

Risques liés à l'eau: inondations et torrents

Les crues des cours d'eau de montagne : l'exemple du Grésivaudan

Charles Obled : Grenoble INP

Didier Richard : Cemagref Grenoble

Christophe Peteuil : Service RTM 38



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Contexte

Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



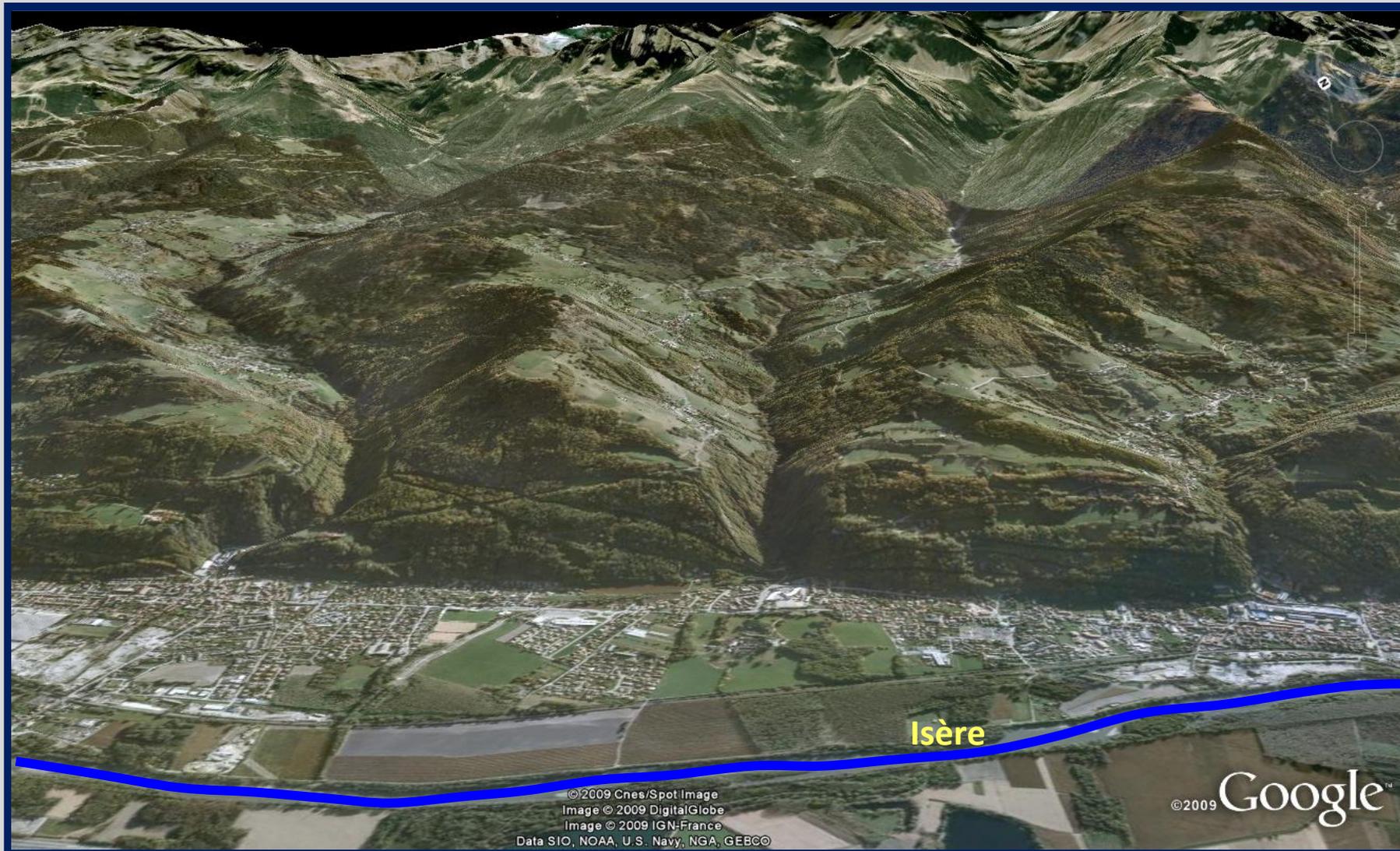
©2009 Cnes/Spot Image
Image © 2009 DigitalGlobe
Image © 2009 IGN-France
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

©2009 Google™

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Contexte

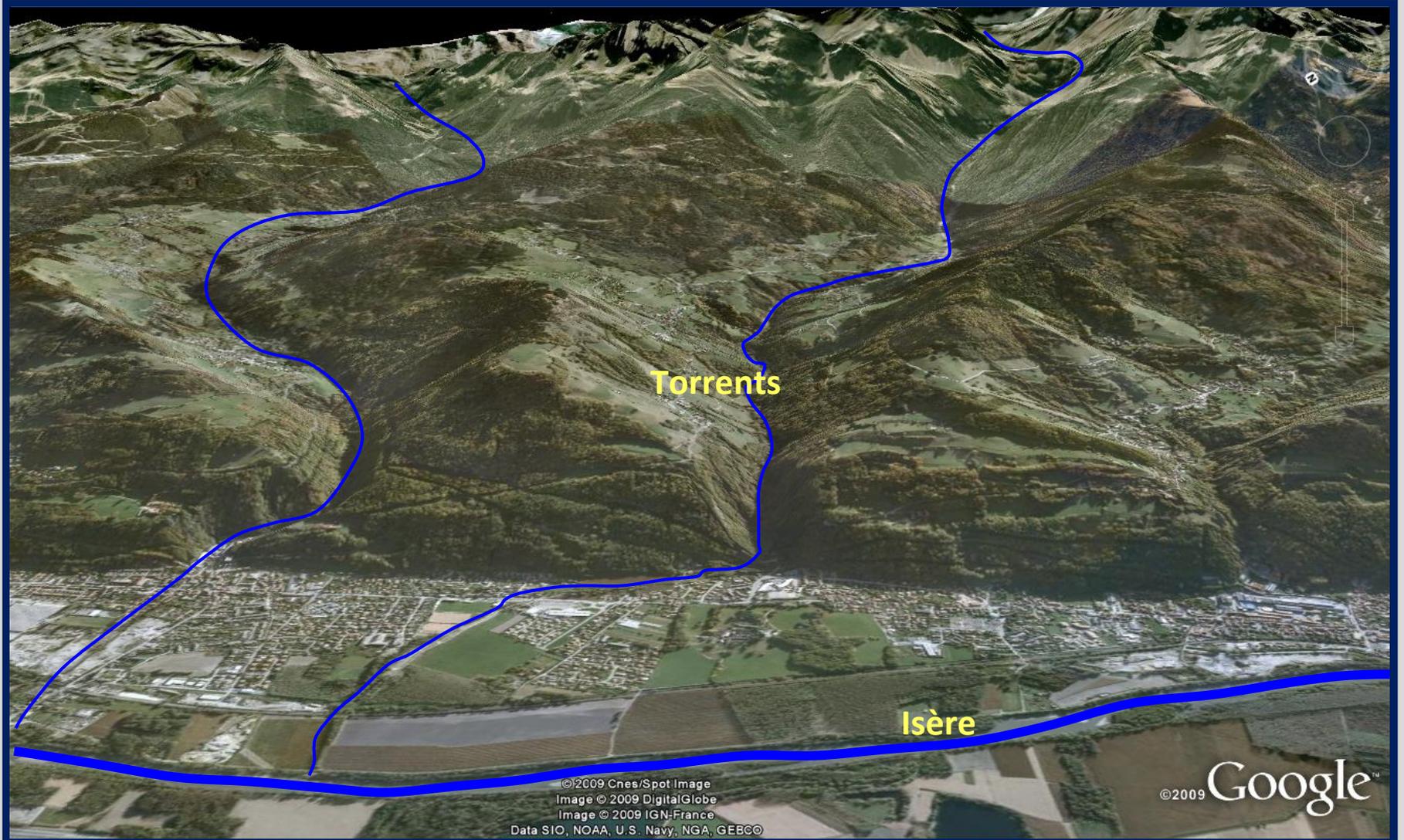
Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Contexte

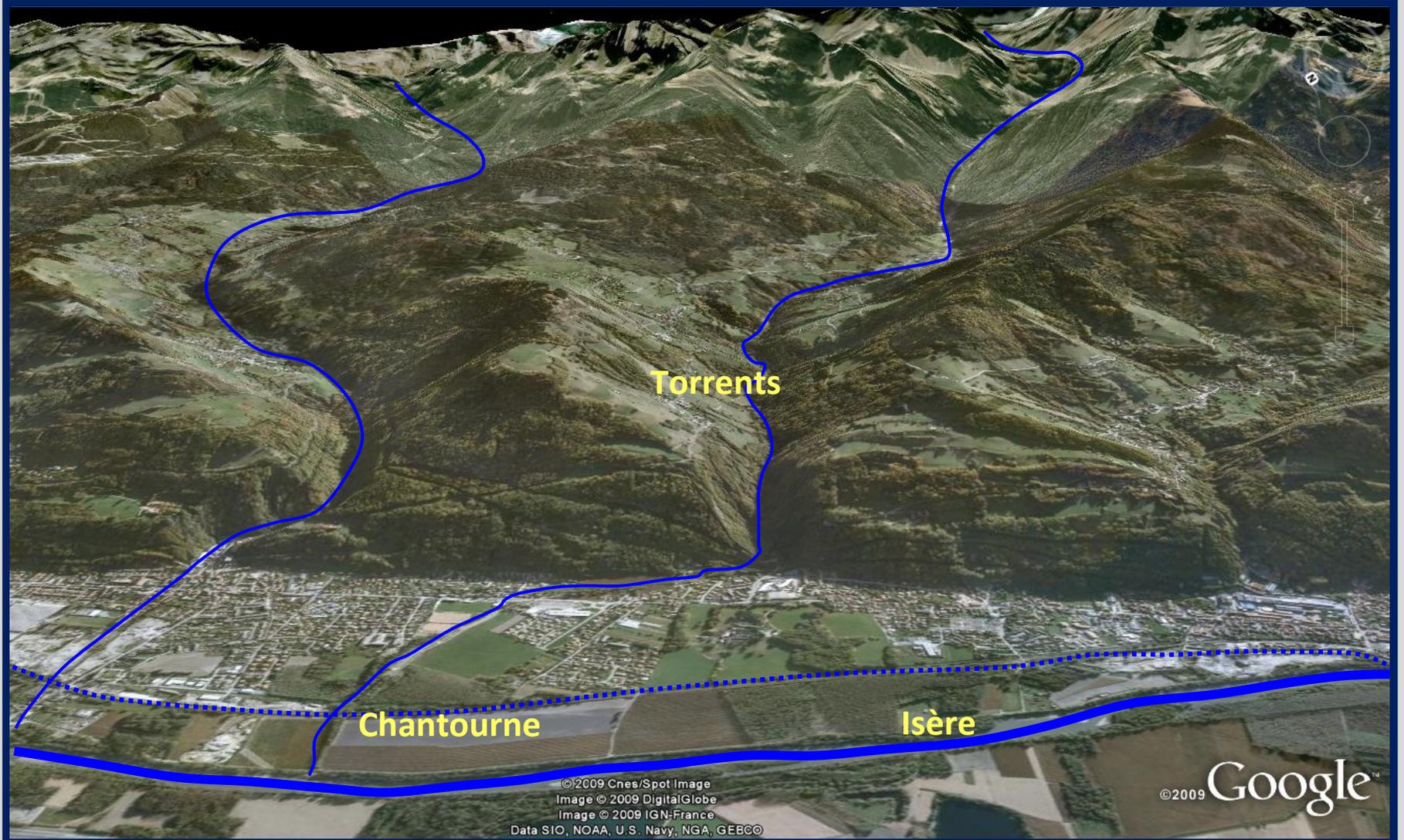
Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Contexte

