associées

Cette étape utilisera des données déjà disponibles grâce à des licences enseignement-recherche auprès de l'IGN (Institut de Géographie National) et du CRIGE-PACA (Centre Régional de l'Information Géographique). Il s'agit dans un premier temps d'associer la base de données topographiques de l'IGN qui localise un certain nombre d'enjeux (les bâtiments, les réseaux, les cours d'eau, etc.) avec la base de données sur les ouvrages élaborée dans ce projet. Dans un second temps, la base de données de l'IGN sera enrichie avec les informations recensées pour caractériser les enjeux vulnérables. Enfin, des analyses thématiques seront produites pour lire l'efficacité des ouvrages et la vulnérabilité des

enjeux en fonction des contextes de risque (prévention, alerte, crise). Pour finir, une cartographie des zones de prise en compte réglementaire des risques sera construite afin de la confronter à la carte précédente et d'en vérifier les écarts de prises en compte entre les données scientifiques et la réglementation territoriale actuelle. Les logiciels utilisés seront des SIG : QuantumGIS et MapInfo. Des premiers travaux ont été réalisés (Garza-Manrique, 2012).

Réflexions sur une interface de visualisation et ses fonctionnalités associées

Grace au travail de terrain, une lecture de la demande en termes de consultation de l'information à travers un outil informatique va être réalisée. En effet, pour élaborer un outil informatique d'aide à la connaissance, voire à la décision, il est impératif d'écouter les besoins des acteurs locaux (Arnaud, 2009a). Souvent, ces derniers ont besoin de visualiser leur territoire, au moins en deux dimensions, sur une carte. Cependant, les technologies de l'information et de la communication, permettent aujourd'hui d'améliorer cette visualisation avec des interfaces interactives et dynamiques montrant toutes les particularités de l'information (multimédia, multiformat, multisource, etc.) (Arnaud, 2009b). Notre travail dans ce projet n'est pas de mettre en place un nouveau prototype (perspective du projet) mais de définir la demande en termes de visualisation (visualisation spatiale : Quels types de cartes ? Quels objets doivent être affichés ? visualisation informationnelle et temporelle) et de fonctionnalités de l'outil (calculs, zooms, navigation, affichages, etc.).

Application à un bassin-versant de la Région PACA

La démarche sera appliquée dans la vallée de l'Ubaye en s'intéressant notamment au cas du torrent de Faucon (crues de laves torrentielles) à proximité de Barcelonnette dans le département des Alpes de Haute-Provence (cf. Figure 1 et Figure 2).



Figure 1 : Plan de localisation du site d'étude

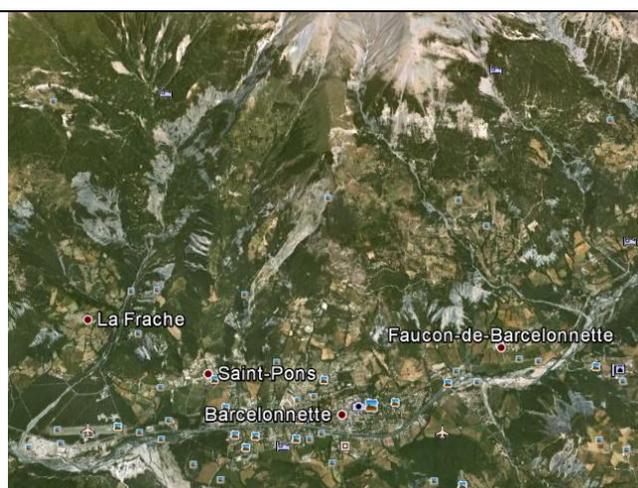


Figure 2 : Plan de situation du site d'étude

3.2 Mode d'interaction prévu entre les équipes

Nous prévoyons comme modes d'interaction : le co-encadrement des stagiaires, des réunions de travail pluridisciplinaires et la co-valorisation des résultats.

