

# Appel d'offres Fédération de recherche ECCOREV 2010

## Amélioration des processus d'Aide à la Décision Associés à la GEstion des risques naturels en montagne

Acronyme : ADAGE

Projet proposé conjointement par  
**Cemagref** (\*, \*\*), **IRSN**, **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne**,  
**ONERA**

\* **Cemagref Aix-en-Provence** – Unité Ouvrages Hydrauliques et Hydrologie – 3275 Route de Cézanne – CS 40061 – 13182 Aix-en-Provence Cedex 5 – **Coordinateur : Corinne Curt** - [corinne.curt@cemagref.fr](mailto:corinne.curt@cemagref.fr) – Tél : 04.42.66.99.38

\*\* **Cemagref Grenoble** – Unité Erosion Torrentielle, Neige et Avalanches – 2, rue de la papèterie B.P. 76 – 38402 SAINT-MARTIN D'HERES Cedex

**IRSN Cadarache** – BP 3- 13115 Saint-Paul-Lez-Durance Cedex

**Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM.SE)** – Centre S.I.T.E, Sciences, Informations et Technologies pour l'Environnement – 158, Cours Fauriel – 42023 Saint-Etienne cedex 2

**ONERA** – Information Modelling and Processing Department – 29, Avenue de la Division Leclerc – 92320 Chatillon, France

## Table des matières

1	Contexte.....	2
2	Objectifs.....	3
3	Réalisation prévue .....	4
4	Plan financier.....	5
5	Interactions entre équipes.....	5
6	Description du consortium.....	6

# 1 CONTEXTE

Le territoire de la Région PACA présente une grande diversité : montagnes de haute à basse altitude, plaines, vallées, plateaux, côtes et régions marécageuses. Dans ce projet, nous nous intéressons plus particulièrement aux régions de montagne. Deux phénomènes naturels sont liés à ces zones particulières : les avalanches d'une part et les crues torrentielles d'autre part. Ils peuvent menacer les enjeux situés à leur aval : personnes, infrastructures telles que routes, voies ferrées et bien sûr stations de sports d'hiver (68 stations situées en PACA), habitations, milieux naturels et avoir des conséquences socio-économiques importantes. L'épisode avalancheux de Chamonix en février 1999 a ainsi fait 11 victimes et les crues torrentielles d'août 2005 en Belledonne ont causé 20 M€ de dommages et à nouveau des surverses de digues. Ces phénomènes peuvent être par ailleurs accentués par les activités anthropiques (présence d'un barrage par exemple) et des effets domino sont possibles si ces phénomènes atteignent des sites sensibles tels que centrales nucléaires ou usines chimiques.

Pour réduire les risques induits par ces aléas naturels, des mesures non structurelles et des mesures 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, les alertes, 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 par le biais d'ouvrages de protection (barrages de correction torrentielle) soit à limiter les conséquences ou effets sur les enjeux dans le cadre de stratégies passives. La mise en place de la protection d'une zone induit des choix quant à ces différentes mesures, leur implantation, leur nombre... Ces choix sont établis à partir de la connaissance, souvent imparfaite, des aléas naturels. Comme le système étudié est complexe, il est important de développer des outils d'aide à la décision. Ces outils doivent pouvoir admettre comme entrées des données de natures différentes : dires d'experts, données de terrain, données issues de modèles numériques, données issues de modèles experts ou de connaissance, données issues de SIG (Système d'Information Géographique)... Les sorties seront la proposition et la caractérisation (localisation, nombre...) de mesures structurelles et non structurelles. Ce projet se place dans ce cadre de développement d'outils d'aide à la décision pour les acteurs du territoire. Il traite plus précisément du lien entre l'incertitude des données et la décision.

Dans le domaine de la gestion des risques naturels, l'expertise est mobilisée pour identifier, et analyser les phénomènes, définir des mesures de prévention et caractériser l'efficacité des ouvrages et mesures proposés. Cependant, les modèles utilisés pour décrire les mécanismes de déclenchement, de propagation des processus physiques sont seulement une approximation du phénomène réel. Dans le même temps, les mesures non structurelles telles que le zonage des risques résultent d'une approche pluridisciplinaire croisant des approches déterministes telles que la simulation numérique mais aussi naturalistes, historiques. Les sources d'information sont donc nombreuses et de natures différentes. La problématique de recherche vise à représenter les différentes sources d'information dans un cadre théorique unifié et à proposer des modèles de synthèse des informations mobilisées dans le cadre de l'expertise. Deux aspects seront explorés dans ce projet :

- Caractérisation de la confiance dans les données d'expertise par fusion d'information
- Analyse de sensibilité de deux types de modèles (numériques et experts) ;

En effet, afin d'améliorer les outils d'aide à la décision destinés aux acteurs du territoire, il est important de rendre transparents la représentation et le traitement des informations intervenant dans le processus décisionnel.