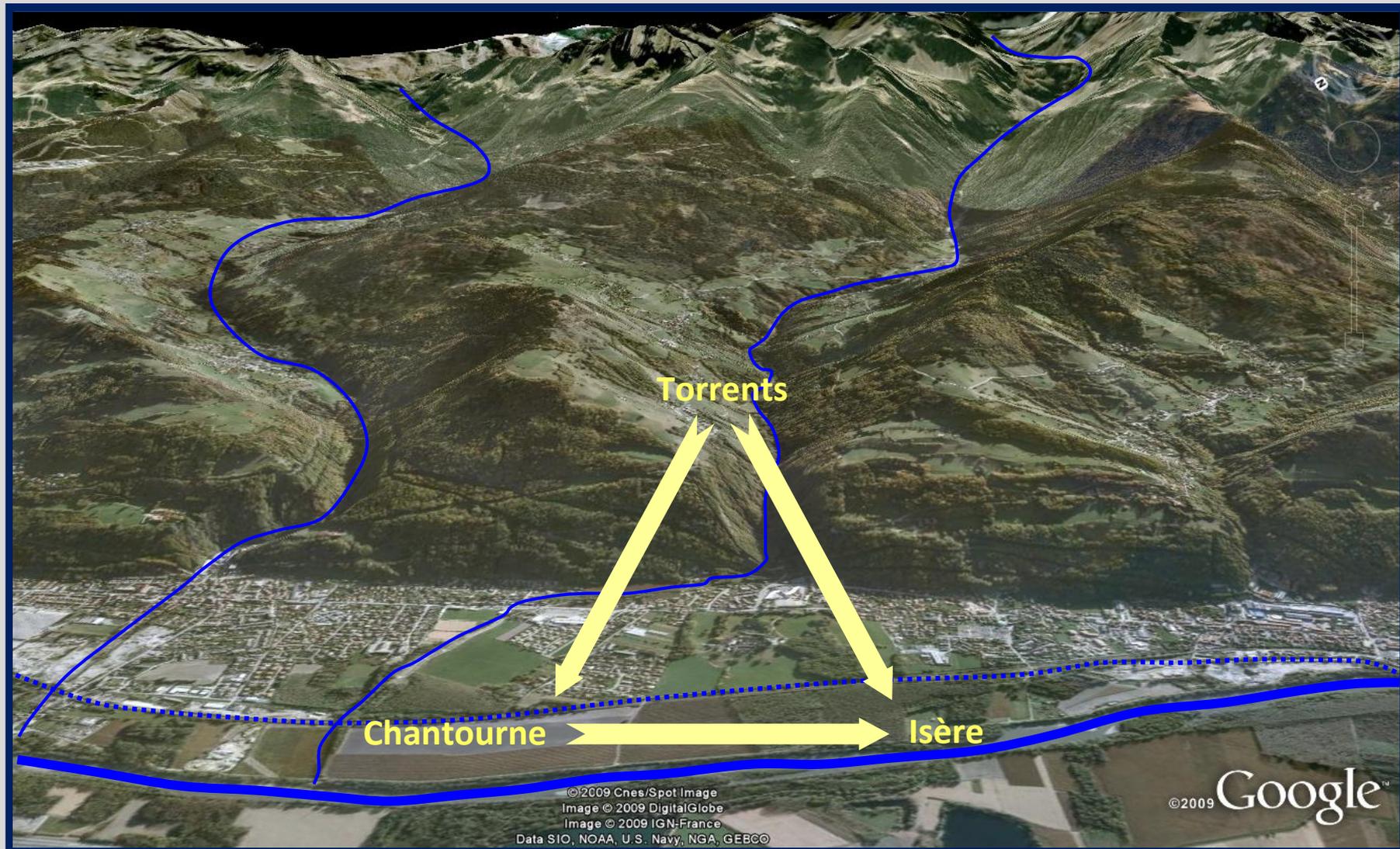
Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Contexte

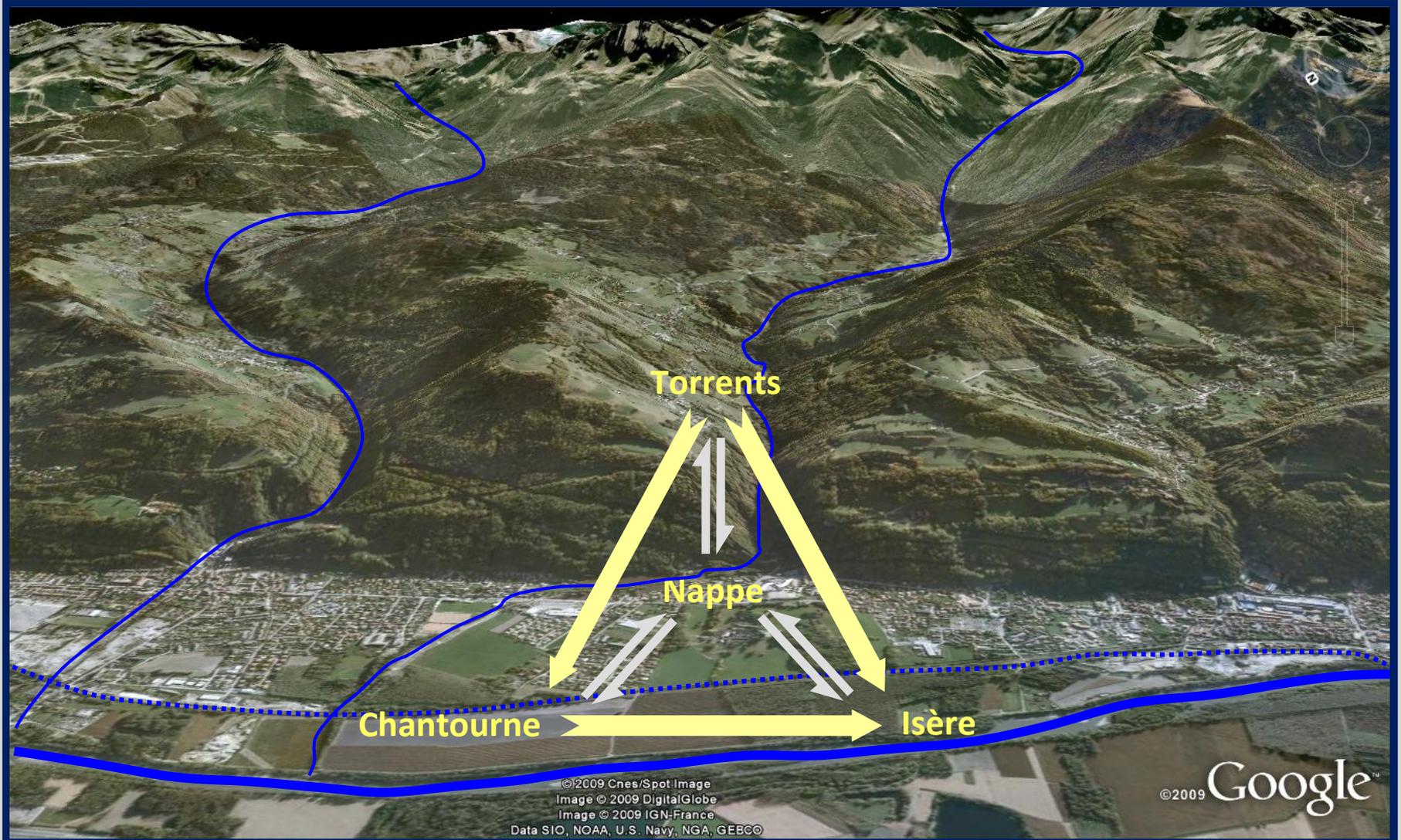
Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

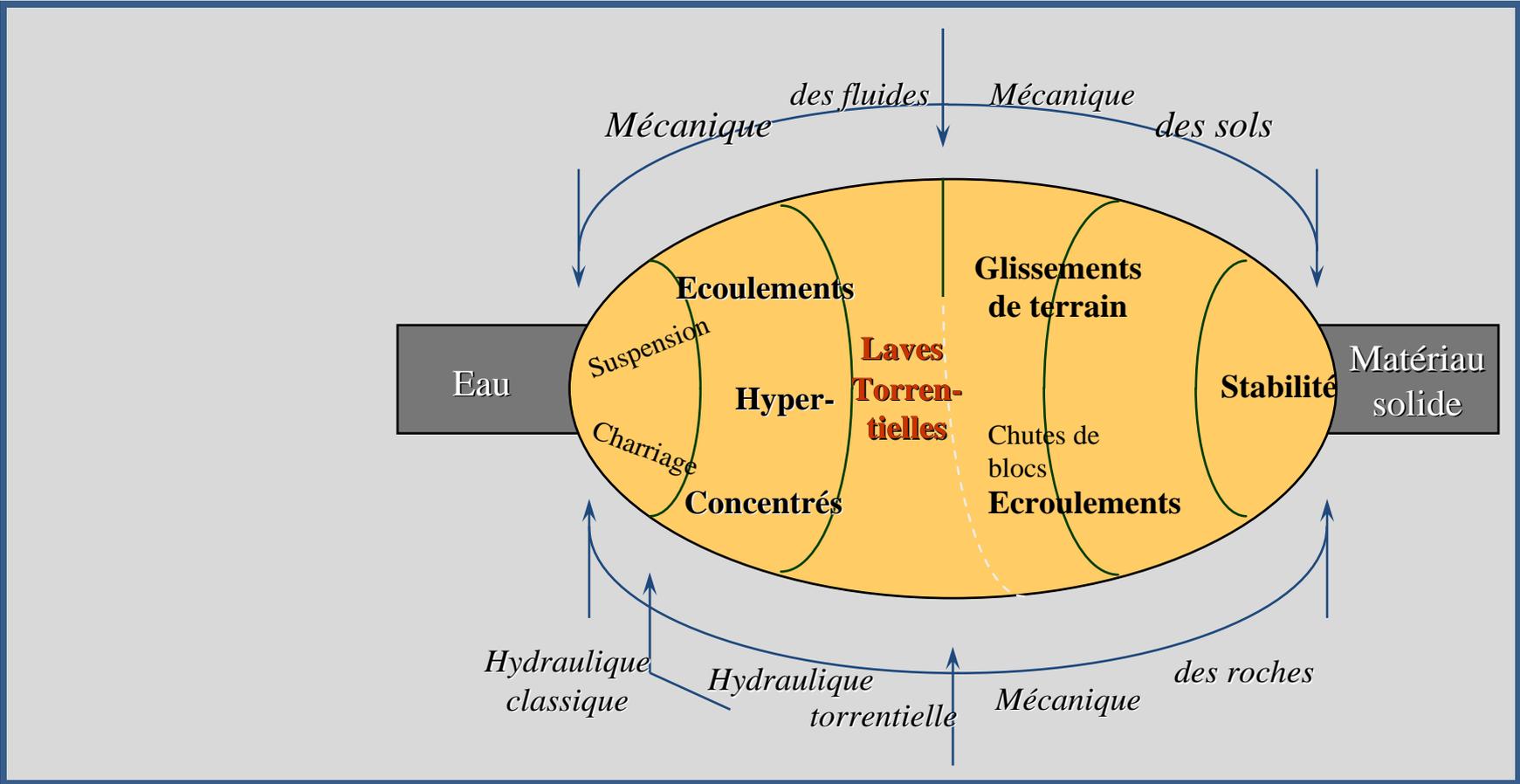
Contexte

Torrent et chantournes du Grésivaudan (2004)



