

Projet ADAGE

Amélioration des processus d'Aide à la Décision Associés à la **GE**stion des risques naturels en montagne

Jean-Marc Tacnet** , Corinne Curt* , Dominique Laigle** , Eric Chojnacki+ , Jean Dezert** , Mireille
Batton-Hubert***

avec la collaboration de Guillaume Dupouy** , Pierre Grizard ***

- * Cemagref Aix-en-Provence – Unité Ouvrages Hydrauliques – Equipe ADRET
- ** Cemagref Grenoble – Unité Erosion Torrentielle Neige et Avalanches – Equipe ADRET
- + IRSN/Direction de la Prévention des Accidents Majeurs/SEMIC/LIMSI - CE Cadarache, France
- ++ ONERA – The French Aerospace Lab – Palaiseau, France
- +++ ENSMSE - Ecole Nationale des Mines de Saint-Etienne



Restitution projet ADAGE/ECCOREV – 14/10/2011



1

Contexte – Analyse d'incertitude par approche hybride – Fusion d'information spatiale – Conclusion/perspectives

- Contexte
- Objectifs du projet
- Un exemple de résultats : approche hybride appliquée au contexte des laves torrentielles
- Conclusion - perspectives



Restitution projet ADAGE/ECCOREV – 14/10/2011



2

Contexte de décision: risques gravitaires rapides en montagne

Avalanches de neige

Crues torrentielles



Pelvoux – 2006 (S. Escande – Cemagref)



Dégâts d'avalanche damages (Cemagref)



Torrent d'Armançette – Haute-Savoie – 2005 (J.M. Tacnet – Cemagref)



St Etienne de Tinée – 2009 (L. Bernard/Parc National du Mercantour)



Torrent St Antoine – Modane - Savoie – 1987 (M. Meunier – Cemagref)

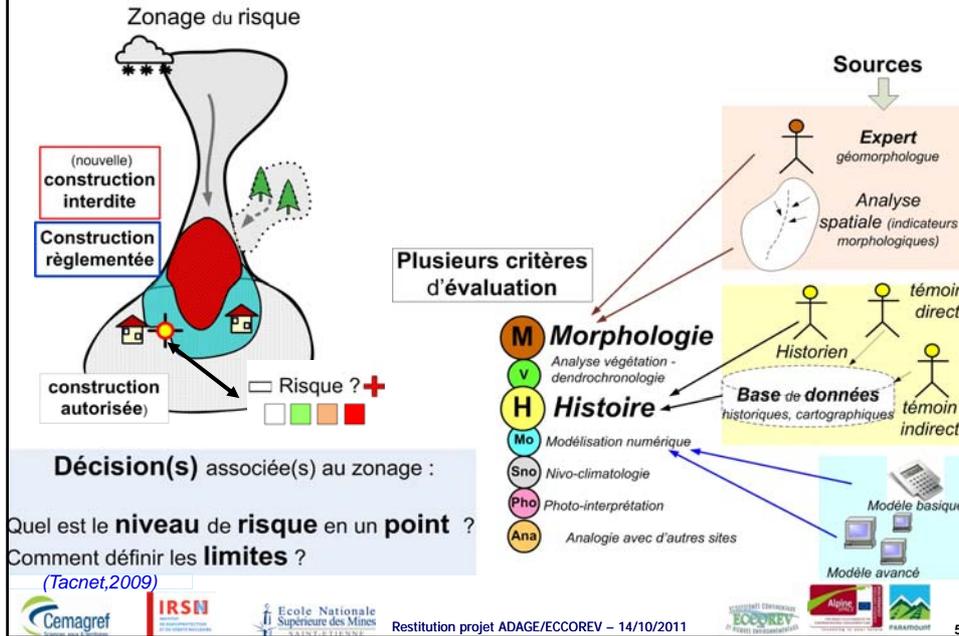
L'expertise exploite des informations et des sources hétérogènes