## 2 OBJECTIFS

L'objectif de ce projet est d'évaluer la confiance associée aux résultats de modèles impliqués dans l'aide à la décision. Une première étape est donc d'évaluer la qualité des informations utilisées. Pour une grandeur donnée, plusieurs sources d'information peuvent être utilisées : c'est par exemple le cas si l'on consulte différents experts. Cette multiplicité des sources peut engendrer des informations concordantes ou au contraire conflictuelles. Il convient de traduire ce type de situations en caractérisant la confiance associée aux données. Dans un second temps, il est souhaitable de connaître la sensibilité des différents modèles qui nourrissent les outils d'aide à la décision. En effet, comme les données manipulées par les différents modèles sont entachées d'incertitude : variabilité des données (eg : pluviométrie), imprécision (eg : occupation des sols), incomplétude (description des phénomènes physiques), connaître l'impact de ces incertitudes sur le résultat est déterminant dans la prise de décision. L'analyse de sensibilité a pour objectif de quantifier l'effet des incertitudes d'une ou de plusieurs variables d'entrée sur la ou les variables de sortie. Ces analyses permettent notamment de dégager les variables d'entrée dont l'évaluation ou l'obtention doivent être particulièrement soignées car elles ont une forte influence sur le résultat final.

Depuis une trentaine d'années se sont développées des nouvelles théories de l'incertain (théorie des possibilités, des P-boxes, de l'évidence...) qui permettent de proposer un cadre plus souple que le cadre « bayésien » de la probabilité unique pour modéliser et propager les incertitudes. Ces nouvelles théories se sont révélées particulièrement adaptées pour éliciter de l'information dans les cas où les lois de probabilité des phénomènes ne peuvent être établies (insuffisance de données) ou quand les informations disponibles sont vagues voire de nature symbolique, ce qui est le cas dans le domaine des risques en montagne.

Dans le projet, les techniques utilisées pour représenter et propager l'information feront notamment appel aux méthodes dites hybrides qui intègrent différents modèles de l'incertain. Le code SUNSET, utilisé par l'IRSN pour évaluer l'incertitude relative aux résultats obtenus par les logiciels de sûreté, sera mis en œuvre afin de réaliser les analyses de sensibilité du modèle Lave2D et du modèle expert d'évaluation de la sécurité des barrages. Les fonctionnalités de SUNSET permettent d'étendre les techniques de Monte-Carlo utilisées dans les analyses probabilistes de sûreté aux distributions de possibilité et aux Pboxes. Une étude SUNSET se déroule en trois phases : la génération d'une matrice échantillon (chaque ligne correspondant à un calcul et chaque colonne à la valeur prise par le paramètre incertain), la propagation de l'incertitude à travers le code analysé et l'analyse des résultats. SUNSET fonctionne sur les plateformes WINDOWS, LINUX et UNIX.

Pour représenter les imperfections de l'information et les prendre en compte dans la décision, une autre approche basée sur les techniques de fusion d'information (dans le cadre de la théorie des fonctions de croyance) sera proposée avec une composante spatiale. Plusieurs « couches » d'information, provenant de sources hétérogènes plus ou moins conflictuelles sont fusionnées pour qualifier la confiance dans un résultat de type extension spatiale d'un phénomène ou d'une zone de risque. Il est ainsi possible de qualifier la qualité de l'information dans le processus de décision. Un point particulier sera examiné sur le problème de la continuité spatiale pouvant être conservée ou non par une résolution *pixelisée* (mode raster) avec les méthodes de fusion d'information explorées raisonnant sur un cadre discret de discernement : en effet, l'approche spatiale doit conserver la nature des phénomènes continus (comme la pente et le relief) entre deux mailles adjacentes. Il est ainsi possible de qualifier la qualité de l'information dans le processus de décision dans un cadre géo référencé.