3.3 Plan financier

	Irstea	Montants (€)	IUAR	Montants (€)
Personnel temporaire	Stagiaire Master Gerinat (5 mois) *	2 180	Stagiaire Master Urbanisme (3 mois) *	1 308
Missions	Déplacements liés aux développements scientifiques et valorisation	500	Déplacements liés aux développements scientifiques et valorisation	500
	Déplacements liés au montage d'un projet à soumettre en 2013-2014	500	Déplacements liés au montage d'un projet à soumettre en 2013-2014	500
Prestations de service externe	Achat bibliographie	100	Achat bibliographie	100
	Relecture anglais avant publication	250	Relecture anglais avant publication	250
Dépense de fonctionnement	Matériel informatique	1 000	Matériel informatique	1 000
Montant du projet hors frais généraux		4 530		3 658
Frais généraux	Taux de Frais d'Environnement Scientifique (FES) » ** - 31.6%	1 431	Frais de Gestion Aix-Marseille-Université (12%)	439
	Frais Généraux d'Administration (FGA) ** - 51.7 %	2 342		
Montant projet		8 303		4 097
Montant total projet = 12 400 €				

* : montant de l'indemnité = 436 €/mois - ** : Tarification approuvée lors du conseil d'administration le 23/06/2011

Les salaires des personnels permanents et personnels temporaires (thèse) déjà financés sont exclus

Rubriques	Montant (€)
Dépenses de personnel temporaire	3 488
Missions	2 000
Prestations de service externe	700
Dépense de fonctionnement	2 000
Montant du projet hors frais généraux	8 188
Frais généraux	4 212
Montant total projet	12 400
Aide demandée	6 000
% Aide demandée/ Montant total projet	48.4 %

La répartition de l'aide sera la suivante : Irstea = 3 000 € - IUAR = 3 000 €

4. Description du consortium

La liste des participants est présentée dans le Tableau 1.

Etablissement	Participant	Statut	Pourcentage d'implication
Irstea	Corinne Curt	Ingénieur de recherche - HDR	20 %
	Jean-Marc Tacnet	Docteur – ingénieur	20 %
	Nabgha Ghariani	Doctorante	10 %
LIEU – IUAR	Aurélié Arnaud	Maître de conférences	20 %

Tableau 1 : Liste des participants au projet ICARE

Les paragraphes suivants fournissent les CV du porteur Irstea et du porteur LIEU-IUAR.

4.1 Irstea

Porteur : Corinne CURT – responsable du projet

CV sommaire : Ingénieur ENSAIA, docteur en génie des procédés et docteur en génie civil, HDR en génie industriel. Auteur de 20 articles dans des journaux scientifiques, de 7 chapitres d'ouvrages et de plus de 60 communications dans des congrès. A contribué à une dizaine de projets de recherche comme leader ou comme participante. Co-animatrice de l'équipe ADRET (Aide à la Décision basée sur une REprésentation et un Traitement d'informations hétérogènes et imparfaites) d'Irstea.

Spécialités, domaines de compétence : génie civil, ingénierie des connaissances, traitement des imperfections des informations.

Références bibliographiques :

Curt C., Peyras L., Boissier D. (2010). A knowledge formalisation and aggregation-based method for the assessment of dam performance. *Computer-aided Civil and Infrastructure Engineering*, 25, 171-183.

Curt C. and Talon A. (In Press). Assessment and control of the quality of data used during dam reviews, by using expert knowledge and the ELECTRE TRI method. *Journal of Computing in Civil Engineering*.

Tacnet J.M., Rey B., Curt C., Richard D. (2012). Efficiency assessment for torrent protection works – An approach based on safety and reliability analysis. Interpraevent 2012. Grenoble, France.

4.2 LIEU - Laboratoire Interdisciplinaire en Urbanisme (CIRTA-CEJU) - IUAR

Porteur : Aurélié ARNAUD

CV sommaire : Maître de conférences, docteur en géographie et cartographe. Co-animatrice de l'Axe « risque et territoire » de la fédération ECCOREV et co-animatrice des axes « environnement, territoires et risques » et « représentations et dessins d'urbanismes » du laboratoire LIEU (CIRTA-CEJU). Membre du directoire de l'association CRIGE – PACA (Centre Régional de l'Information Géographique Provence-Alpes-Côte-d'Azur), membre du conseil scientifique « Au-delà des évaluations de risque sanitaires et Etudes de zone » mené par le SPPPI-PACA (Secrétariat Permanent Pour les Problèmes de Pollution Industrielle), membre du conseil scientifique d'ECCOREV.

Spécialités, domaines de compétence : Géographie, cartographie, risques et leur perception/ représentation urbaine et sociale.

Références bibliographiques :

Arnaud A. (2009). « La modélisation au service de la valorisation de l'information sur les événements issus de risques. » in Cinquième Rencontre Géorisques : "L'apport de la modélisation dans la connaissance et la gestion des risques naturels", Université Paul-Valéry, Montpellier, 3 février 2009.