Objectif : éviter de construire dans les zones exposées aux avalanches

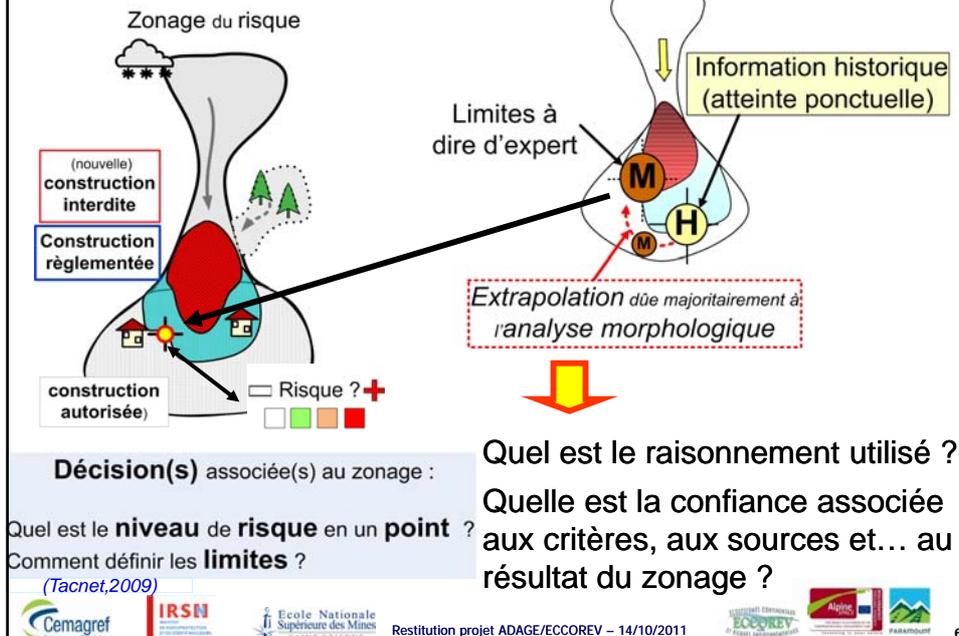


St Etienne de Tinée – 2009 (L. Bernard/Parc National du Mercantour)

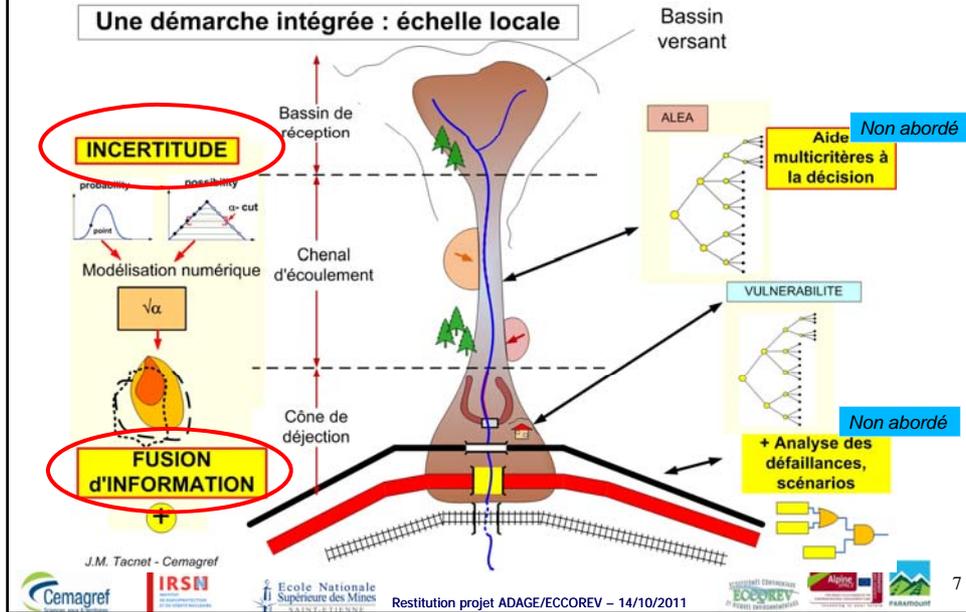
L'expertise exploite des informations et des sources hétérogènes