Des modèles de deux types très différents seront étudiés : un modèle numérique et un modèle expert. Le premier concerne un phénomène naturel : les crues torrentielles. Le second a été développé pour caractériser un ouvrage anthropique pouvant potentiellement accentuer les dommages causés par l'aléa naturel : les barrages hydrauliques notamment ceux situés en montagne peuvent accentuer les dégâts causés par les phénomènes initiaux.

Le modèle numérique étudié est le modèle Lave2D calculant des écoulements à surface libre de fluides non-newtoniens. Ce modèle est un code numérique (FORTRAN) de résolution des équations de Barré Saint-Venant (moyennées sur l'épaisseur d'écoulement) bidimensionnelles, utilisant une résolution par volumes finis et des schémas de résolution de type Godunov. Son domaine d'application principal (validé par un certain nombre de confrontations à des écoulements réels) est la simulation de l'étalement des laves torrentielles boueuses sur cônes de déjection torrentiels.

Le modèle expert étudié concerne l'évaluation de la fiabilité et de la sécurité de barrages. Ce modèle admet comme entrée des données de différentes natures : observations visuelles, données provenant des appareils d'auscultation, données issues de modèles, données de conception et réalisation de l'ouvrage. Ces différentes données sont formalisées dans un format unique appelé « indicateur ». Les sorties de ces modèles à base de règles sont la fiabilité et la sécurité du barrage vis-à-vis de 9 modes de rupture et de dégradation. Ces modèles ont été validés par simulation sur des cas simplifiés et sont en cours de validation en grandeur réelle.

Ce travail est une des étapes du développement de systèmes d'aide à la décision : il permettra de dégager les variables d'entrée dont l'évaluation doit être particulièrement suivie et maîtrisée. Il est prévu de poursuivre ces travaux par le dépôt d'un projet soit auprès de l'ANR 2011 soit auprès de la Région PACA (AO 2011) sur le thème du développement d'outils d'aide à la décision pour la gestion des risques en montagne. Ces développements impliqueront une approche pluridisciplinaire intégrant les sciences humaines pour analyser les spécificités géographiques, économiques et sociales liés aux territoires. De plus, la multiplicité des acteurs intervenant dans la gestion d'un risque induit la coexistence d'objectifs multiples qu'il ne faudra pas occulter.

### **3 REALISATION PREVUE**

Les réalisations prévues sont présentées dans les paragraphes ci-dessous.

#### **Caractérisations des variables d'entrée**

Il s'agit ici de lister les variables d'entrée du modèle de risque et de caractériser la nature (épistémique ou stochastique) de l'incertitude autour de chaque variable à partir d'échanges avec les experts des domaines concernés.

#### **Représentation des incertitudes « source »**

Cette étape vise à évaluer de manière experte et à modéliser les incertitudes relatives aux données de simulation en identifiant les incertitudes unitaires au niveau de chacune des phases d'expertise. Proposition d'un (ou plusieurs) modèle(s) de représentation de l'incertitude pour chaque variable : distributions de probabilité, distributions de possibilité, p-boxes, fonctions de croyance...

#### **Couplage des modèles et de l'environnement SUNSET et mise en œuvre**

Plusieurs phases s'enchaîneront au cours de cette étape :

- coupler le code de simulation numérique des laves torrentielles avec l'environnement de simulation Sunset développé par l'IRSN ;
- effectuer les calculs de propagation des incertitudes avec le logiciel SUNSET de l'IRSN couplé avec le code de propagation d'écoulement torrentiel lave 2D ;
- analyser la pertinence et la mise en œuvre d'une parallélisation du code de calcul en fonction des temps de simulation observés ;
- réaliser les 3 étapes précédentes pour le modèle expert d'évaluation de la fiabilité et de la sécurité des barrages.

### **Représentation spatialisée de l'information**

Dans le cadre de la gestion et des applications de zonage du risque, la représentation spatiale des informations et des résultats est essentielle. L'enjeu est ici de prendre des décisions relatives à la gestion des risques à partir d'une combinaison d'informations plus ou moins incertaines. Une première ébauche de simulateur basé sur un principe de fusion pixel par pixel sera établie dans le contexte d'application de zonage des risques. Les entrées seront simulées et simplifiées mais permettront d'établir une architecture prototype.

### **Validations**

L'étape de validation vise à appliquer à un exemple et restituer des résultats auprès des experts et des autres acteurs de la décision dans le cadre de comparaison de scénarios.