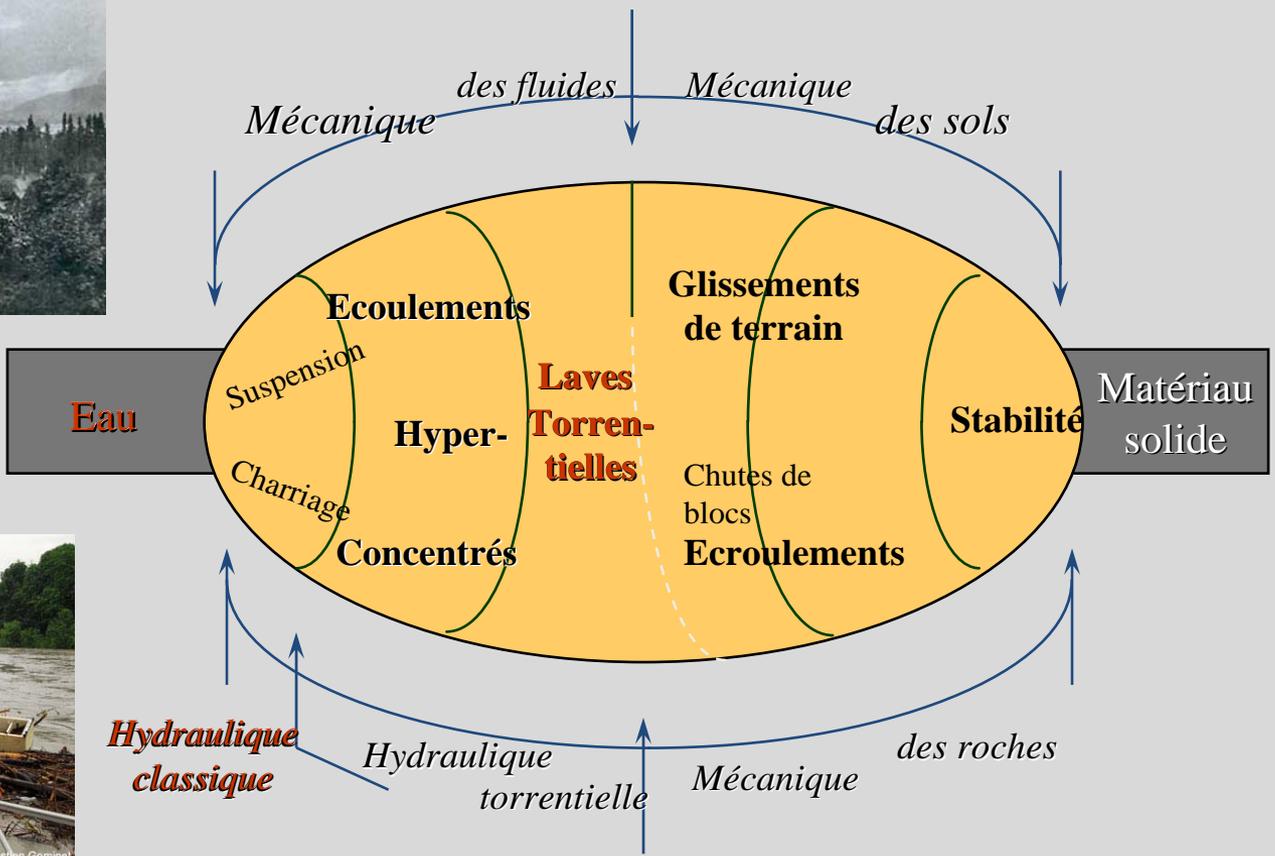
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Des phénomènes très variés



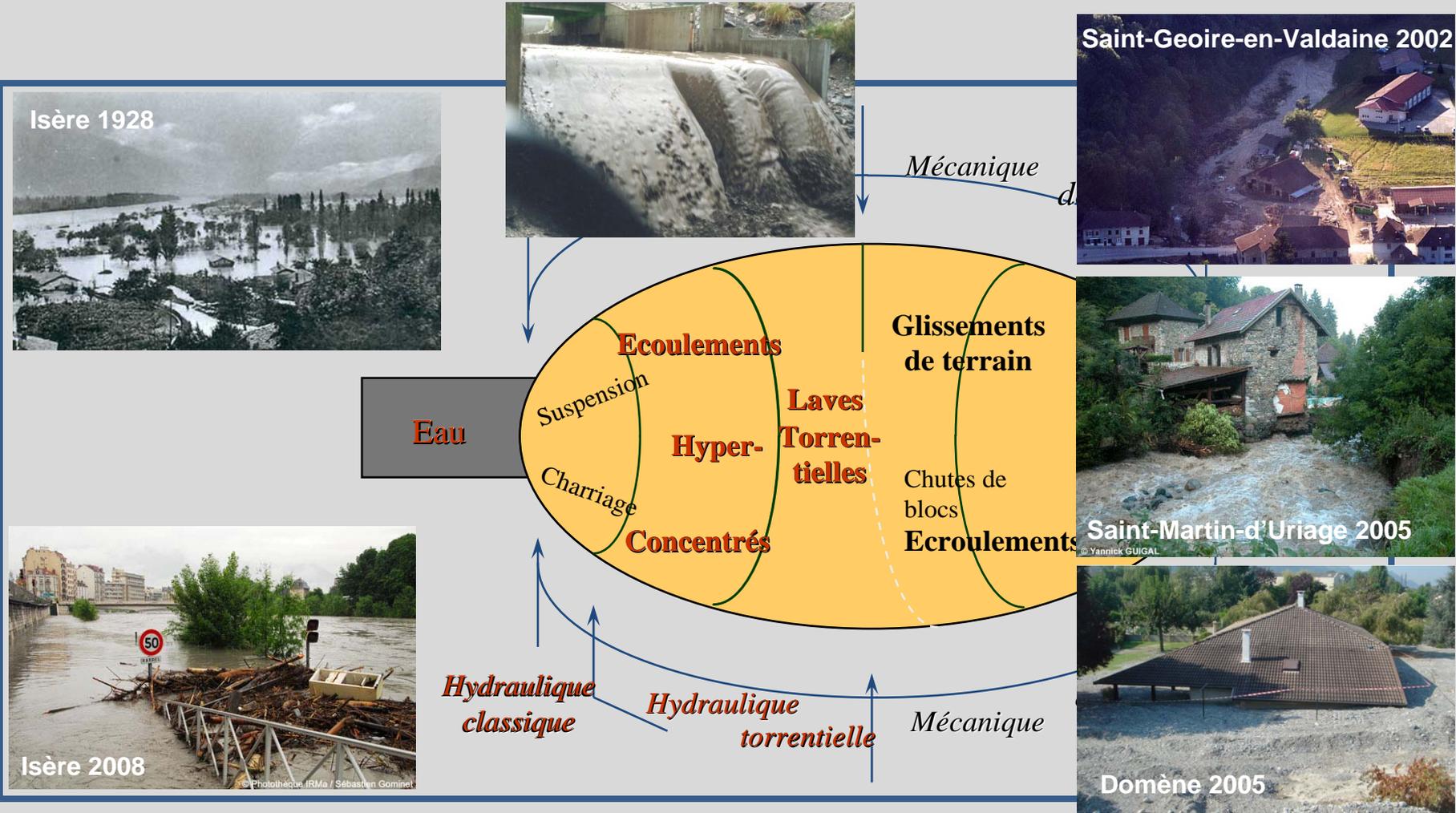
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Des phénomènes très variés



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Des phénomènes très variés



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence,
pour améliorer la sécurité : protection, prévention

Connaissance des débits et des pluies

- *Mesures*
- *Crues historiques*
- *Synthèses*

Modélisation pluies - débits

- *Compréhension des processus*
- *Modèles*

Quantification des transports solides

- *Production sédimentaire*
- *Lois de comportement – lois d'écoulement*

Prévention / protection

- *Ouvrages et techniques*
- *Aspects socio-économiques*

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

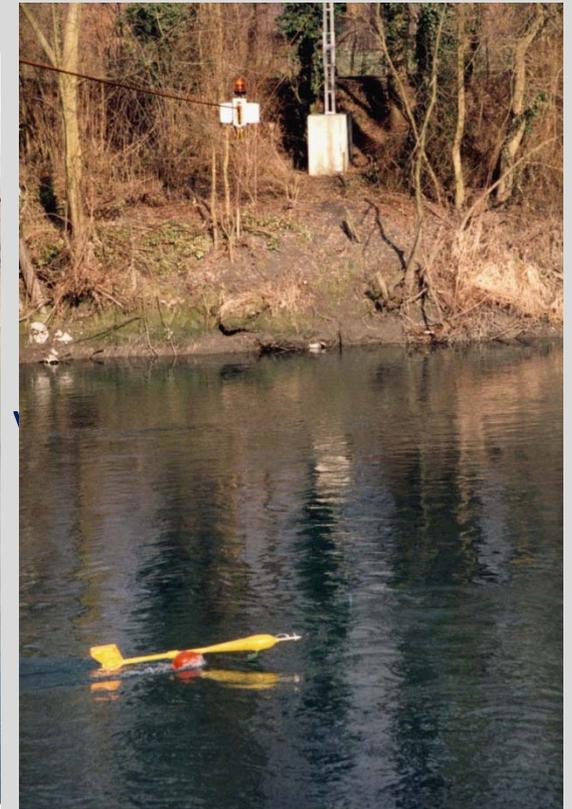
Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Connaissance des débits et des pluies : *Mesures*

Station hydrométrique de l'Isère (1990-1992)



Saumon sur traile Isère Campus 1999



Traile téléphérique Isère Campus 1999

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Connaissance des débits et des pluies : *Mesures*

Etude comparée de la mesure granulométrique et volumétrique globale des précipitations (2006-2007)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Connaissance des débits et des pluies : *Crues historiques*

reconstitution de la situation hydrométéorologique correspondant à la crue de l'Isère de 1859 (2008)



Pôle Grenoblois
Risques Naturels



Colloque Scientifique

Isère 1859-2009

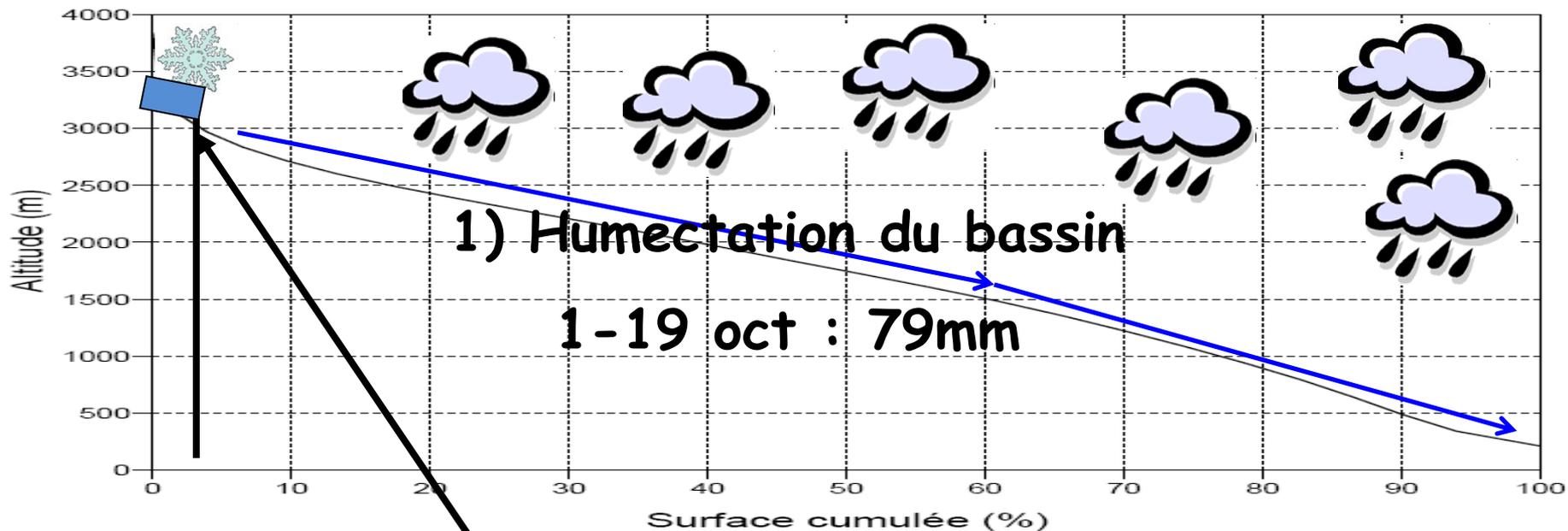
150^{ème} anniversaire de la crue de référence