L'expertise exploite des informations et des sources hétérogènes

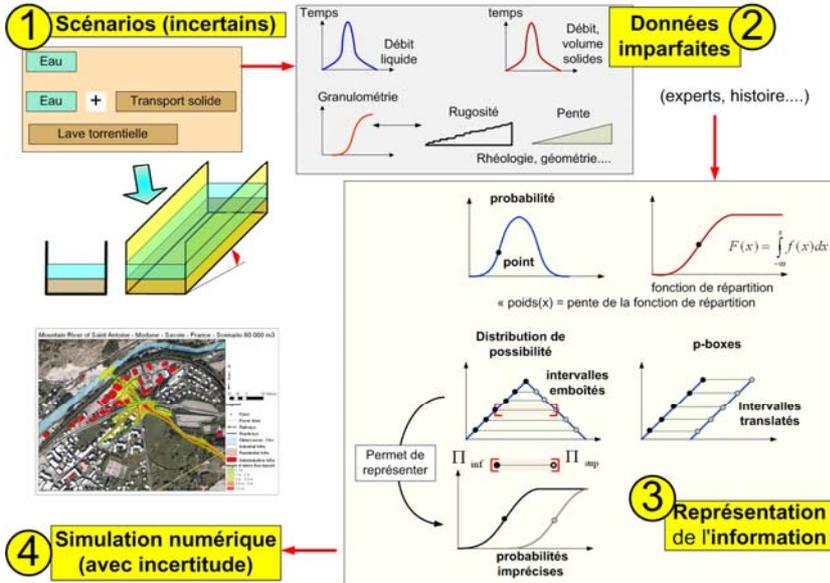


Information et décision dans le contexte torrentiel

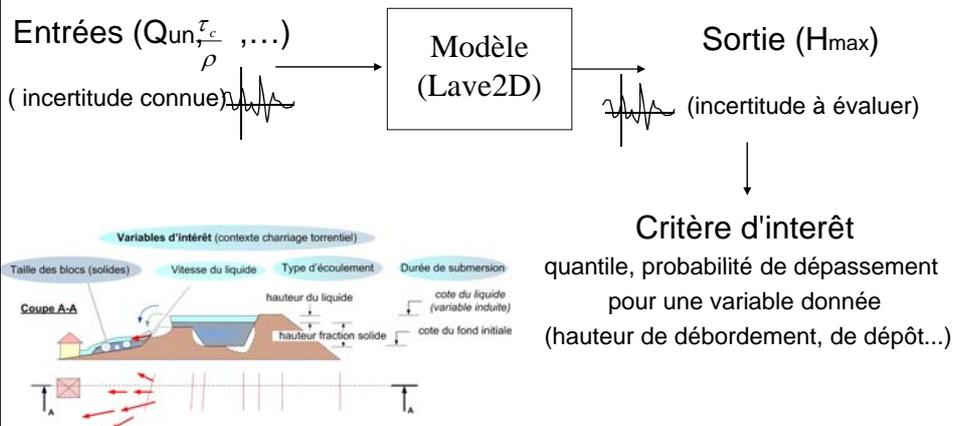


Un exemple : analyse d'incertitude appliquée à la modélisation de l'aléa lave torrentielle

Analyse d'incertitude : principe global



Analyse d'incertitude : principe global



Limites des méthodes de propagation Monte Carlo usuelles :

- Valeurs incertaines souvent représentées par une distribution de probabilité unique P_X , idéalement estimée par des échantillons statistiques précis (observations, nombreuses données...).
- **Problème:** les **données** sont **imparfaites , imprécises** (manque de connaissance, mesures imprécises, jugements experts...)

On choisit une distribution parmi celle qui sont compatibles avec l'information disponible : on fait un pari sur la distribution réelle influençant le résultat à l'insu du décideur

Exemple:

Information disponible : X appartient à $[0,1]$;

Choix habituel : distribution uniforme

On ajoute une information (forte hypothèse) : équiprobabilité

Ceci conduit à confondre **incertitude épistémique** (manque d'information) et **variabilité**.