Arnaud A. (2009). « Valorisation de l'information dédiée aux événements naturels de territoires à risque. Une application cartographique et géovisualisation sur la couronne grenobloise ». Thèse en géographie sous la direction de Gumuchian H. et Davoine P-A. Université Joseph Fourier, Grenoble 1, 538 pages.

Arnaud A., Davoine P-A (2011). Approche Cartographique et géovisualisation pour la représentation de l'incertitude: application à l'information dédiée aux risques naturels. *Revue Internationale de Géomatique*, vol 21/1, pp 205-224.

5. Références

5.1 Références citées dans le texte

- Arnaud A. (2009a). La modélisation au service de la valorisation de l'information sur les événements issus de risques, Proceedings of the Cinquième Rencontre Géorisques : "L'apport de la modélisation dans la connaissance et la gestion des risques naturels, Montpellier.
- Arnaud A. (2009b). Valorisation de l'information dédiée aux événements naturels de territoires à risque. Une application cartographique et géovisualisation sur la couronne grenobloise PhD Thesis, Université Joseph Fourier, Grenoble.
- Ben Sari D. (2004). Prévision et prévention des catastrophes naturelles et environnementales - Le Cas du Maroc, Sciences de la terre, ÉDITIONS UNESCO.
- Coeur D., Davoine P.-A., Lang M., Martin H. (2000). Intégration de l'information historique dans un système d'information : l'exemple du projet SPHERE, Proceedings of the SIRNAT (Système d'Information pour les Risques Naturels), Grenoble, France.
- Curt C., Talon A., Mauris G. (2011). A dam assessment support system based on physical measurements, sensory evaluations and expert judgements, Measurement, Vol. 44, 192-201.
- Davoine P.-A. (2006). SIHREN : Conception de systèmes d'information spatio-temporelle dédiés aux risques naturels, Revue Internationale de Géomatique, Vol. 16, 377-394.
- Davoine P.-A., Brunet R. (2003). SIDIRA : un système d'information basé sur le Web dédié à la consultation des événements avalanches : application à la commune de Vallorcine (74), Proceedings of the SIRNAT 2003, Orléans, France.
- Deymier C., Tacnet J.-M., Mathys N. (1995). Conception et calcul de barrages de correction torrentielle, Etudes Du Cemagref N°18 Cemagref/Dicova - Antony.
- Funtowicz S. O., Ravetz J. R. (1990). Uncertainty and quality in science for policy, Kluwer Academic Publishers.
- Garza-Manrique N. (2012). Complex information visualization for decision making: example of natural hazard risk assessment in mountains. Rapport de stage de fin d'études d'ingénieur, Ecole Nationale d'Ingénieur de Saint-Etienne, Irstea (Grenoble).
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) (2005). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters - Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction, Proceedings of the World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan.
- Richard D., Bonnefoy M., Tacnet J.-M. (2012). Evaluation de la fiabilité des témoignages pour la réalisation et les mises à jour de la CLPA. Convention MEDDM - n° subvention 0007322 ayant pour objet la connaissance des avalanches pour l'année 2010 - programme 181 : prévention des risques / action 10 : prévention des risques naturels et hydrauliques) - Action n°5 - Etudes diverses - Rapport d'achèvement de l'action 2.4. Irstea, ETNA, Grenoble.
- Tacnet J. M. (2009). Prise en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels en montagne par analyse multicritères et fusion d'information, PhD Thesis, Ecole des Mines de Saint-Etienne.
- Tacnet J. M., Curt C., Richard D., Rey B. (2011). Efficacité des ouvrages de protection torrentielle - Indicateurs basés sur la sûreté de fonctionnement, Annales du BTP, Vol., 78-86.
- Talon A. (2006). Evaluation des scénarii de dégradation des produits de construction, PhD Thesis, Université Blaise Pascal - Clermont II.
- Villemeur A. (1988). Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, Editions Eyrolles.
- Zwinglestein G. (1995). Diagnostic des défaillances - Théorie et pratique pour les systèmes industriels, Hermès.

5.2 Références liées à projets Eccorev

Dupouy G., Tacnet J.-M., Laigle D., Richard D. (2012). Uncertainty in natural hazards numerical modeling: application of an hybrid approach to debris-flows simulation,, Proceedings of the 12th international conference Interpraevent, Grenoble, France.

Tacnet J.-M., Rosalie M., Dezert J., Travaglini E. (2010). Spatial information fusion: application to expertise and management of natural risks in mountains, Proceedings of the SAGEO 2010, International Conference on Spatial Analysis and GEOmatics, Toulouse (France).