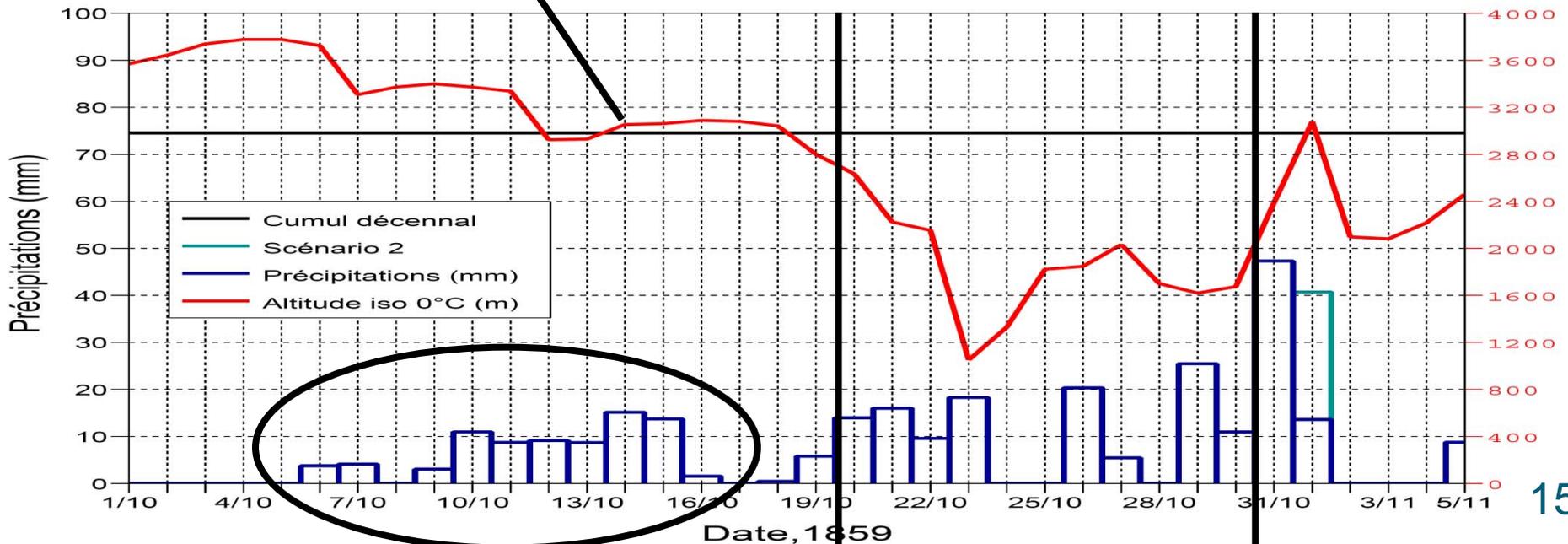
Judi 5 Novembre 2009

Organisé par le Pôle Grenoblois des Risques naturels

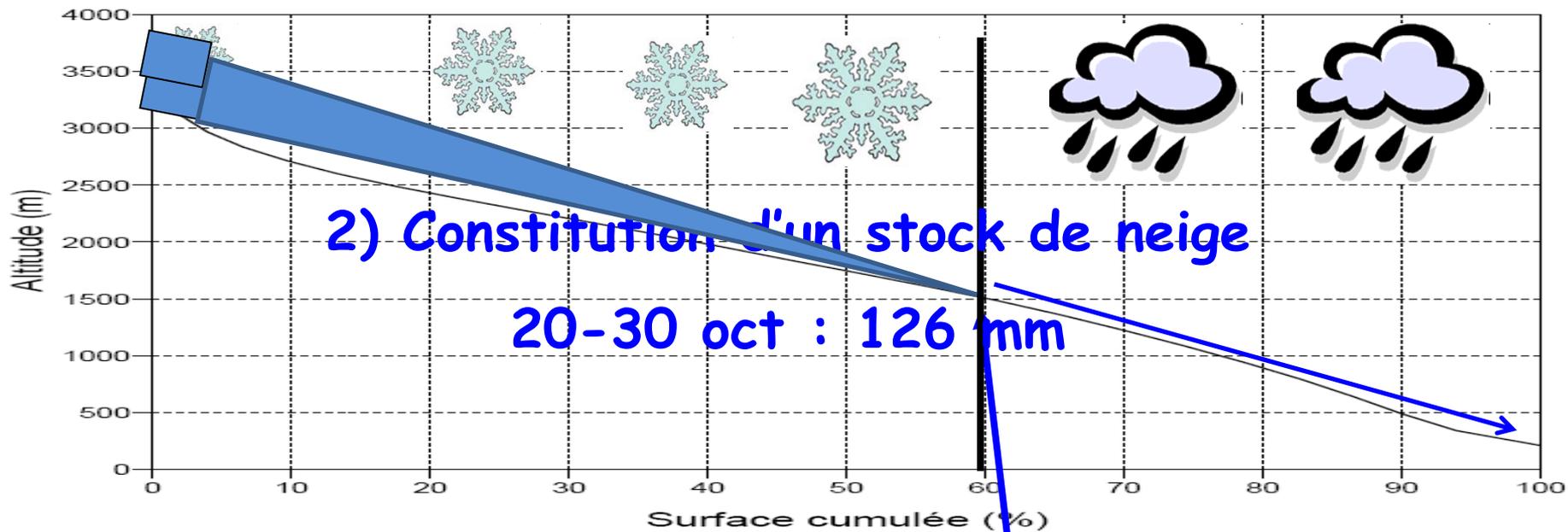
Courbe hypsométrique du bassin de l'Isère à Grenoble



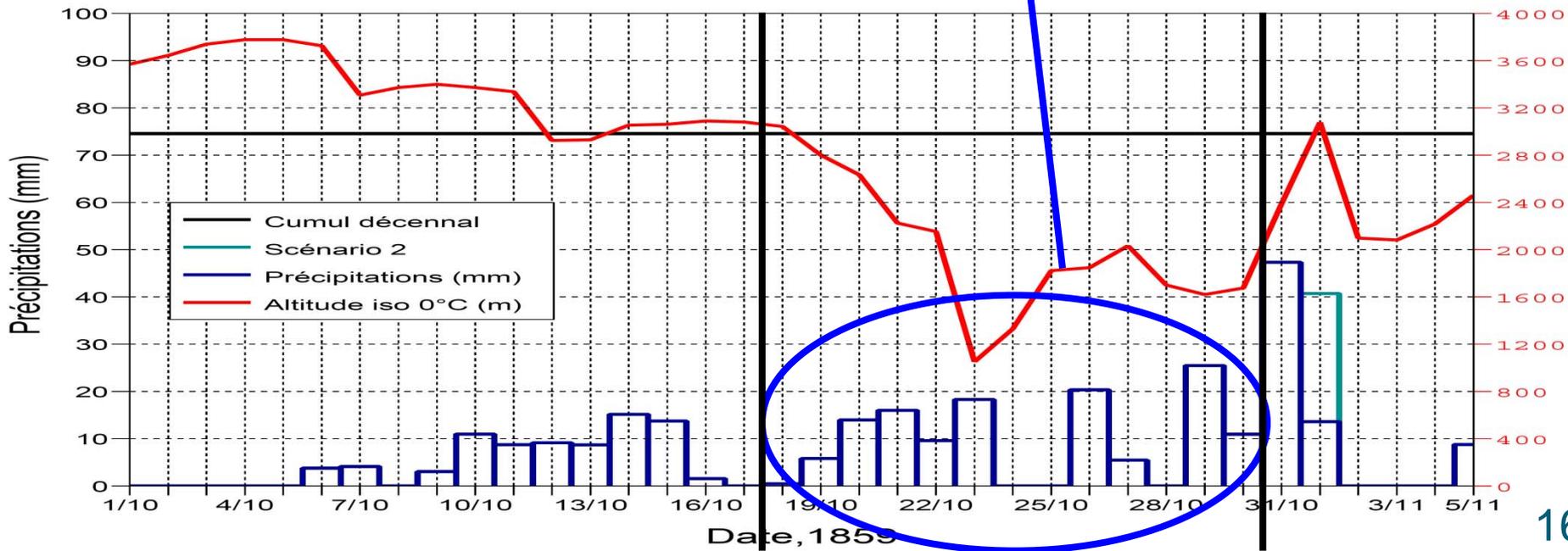
Scénario de précipitations et de température sur le bassin moyen



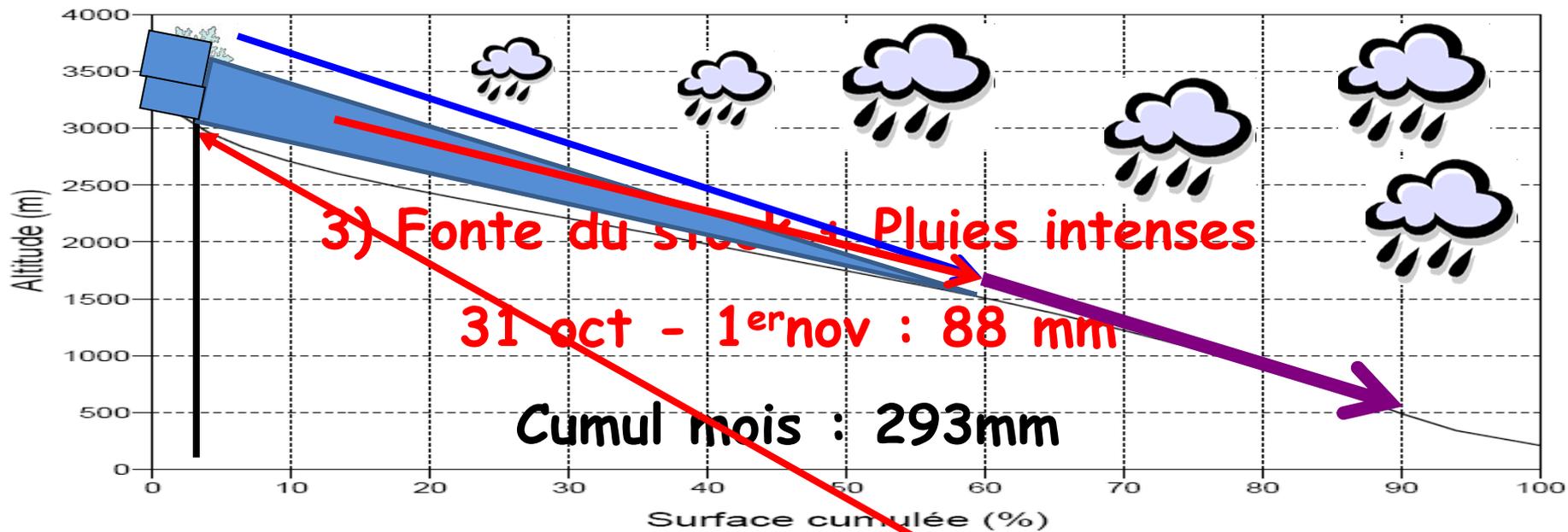
Courbe hypsométrique du bassin de l'Isère à Grenoble



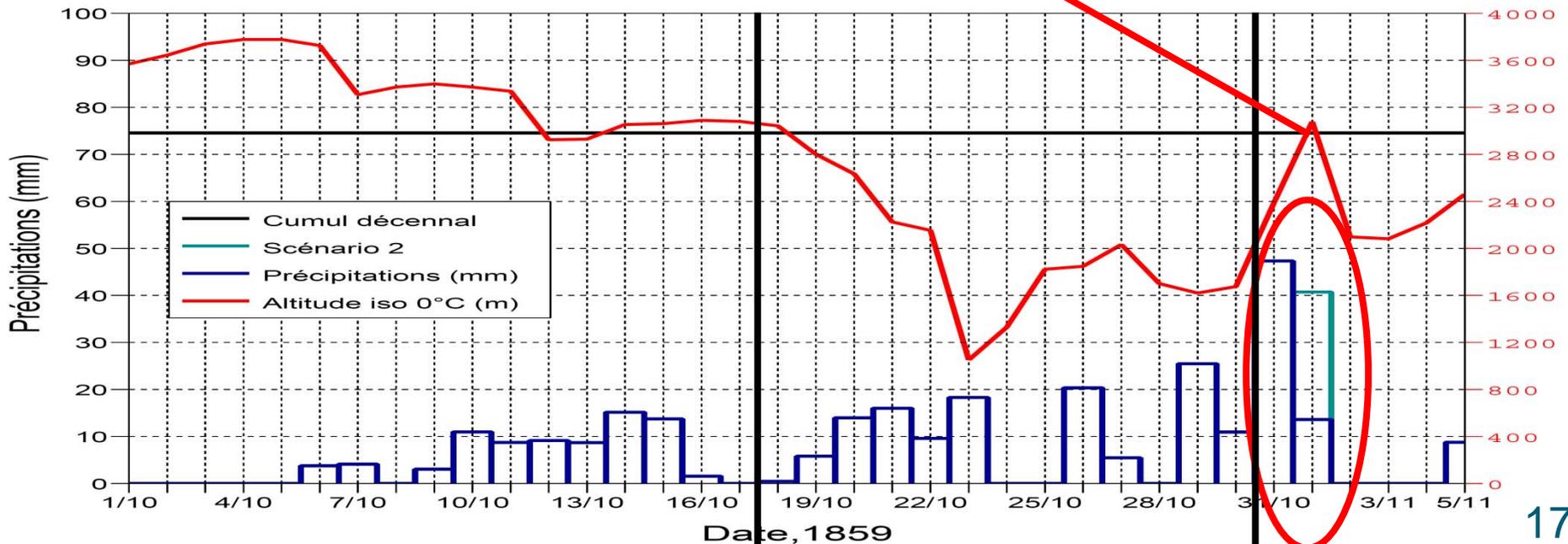
Scénario de précipitations et de température sur le bassin moyen