Cadre théorique

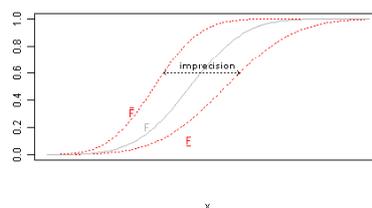
- Les théories des **possibilités** et des **fonctions de croyance** permettent de représenter l'imprécision et la variabilité en codant des **familles de probabilités** ;
- Les **distributions de possibilité** sont conçues pour simuler un **jugement d'expert** sous la forme d'**intervalles emboîtés** auxquels on accorde une confiance variable :
- Les deux cadres utilisent des **familles de probabilités**, fonction de répartition haute et basse délimitant les probabilités des événements de type $(-\infty, x]$ et $[x, \infty)$

$$\underline{F}(x) = N([-\infty, x])$$

$$\overline{F}(x) = \Pi([-\infty, x])$$

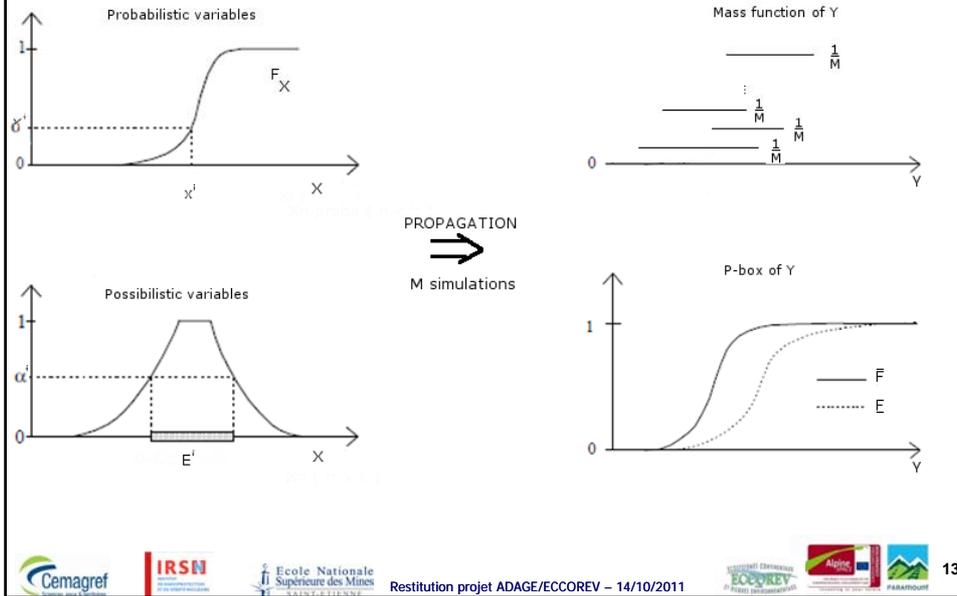
$$\underline{F}(x) = Bel([-\infty, x])$$

$$\overline{F}(x) = Pl([-\infty, x])$$



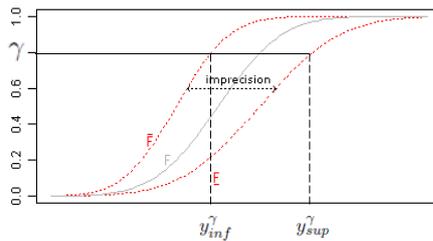
Principe de propagation de la méthode hybride

(Baudrit et al., 2006; Chojnacki et al., 2009)

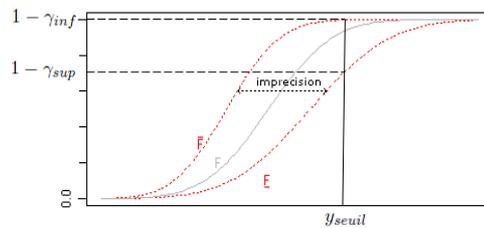


Résultats

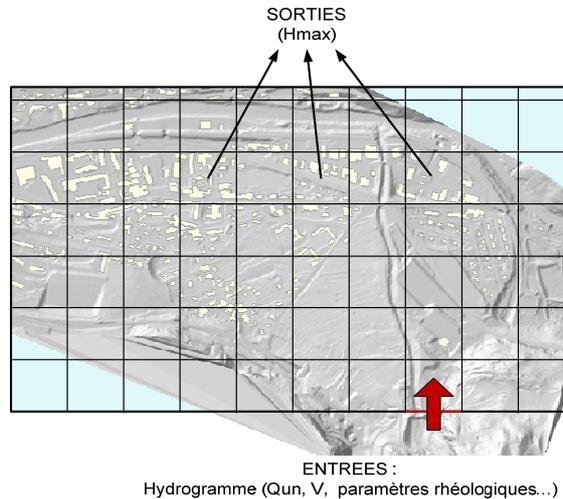
- γ -quantile : valeur y associée à une probabilité γ : $P(x < y_\gamma) = \gamma$



- Probabilité de dépassement d'un seuil (exemple hauteur de dépôt) :



Lave2D Code de simulation d'écoulement de laves torrentielles



Spécifications

Modèle : modèle numérique Lave2D basé sur un MNT raster 2m x 2m (Saint-Antoine, Savoie).