### **Autre résultat attendu**

Elaboration et dépôt d'un projet de recherche dans le cadre des prochains appels d'offre de l'ANR (2011 Environnement, risque) ou de la région PACA.

## **4 PLAN FINANCIER**

### ***Dépenses de personnel temporaire = 7 200 €***

Stagiaire (3 x 6 mois) = 7 200 €

### ***Missions = 4 000 €***

Déplacements liés aux développements scientifiques = 3 000 €

Déplacements liés au montage projet ANR2011 ou PACA2011 = 1 000 €

### ***Prestations de service externe = 1 000 €***

Achat bibliographie = 500 €

Relecture anglais avant publication = 500 €

### ***Dépense de fonctionnement = 4 600 €***

Licence Matlab = 2 000 €

Matériel informatique = 2 600 €

**Total = 16 800€**

**Aide demandée = 10 000 €**

## **5 INTERACTIONS ENTRE ÉQUIPES**

Le projet sera réalisé dans le cadre d'une équipe pluridisciplinaire associant des compétences complémentaires nécessaires à la réussite du projet : experts des

phénomènes gravitaires naturels en montagne, du génie civil, de la simulation numérique des écoulements, de l'analyse des risques et des théories de l'incertain.

Les différentes équipes seront impliquées dans les différentes tâches notamment au travers de co-encadrement de stages (un stage orienté sur la caractérisation des données et deux stages portant sur l'analyse de sensibilité des modèles numérique et expert).

## 6 DESCRIPTION DU CONSORTIUM

**Organisme : Cemagref Aix-en-Provence – Unité de Recherche Ouvrages Hydrauliques et Hydrologie (OHAX)**

**Participant (25 %) : Corinne CURT (Ingénieur de Recherche) – leader du projet**

**CV sommaire :** Ingénieur ENSAIA, docteur en génie des procédés et docteur en génie civil. Auteur de 16 articles dans des journaux scientifiques, de 4 chapitres d'ouvrages et de plus de 50 communications dans des congrès nationaux et internationaux. A contribué à une dizaine de projets de recherche comme leader ou comme participante et a co-encadré 4 doctorants et 1 post-doctorant. Co-animatrice de l'équipe ADRET (Aide à la Décision basée sur des connaissances hétérogènes et imparfaites) du Cemagref.

**Spécialité, domaine de compétence :** génie civil, ingénierie des connaissances, utilisation de la logique floue et théories de possibilités.

### **Références bibliographiques :**

- Curt C., Talon A. & Mauris G. (2008). Using physical measurements, sensory evaluations and expert judgments in a dam assessment support system. In *Proceedings of 12th IMEKO TC1 & TC7 Joint Symposium on Man Science & Measurement*, Annecy, France.
- Curt C., Peyras L., Boissier D. (2010). A knowledge formalisation and integration-based method for the assessment of dam performance. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 25, 171-183.
- Curt C. (à paraître). Utilisation de la théorie des possibilités pour l'évaluation de la fiabilité et de la sécurité des barrages. A paraître dans *Anticipation, innovation, perception: des défis pour la maîtrise des risques à l'horizon 2020*.

**Organisme : Cemagref Grenoble – Unité de Recherche Erosion Torrentielle, Neige et Avalanches**

**Participant (25%) : Jean-Marc TACNET**

**CV sommaire :** Ingénieur ENGEES (1987), ENGREF (2003), DESS Informatique Université de Grenoble (2003), Thèse de doctorat Ecole des Mines de Saint-Etienne (2009). Après plus de dix ans de recherche dans le domaine des ouvrages de protection (génie civil), ses activités s'orientent aujourd'hui vers la gestion intégrée des risques et l'aide à la décision. Co-animateur de l'équipe ADRET (Aide à la Décision basée sur des connaissances hétérogènes et imparfaites) du Cemagref.

**Spécialité, domaine de compétence :** Génie civil, génie logiciel, systèmes d'information, expertise des risques naturels, fusion d'information, aide à la décision.

### **Références bibliographiques :**

- 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. Thèse de doctorat, Sciences et Génie de l'Environnement, Ecole des Mines de Saint-Etienne

Tacnet J.M., Batton-Hubert, M. and Dezert, J., 2009. Information fusion for natural hazards in mountains – in Advances and applications of DSMT for Information Fusion – Collected Works – Vol. 3 (Dezert, J., Smarandache, F. eds) , American Research Press, Rehoboth, USA.