Courbe hypsométrique du bassin de l'Isère à Grenoble



Scénario de précipitations et de température sur le bassin moyen

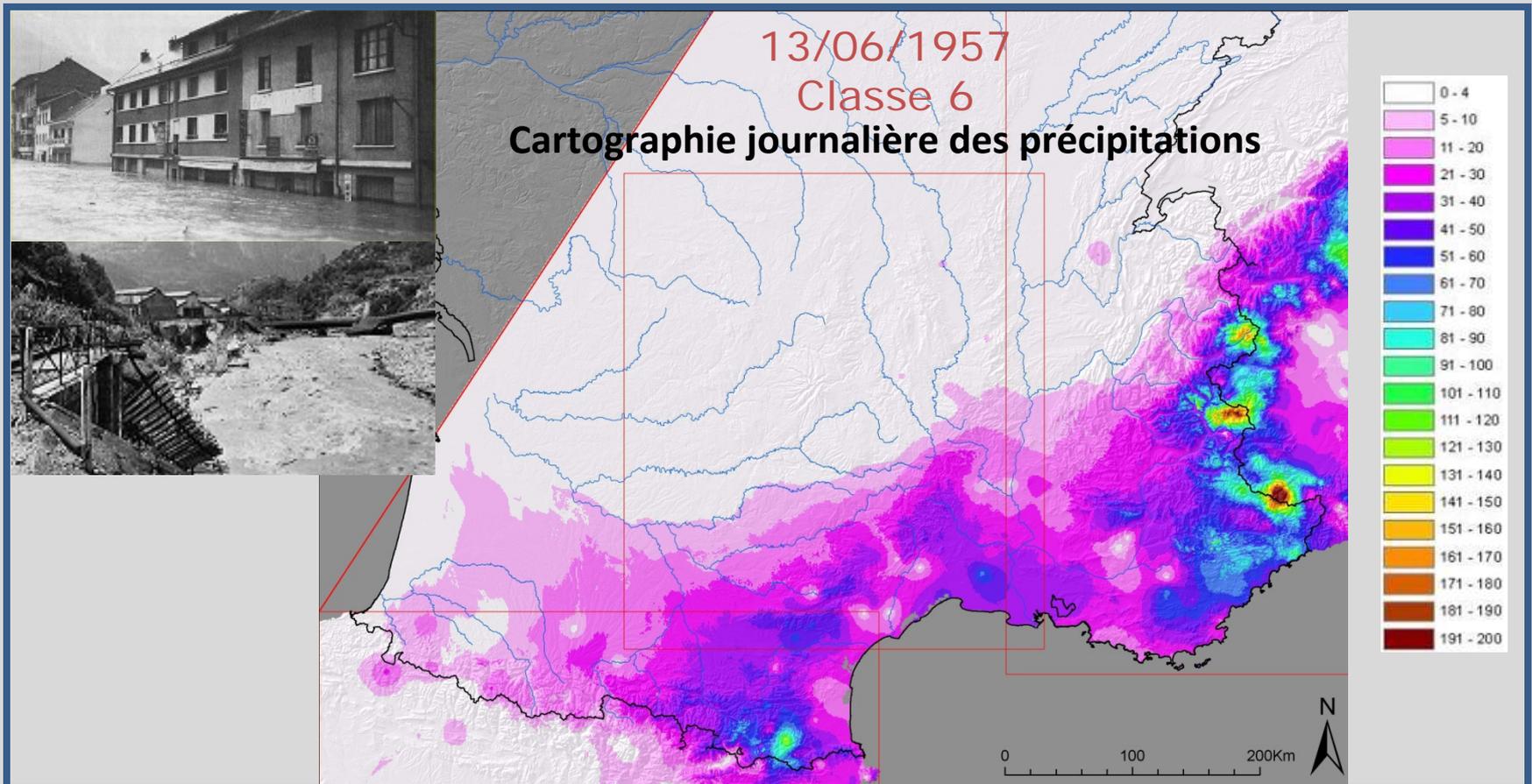


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Connaissance des débits et des pluies : Synthèses, atlas...

Analyses des pluies extrêmes en Isère et dans les Alpes. Relations avec le relief (1996)

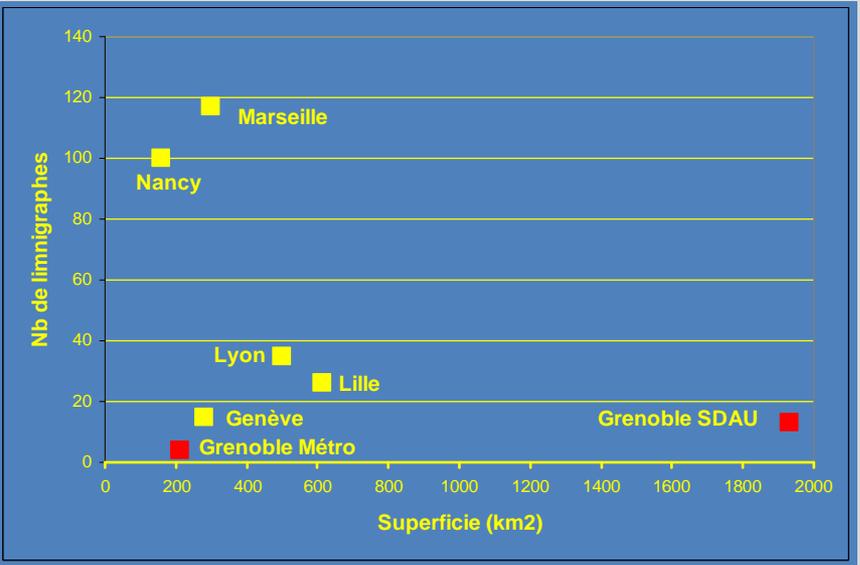
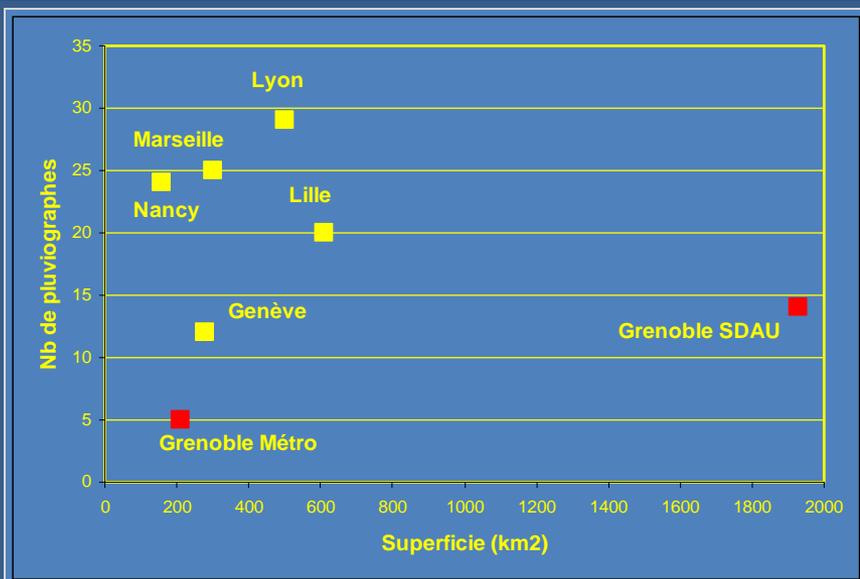


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Connaissance des débits et des pluies : Synthèses, atlas...

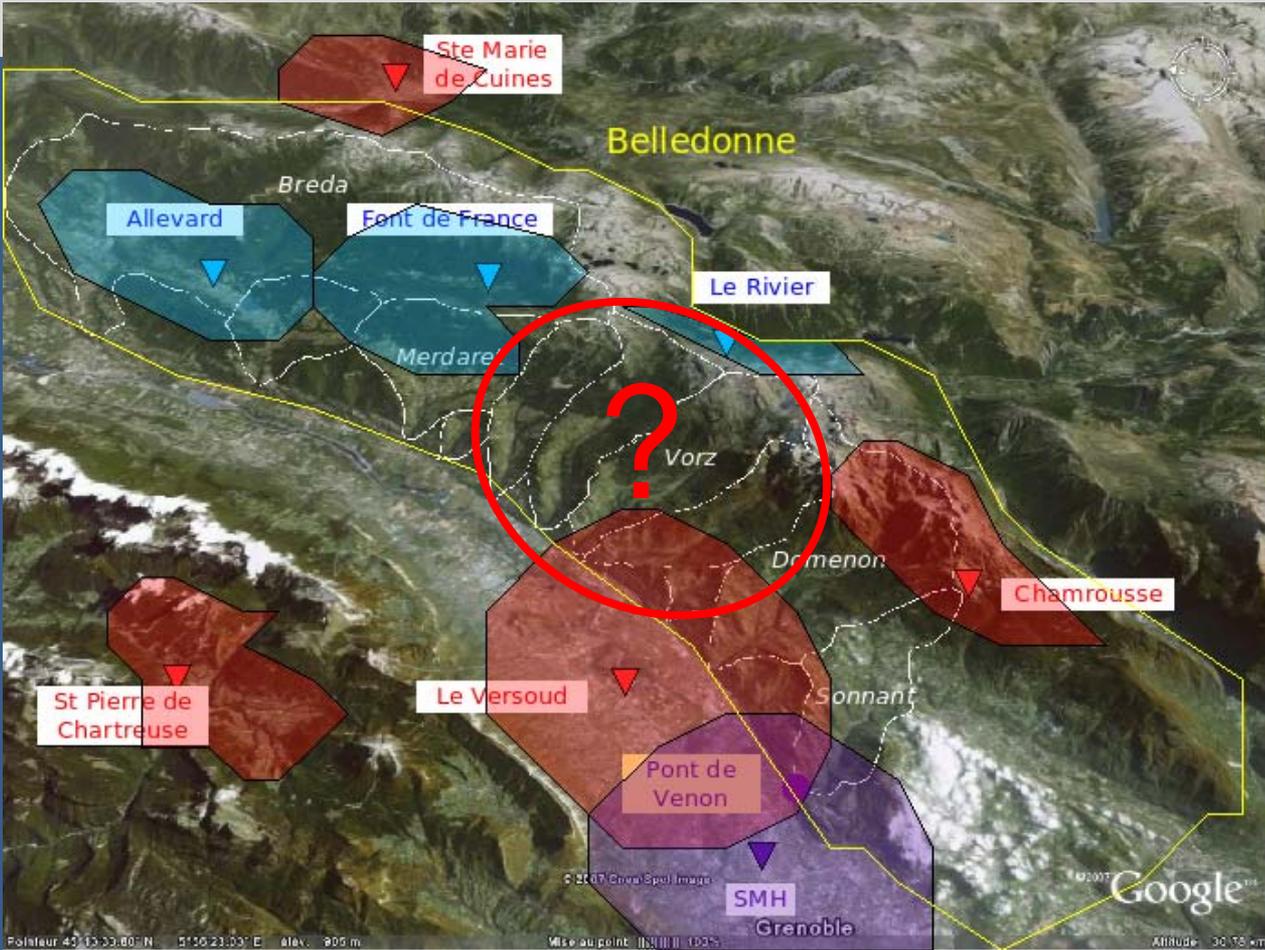
Analyse critique de réseaux hydrométéorologiques existants :
quels enseignements pour l'agglomération grenobloise ? (2000)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Réseau de mesure hydrométéorologique sur le massif de Belledonne