Données possibilistes : Débit Q_{un} , durée T (croissant) ;

Données probabilistes : paramètres rhéologiques $\frac{\tau_c}{\rho}$, $\frac{K}{\rho_c}$ (imprécise mais non monotone)

Dépendances : indépendance stochastique.

Sortie : Hauteur maximum H_{max} **en chaque pixel**.

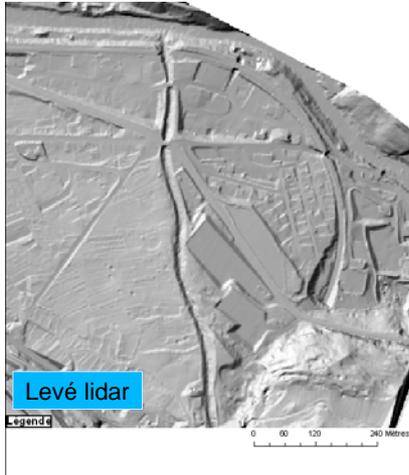
Critères d'intérêt : **en chaque pixel** :

- Fonction de croyance (pour fusion d'information),
- Fonction de répartition (CDF),
- Quantile 0.95 (avec intervalle de confiance),
- Probabilité de dépassement (exemple seuil = 2m).

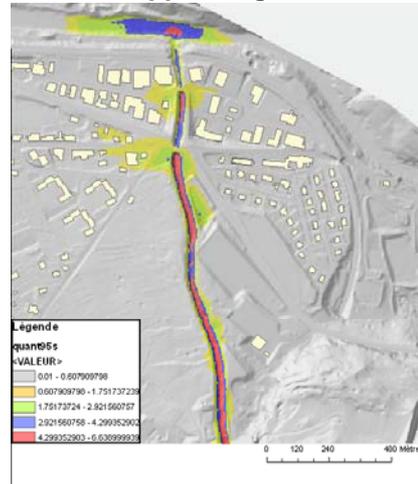
Méthode de propagation : Hybride

0.95-quantile

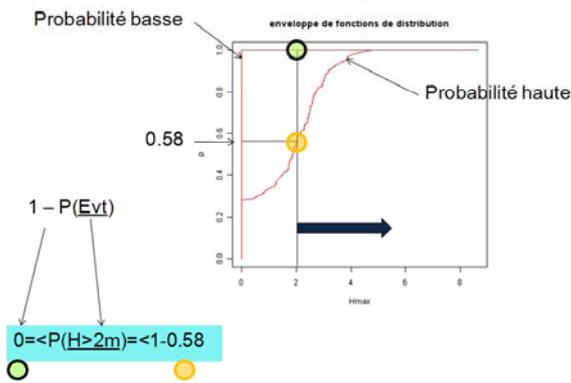
Lower heights



Upper heights



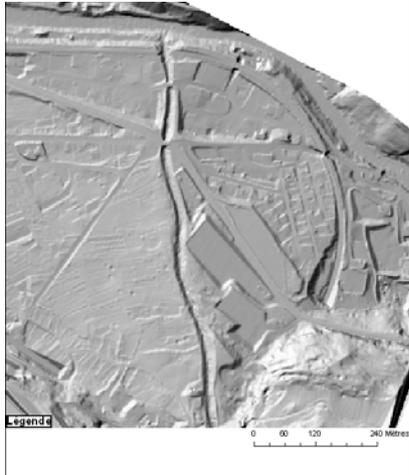
Probabilité de dépassement de seuil



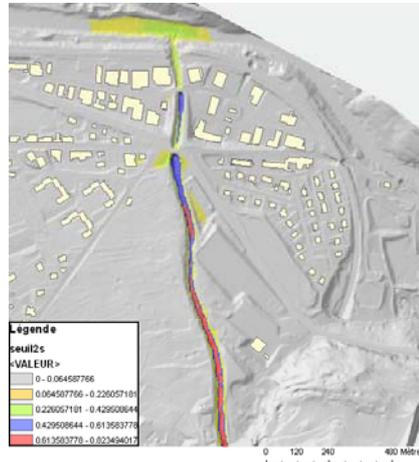
Pour chaque calcul en chaque pixel, probabilité de dépassement d'une hauteur d'écoulement de 2m