**Participant (10 %) : Dominique LAIGLE**

**CV sommaire** : Ingénieur-chercheur en hydraulique torrentielle, Docteur et HDR en mécanique, Cemagref – UR Erosion Torrentielle, Neige et Avalanches

**Spécialité, domaine de compétence** : hydraulique, mécanique des fluides, rhéologie et analyse numérique, dédiées à l'étude des écoulements torrentiels (plus particulièrement les laves torrentielles) et de leur interaction avec des structures. Approche pluridisciplinaire des risques d'origine torrentielle.

**Références bibliographiques :**

- Laigle D. (2008). La modélisation des écoulements gravitaires rapides. Application à la gestion du risque « laves torrentielles ». Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches de l'Institut Polytechnique de Grenoble, 148 p.
- Rickenmann D., Laigle D., McArdell B. W., Hübl J. (2006). Comparison of 2D debris-flow simulation models with field events. Computational Geosciences, 10(2): 241-264.
- Laigle D., Hector A.-F., Hübl J., Rickenmann D. (2006). Confrontation de la simulation numérique de l'étalement de laves torrentielles boueuses à des observations d'événements réels. La Houille Blanche (6/2006): 105-112.
- Malet J.-P., Laigle D., Remaître A., Maquaire O. (2005). Triggering conditions and mobility of debris flows associated to complex earthflows. Geomorphology, 66(1-4): 215-235.

**Organisme : IRSN**

**Participant (25%) : Eric CHOJNACKI (Téléphone : 04 42 19 94 68 e-mail : [eric.chojnacki@irsn.fr](mailto:eric.chojnacki@irsn.fr))**

**Parcours** : Ingénieur des Ponts et Chaussées, expert en modélisation du risque et animateur du groupe statistique à l'IRSN.

**Spécialités, domaine de compétence** : Pour évaluer un risque en sûreté nucléaire, on s'appuie de plus en plus souvent sur les résultats obtenus à partir d'outils numériques complexes. Or ces logiciels utilisent d'une part des modèles physiques qui sont seulement une approximation de la réalité et d'autre part un ensemble de données (conditions initiales et limites, paramètres des modèles, données géométriques et lois de comportement, ...) qui sont connues avec une certaine imprécision. Depuis une quinzaine, Eric Chojnacki participe à l'élaboration de méthodes et au développement d'un logiciel (SUNSET) pour prendre en compte les incertitudes dans les analyses de risque.

Ses principaux travaux d'expertise sont les suivants :

- Outil d'aide à la décision en situation post-accidentel- Projet PRIME MEEDDAT (2009)
- Analyse des retombées de l'accident de Tchernobyl (2006)
- Benchmark OECD BEMUSE sur la prise en compte des incertitudes dans les études de sûreté en thermohydraulique accidentelle « grosse brèche » (2002-2005)
- Etude épidémiologique du Nord Cotentin (2000-2002)
- Benchmark OCDE UMS sur la prise en compte des incertitudes dans les études de sûreté en thermohydraulique accidentelle « petite brèche » (1995-1998)

Travaux de recherche: coencadrement avec Didier Dubois des thèses de Sébastien Destercke (2005-2008) et Cédric Baudrit (2002-2005) sur les théories de l'incertain.

**Références bibliographiques :**

Chojnacki, E., Baccou, J., Destercke, S., Numerical sensitivity and efficiency in the treatment of epistemic and aleatory uncertainty, to appear in International J. of Intelligent Systems, 2009.

Davesne E, Chojnacki E, Paquet F, Blanchardon E. Modeling the imprecision in prospective Dosimetry of internal exposure to uranium. *Health Phys.* 96(2):144-54 (2009).

Sebastien Destercke, Didier Dubois, Eric Chojnacki. "Unifying practical uncertainty representations: I. Generalized p-boxes". *International Journal of Approximate Reasoning*, Vol 49, n° 3, pp 649-663, 2008.

Chojnacki E. et Destercke S. "Evaluation, analyse et synthèse de sources multiples d'information appliquées à des codes de calculs nucléaires" *Lambda-Mu d'or du congrès de l'Institut de Maitrise des Risques* 2008.