- Pluviographes METEO FRANCE
- Pluviographes EDF
- Pluviographe LTHE
- Zone approximative de représentativité des données pluies à pas de temps court (1/4h)

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Compréhension des processus*

Variabilité spatio-temporelle du ruissellement d'un versant (1998)



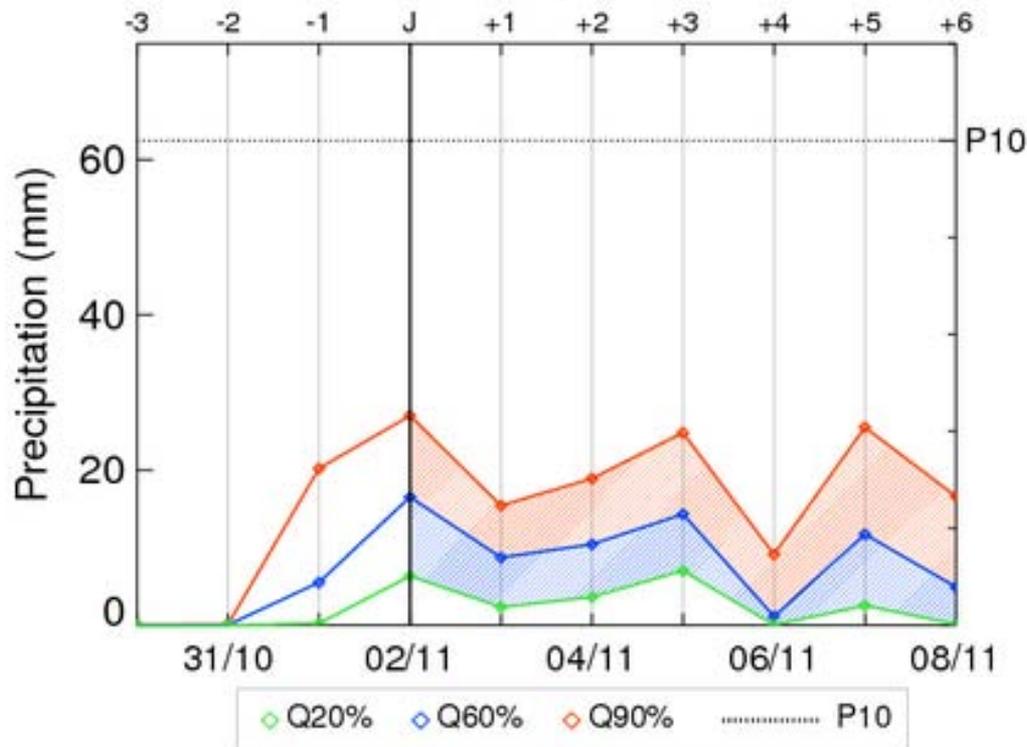
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Prévision du risque pluviométrique à court et moyen terme sur la cuvette grenobloise et le Grésivaudan (2003)

Groupement pluviométrique de Belledonne-Grésivaudan
Prévision émise le 02/11/2009



Exemples de Prévisions à 7 jours
« fourchette » de risque pluviométrique
pour la Zone Grésivaudan

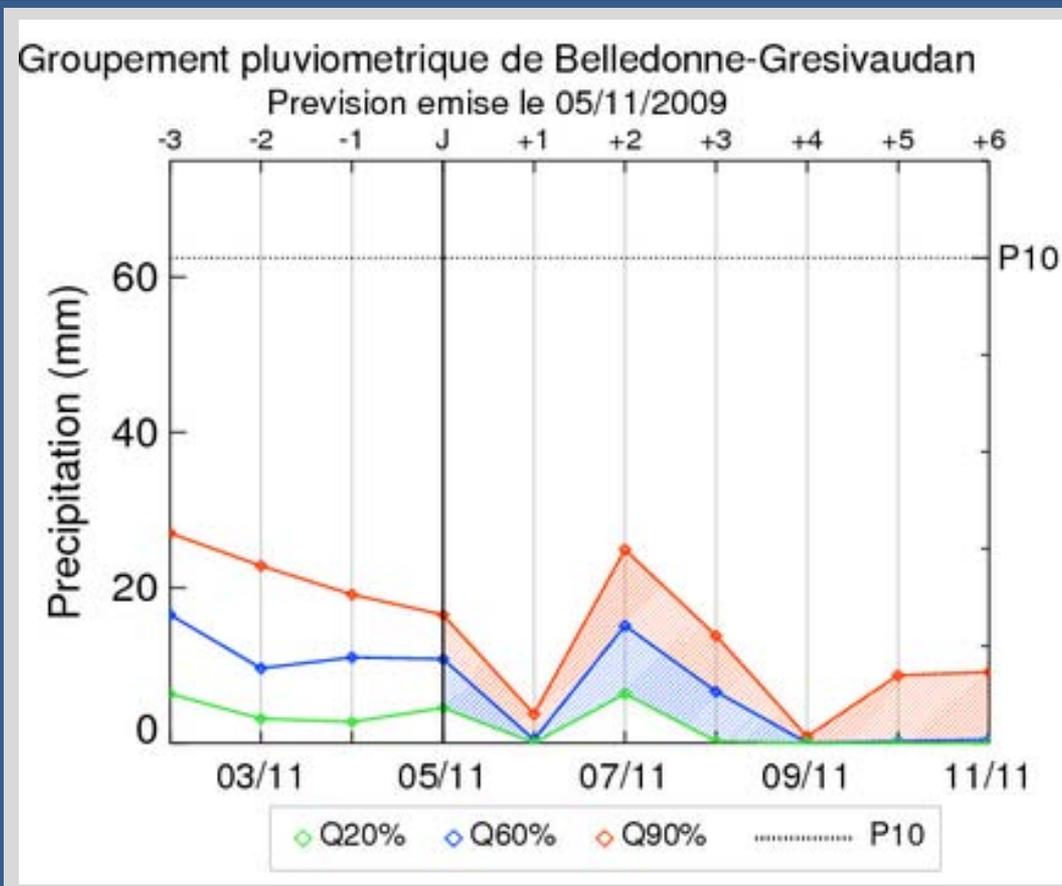
émises les 2, 5, 7 et 10 nov. 2009
(consultables chaque jour
sur le site OHMCV)

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Prévision du risque pluviométrique à court et moyen terme sur la cuvette grenobloise et le Grésivaudan (2003)



Exemples de Prévisions à 7 jours
« fourchette » de risque pluviométrique
pour la Zone Grésivaudan

émises les 2, 5, 7 et 10 nov. 2009
(consultables chaque jour
sur le site OHMCV)

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

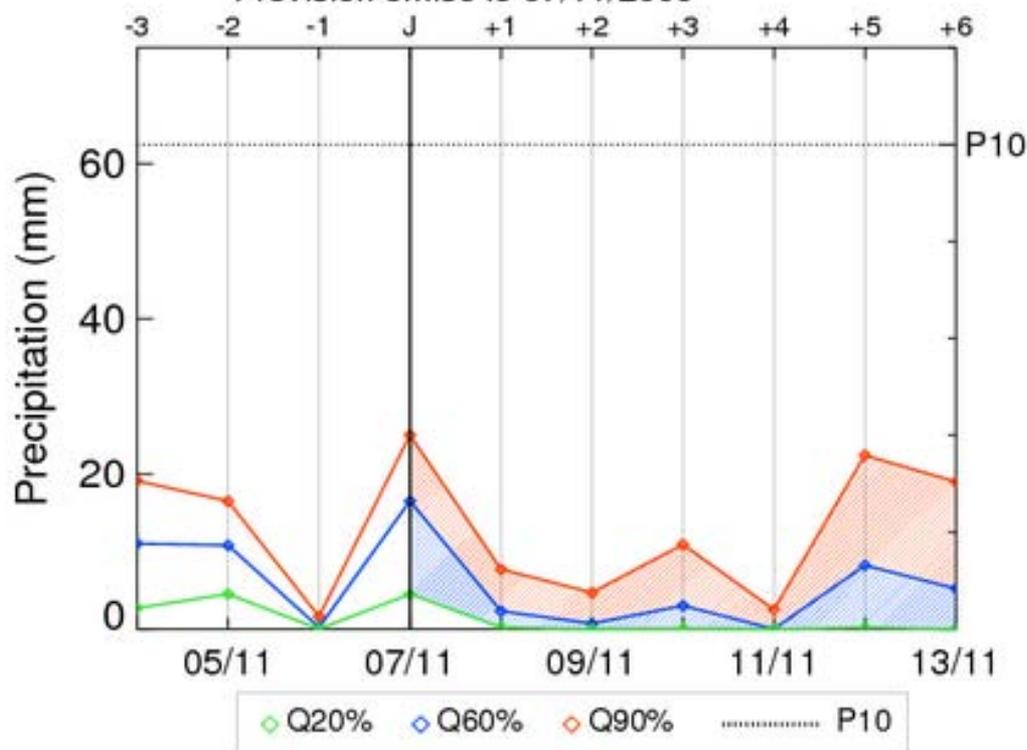
Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Prévision du risque pluviométrique à court et moyen terme sur la cuvette grenobloise et le Grésivaudan (2003)

Groupement pluviométrique de Belledonne-Grésivaudan

Prevision emise le 07/11/2009



Exemples de Prévisions à 7 jours
« fourchette » de risque pluviométrique
pour la Zone Grésivaudan

émises les 2, 5, 7 et 10 nov. 2009
(consultables chaque jour
sur le site OHMCV)

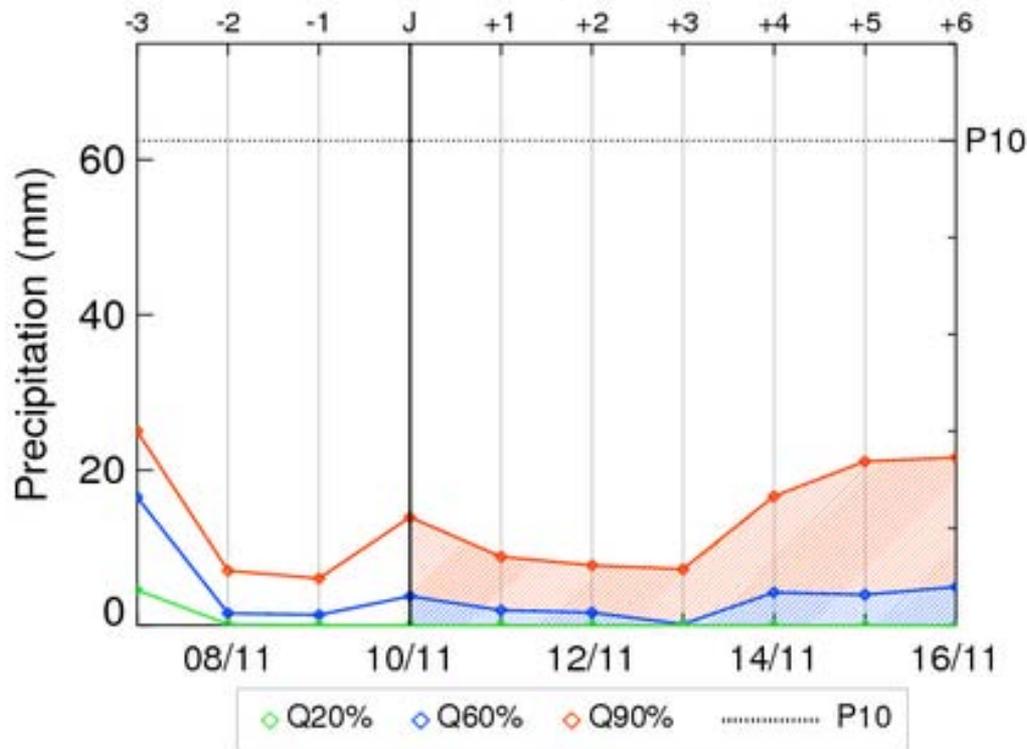
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Prévision du risque pluviométrique à court et moyen terme sur la cuvette grenobloise et le Grésivaudan (2003)