Probabilité de dépassement (seuil = 2m)

Probabilités basses

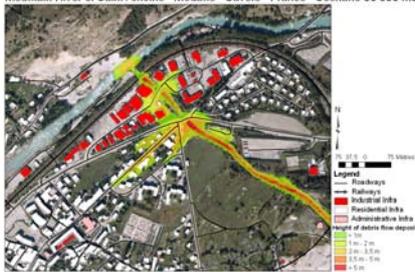


Probabilités hautes



Perspectives : vers une approche intégrée prenant en compte l'incertitude

Mountain River of Saint Antoine - Modane - Savoie - France - Scenario 80 000 m3



Mountain River of Saint Antoine - Modane - Savoie - France - Scenario 120 000 m3

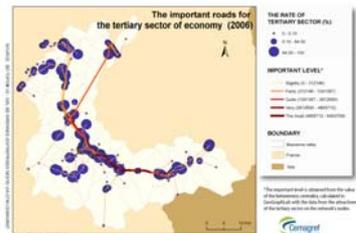


(Kaiber da Silva, Dupouy et al., 2011)

Scénarios



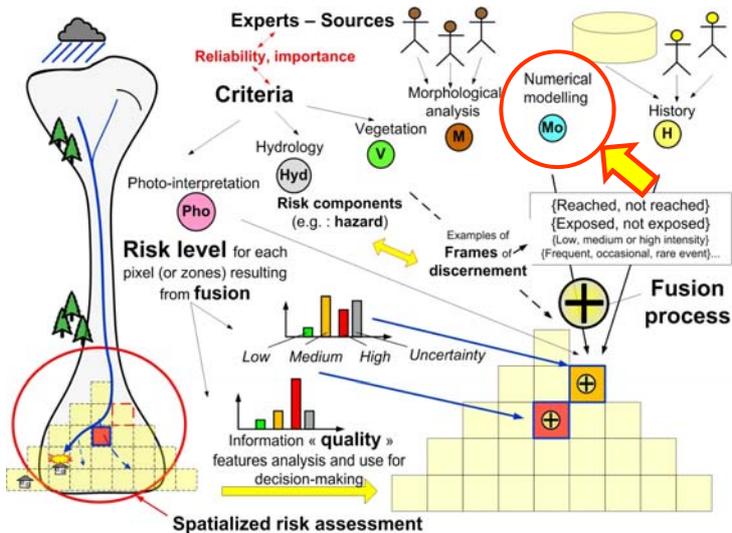
Approche territoriale...



(Manerat, Tacnet, Mermet, 2011)

Autre exemple : fusion d'information spatiale

L'évaluation des risques dépend de l'information disponible : fusion spatiale d'information



in (Tacnet et al., 2010) – SAGEO'10 Int. Conference proceedings, Toulouse, 17-19 th november, France

Conclusion - Perspectives

- D'autres volets explorés (étude de sensibilité de méthodes multicritères, raisonnement expert)
- Un test (réussi) de **méthodes innovantes** pour prendre en compte l'hétérogénéité et l'**imperfection** de l'**information**
- Développement d'outils de calcul et de représentation
- Intérêt d'un **consortium de recherche** pluridisciplinaire associant des disciplines et domaines thématiques différents
 - Co-encadrement de stagiaires
 - 2 communications à des congrès
 - Montage d'un sujet de thèse
-

Conclusion - Perspectives

- Plusieurs suites envisagées :
 - **Développements théoriques** sur les méthodes (hybride, fusion, aide multicritères, représentation) avec un objectif d'intégration ;
 - La volonté de développer des **approches territoriales** (changement d'échelles, lien entre incertitude et décision...) ;
 - Etendre la thématique à l'analyse de l'**efficacité** des mesures et stratégies de protection ;
 - Trouver des **soutiens financiers** pour les actions...