Baccou J., Chojnacki E., Mercat-Rommens C., Baudrit C., Extending Monte-Carlo simulations to represent and propagate uncertainties in presence of incomplete knowledge: application to the transfer of a radionuclide in the environment, *J. of Environment Engineering*, 134(5): 362-368, 2008

Baccou J., Chojnacki E., Contribution of the mathematical modelling of knowledge to the evaluation of uncertainty margins of a LBLOCA transient (LOFT L2-5), *Nuclear Engineering and Design*, 237(19): 2064-2074, 2007.

## **Organisme : Ecole des Mines de Saint-Etienne**

**Participant (15%) :** Mireille BATTON-HUBERT (e-mail : [batton@emse.fr](mailto:batton@emse.fr) - tel. 04 77 42 00 93)

**Parcours :** Enseignant-chercheur, HDR (2006) en Sciences et Génie de l'Environnement au centre Sciences, Information, et technologies pour l'Environnement et responsable du département IDEE (Information, Décision et Evaluation Environnementale).

**Spécialités, domaine de compétence :** Mes activités de recherche concernent le développement de méthodes d'analyse et de traitement de données géo référencées et temporelles liées à des phénomènes continus comme l'eau et l'air pour l'évaluation et le diagnostic d'impacts environnementaux basés sur : i) la modélisation et la simulation numérique, ii) l'identification et l'estimation paramétrique et iii) l'optimisation de processus physiques continus (air - eau).

**Compétences :** Modélisation déterministe, data mining et clustering (segmentation et discrimination), identification et prévision, aide à la décision (agrégation multicritère et fusion d'information spatiale et temporelle), Système d'Information Géographique

Les domaines d'application concernent les écoulements de surface et souterrains avec le calcul d'impacts (inondations, dépassements de seuils, piézométrie, gestion de ressources en eaux), l'identification de l'état spatial de défaillance sur un réseau d'eau potable, la prévision de la pollution de l'air et des odeurs par identification de scénarii aérauliques et météorologiques, l'optimisation de la localisation de capteurs environnementaux pour le suivi de concentration de polluant...

Dans ce projet, mon intervention mobilisera des compétences acquises et développées en modélisation explicative et outils d'aide à la comme l'analyse multicritères (agrégation), et la fusion d'information et la prise en compte de l'espace géo référencé.

### **Références bibliographiques :**

Batton-Hubert M., Dechomets R., Graillot D., Bases théoriques des méthodes et outils d'aide à la décision territoriale - conditions d'utilisation pratiques, in *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire*, ed Hemès IGAT, 2006.

Batton-Hubert M., Despouy T., Vie J., Analyse du risque de transport de matières dangereuses (TMD) à l'échelle départementale - application au transport routier sur le département de la Loire, in *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire*, ed Hermès IGAT, 2006

Piatyszek E., Dechomets R., Graillot D., Analyse des défaillances des plans d'interventions en cas d'inondation – proposition d'une méthodologie. Conférence SIRNAT 2005. Montpellier. 10-11 mars 2005.

Iblindu I., Batton-Hubert M., Piatyszek E., Analyse spatio-temporelle de dysfonctionnements du réseau d'AEP de la Ville de Chisinau (Moldavie) : requêtes temporelles et requêtes spatiales basées sur les relations topologiques et hydrauliques d'un graphe. Conférence CASSINI-SIGMA 2004, Géomatique et analyse spatiale. Grenoble. 2-4 Juin 2004.

## **Organisme : ONERA**

### **Participant (15 %) : Jean DEZERT**

**Parcours** : Ingénieur (Ecole Française de Radioélectricité Electronique and Informatique –EFREI), D.E.A. université Paris VII (Jussieu), Thèse Université Paris XI, Orsay, spécialité Automatique et traitement du signal. Actuellement, chercheur senior à l'ONERA (Département de modélisation et traitement de l'information). Auteur avec Florentin Smarandache de la théorie DSMT (théorie du raisonnement plausible et paradoxal pour la fusion d'information). Vice-président de la société internationale de fusion d'information en 2004, auteur d'environ 80 articles dans des journaux et conférences internationales.

**Spécialités, domaine de compétence** : Théorie de l'estimation, pistage, raisonnement bayésien et non bayésien, aide à la décision, fusion d'information, fonction de croyances

### **Références bibliographiques :**

Dezert J., and Smarandache F., 2004-2009, Advances and Applications of DsmT for Information Fusion – Collected works – Volume 1-3, American Research Press, Rehoboth, USA.  
<http://fs.gallup.unm.edu/DsMT.htm>