Groupement pluviométrique de Belledonne-Grésivaudan
Prevision emise le 10/11/2009



Exemples de Prévisions à 7 jours
« fourchette » de risque pluviométrique)
pour la Zone Grésivaudan

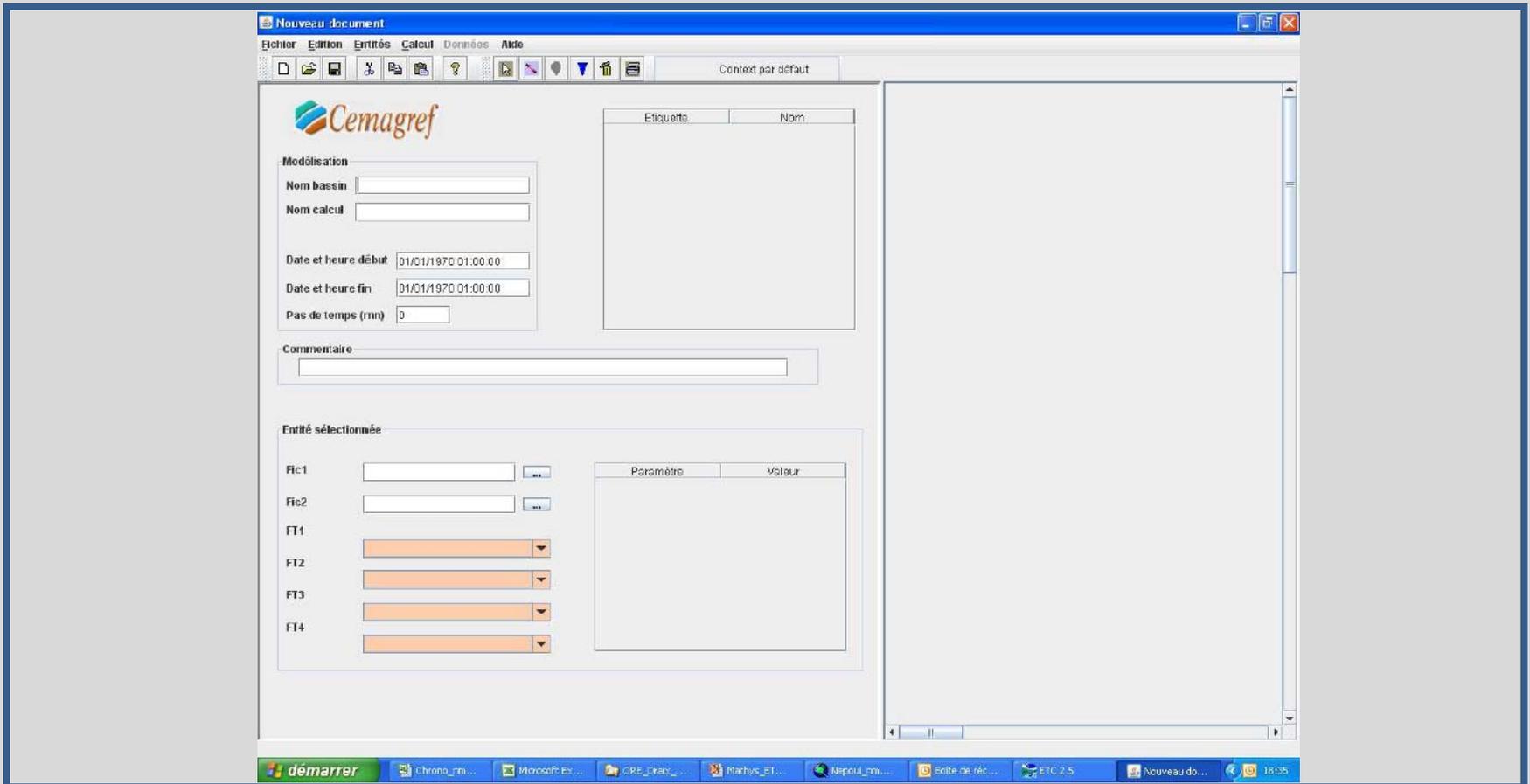
émises les 2, 5, 7 et 10 nov. 2009
(consultables chaque jour
sur le site OHMCV)

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Développement du modèle intégrateur de bassin versant torrentiel ETC (Erosion des torrents en crue) (1995)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : *Modèles*

Développement du modèle intégrateur de bassin versant torrentiel ETC (Erosion des torrents en crue) (1995)

Créer biefs

Etiquette	Nom
SB0	Versant 0
SB1	Versant 1
SB2	Versant 2
BF0	Bief 0
BF1	Bief 1

Modélisation

Nom bassin: Exemple
 Nom calcul: essai
 Date et heure debut: 08/09/1994 00:00:00
 Date et heure fin: 09/09/1994 00:00:00
 Pas de temps (mn): 5
 Commentaire: Bassin Exemple

Entité sélectionnée
 Bief BF1

Paramètre	Valeur
Longueur (m)	0.0
Pente (%)	0.0
Largeur plat-fond (m)	0.0
Fruit	0.0
Stocker	0.0
Stock solide (m3)	0.0
d30 (mm)	0.0
d50 (mm)	0.0
d maxen (mm)	0.0
d30 (mm)	0.0
d30 pavage (mm)	0.0
Vitesse fluide (m/s)	0.0

The graphical view shows a network of basins with nodes SB0, SB1, SB2, BF0, and BF1. The basins are represented by green teardrop shapes, and the connections are blue lines.

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : Modèles

Développement du modèle intégrateur de bassin versant torrentiel ETC (Erosion des torrents en crue) (1995)

Tableau des entités :

Etiquette	Nom
SB0	Versant 0
SB1	Versant 1
SB2	Versant 2
SB3	Versant 3
BF0	Etaf 0
BF1	Etaf 1
BF2	Etaf 2
BF3	Etaf 3

Entité sélectionnée (Versant SB1) :

Paramètre	Valeur
Modélisation_TS\pluie_kerry.bd	
Coeff. mult. de la pluie	0.0
Surface (km ²)	15.0
Seuil ruissellement (...)	20.0
Coeff. de ruissellement	0.3
Infiltration max. SCS (...)	0.0
Rétention initiale SCS	0.0
Paramètre 6	0.0
Paramètre 7	0.0
Taux remplissage GR2	0.0
Coeff. production GR2	0.0
Coeff. transfert GR2 (...)	0.0
Paramètre 11	0.0

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : Modèles

Développement du modèle intégrateur de bassin versant torrentiel ETC (Erosion des torrents en crue) (1995)

The screenshot displays the ETC software interface. On the left, the 'Modélisation' section includes fields for 'Nom bassin' (Exemple), 'Nom calcul' (essai1), 'Date et heure début' (07/01/2005 00:00:00), 'Date et heure fin' (09/01/2005 00:00:00), and 'Pas de temps (min)' (5). Below this is a 'Commentaire' field with the text 'Bassin Exemple'. The 'Entité sélectionnée' section shows 'Bief BF3' selected, with a red circle around the 'Hydro AV' dropdown menu. The 'Paramètre' table lists various hydraulic parameters and their values.

Etiquette	Nom
SB0	Versant 0
SB1	Versant 1
SB2	Versant 2
SB3	Versant 3
BF0	Etaf 0
BF1	Etaf 1
BF2	Etaf 2
BF3	Etaf 3

Paramètre	Valeur
Longueur (m)	200.0
Pente (%)	4.0
Largeur platfond (m)	8.0
Fruif	1.0
Strickler	16.0
Stock solide (m3)	400.0
d30 (mm)	0.0
d50 (mm)	0.0
d moyen (mm)	0.0
d90 (mm)	0.0
d90 pavage (mm)	0.0
Vitesse fluide (m/s)	0.0

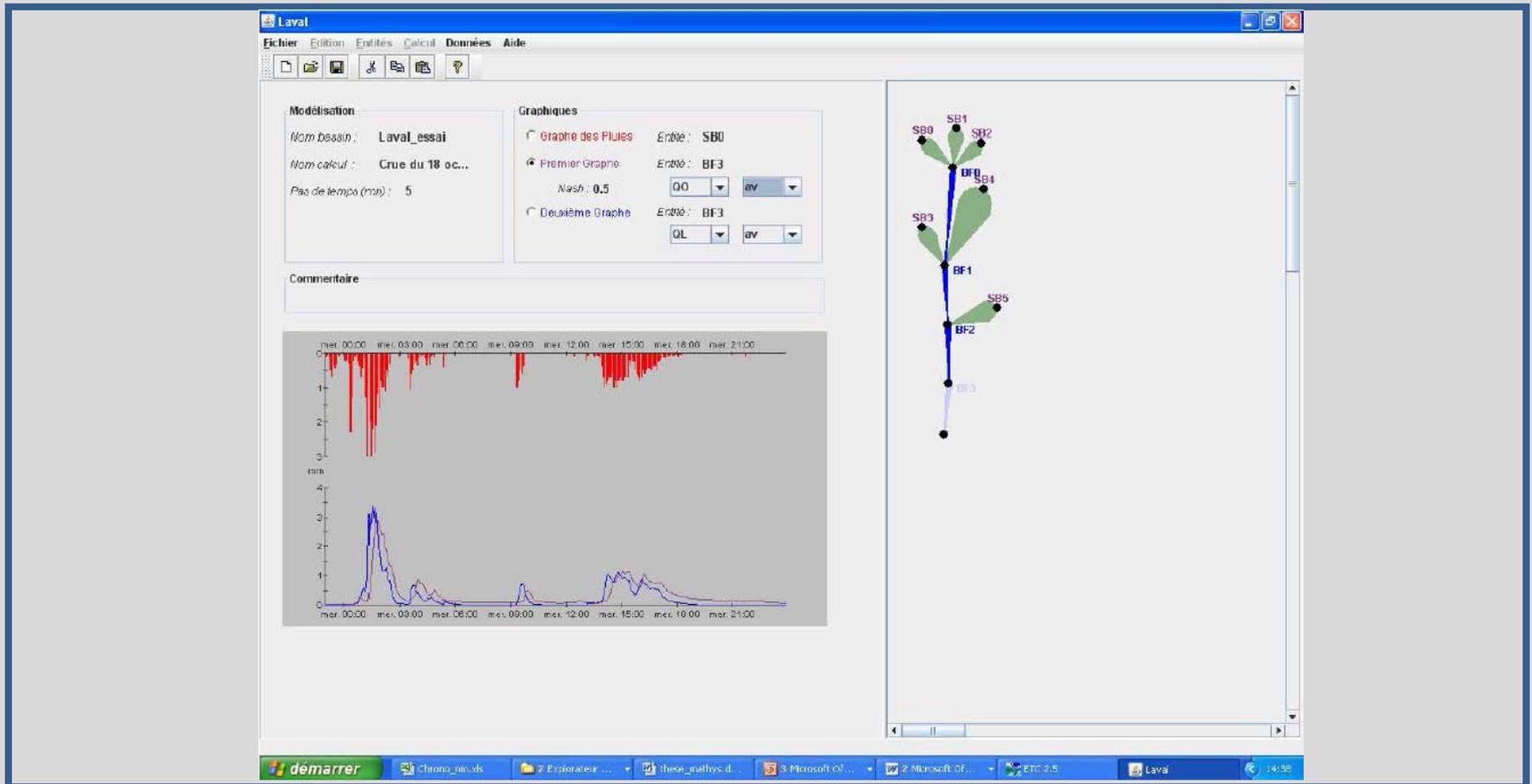
On the right, a diagram shows a network of watercourses (BF0, BF1, BF2, BF3) connecting to four sub-basins (SB0, SB1, SB2, SB3). The sub-basins are represented by green teardrop shapes, and the watercourse network is shown as blue lines.

Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Modélisation pluies / débits : Modèles

Développement du modèle intégrateur de bassin versant torrentiel ETC (Erosion des torrents en crue) (1995)



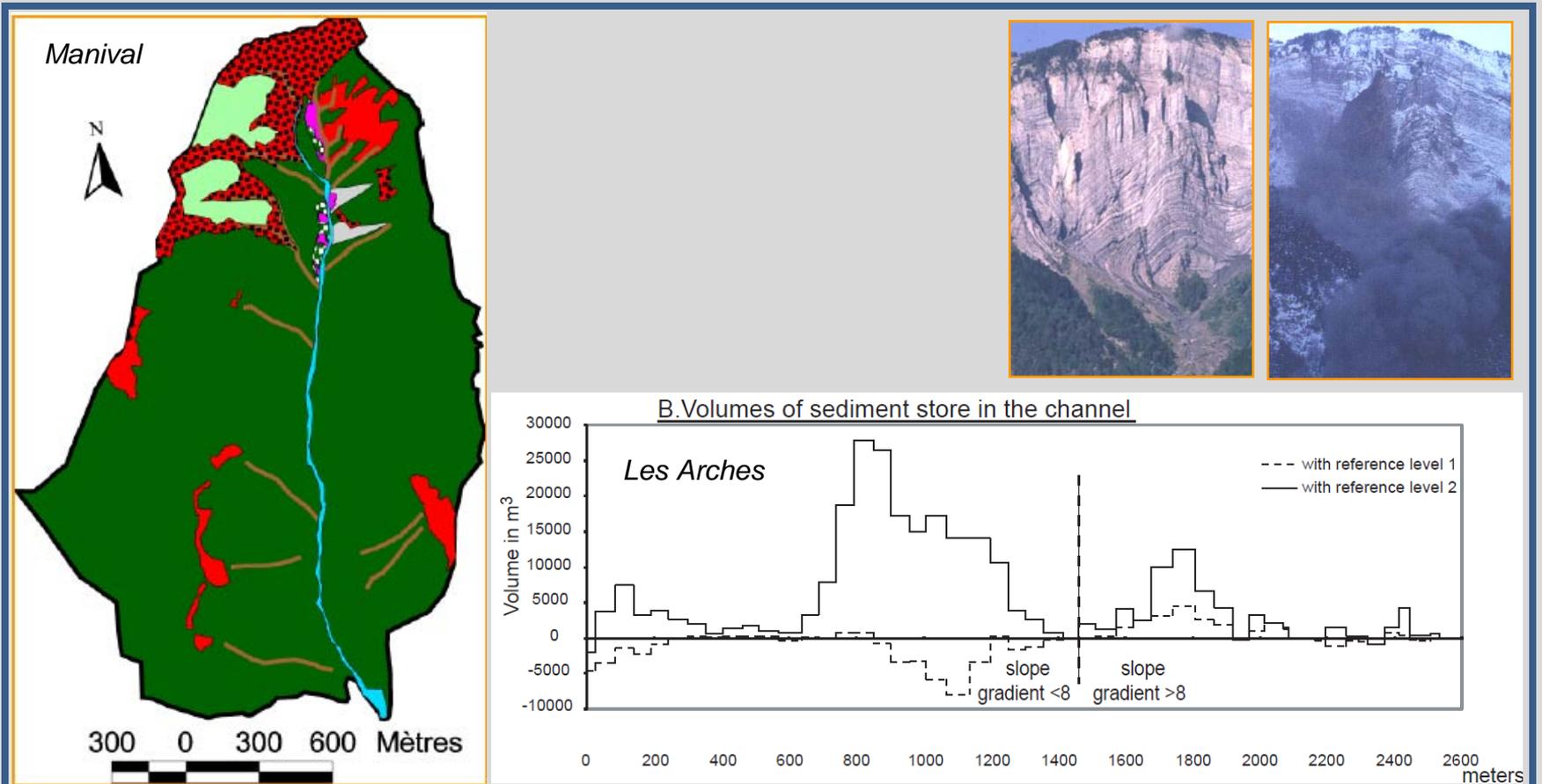
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Quantification des transports solides : *Production sédimentaire*

Dynamique de la fourniture des matériaux au torrent du Manival (2000)

Bilan sédimentaire et application d'une méthode d'estimation des volumes de laves torrentielles (2002)

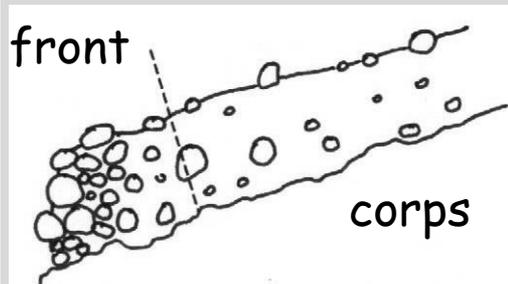


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

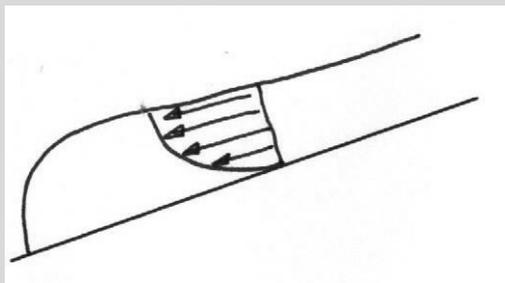
Quantification des transports solides : *Lois de comportement, lois d'écoulement*

Etude de l'écoulement et du dépôt des laves torrentielles (1992 – 1993)



Lave torrentielle

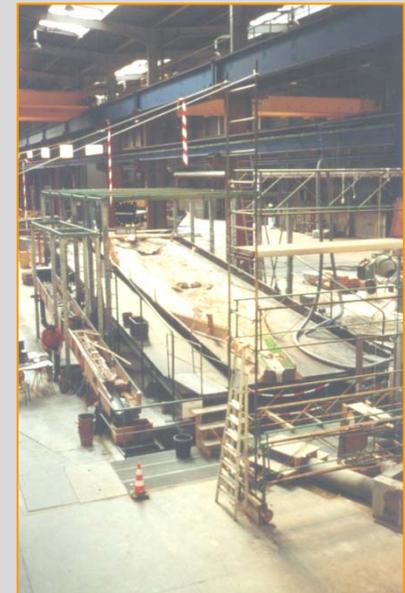
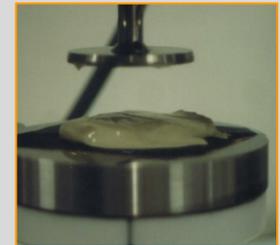
représentée par



Écoulement laminaire d'un
fluide visqueux



Recherche des
« lois de comportement »
(*rhéologie*)
et des lois d'écoulement



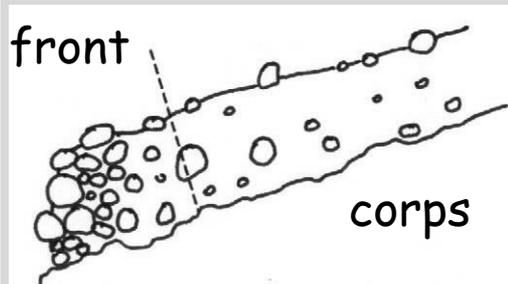
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Quantification des transports solides : *Lois de comportement, lois d'écoulement*

Etude de l'écoulement et du dépôt des laves torrentielles (1992 – 1993)

Rhéologie des laves torrentielles : influence et formation du front granulaire (2005)



Lave torrentielle

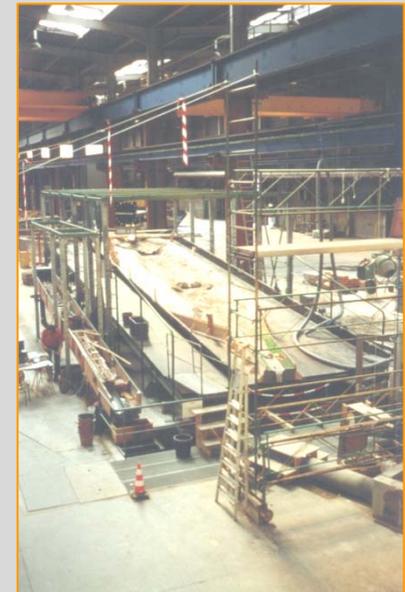
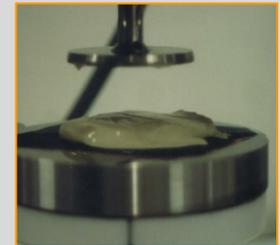
représentée par



Écoulement laminaire d'un fluide visqueux



Recherche des
« lois de comportement »
(*rhéologie*)
et des lois d'écoulement



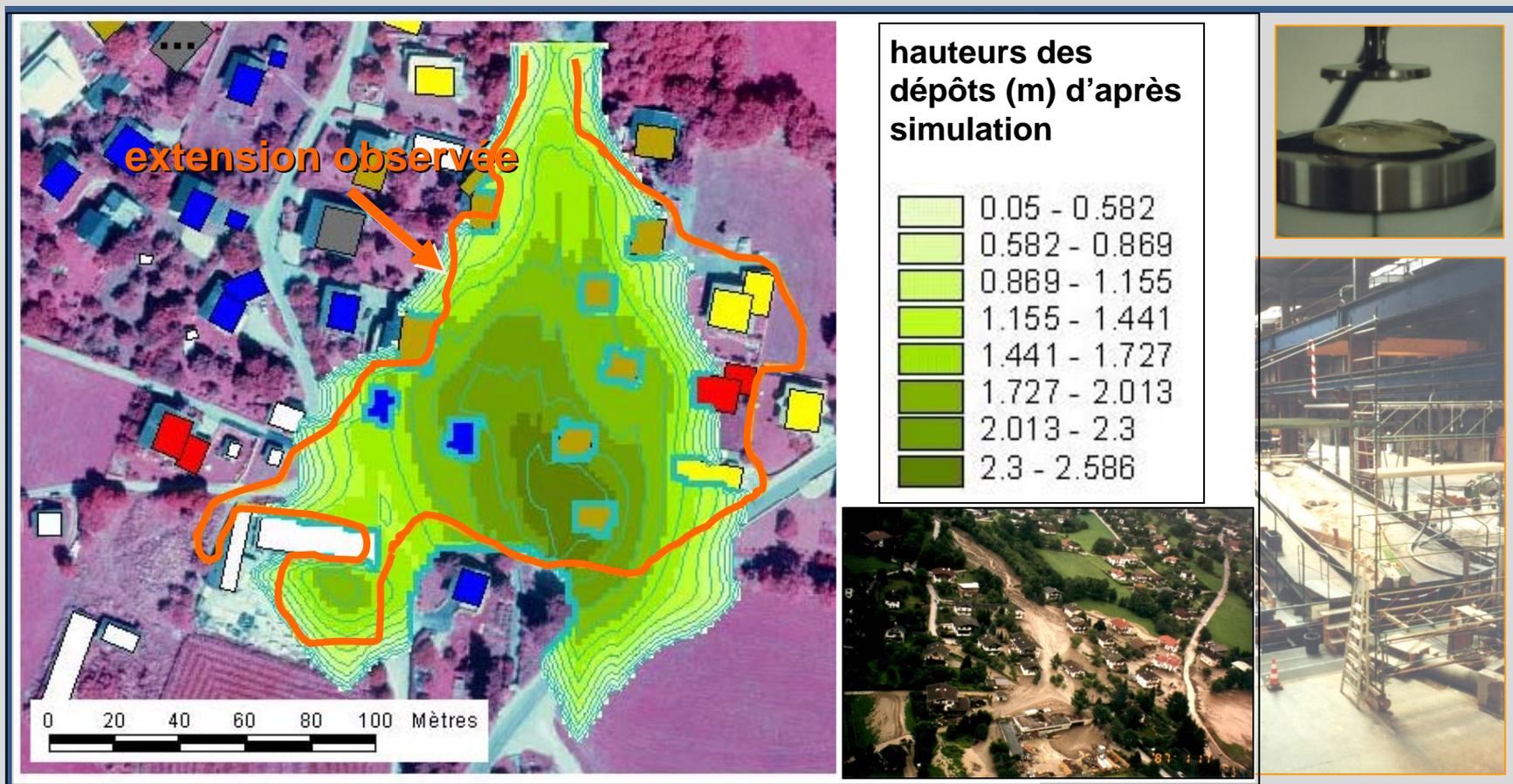
Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la connaissance de l'aléa : intensité, fréquence

Quantification des transports solides : *Lois de comportement, lois d'écoulement*

Etude de l'écoulement et du dépôt des laves torrentielles (1992 – 1993)

Rhéologie des laves torrentielles : influence et formation du front granulaire (2005)

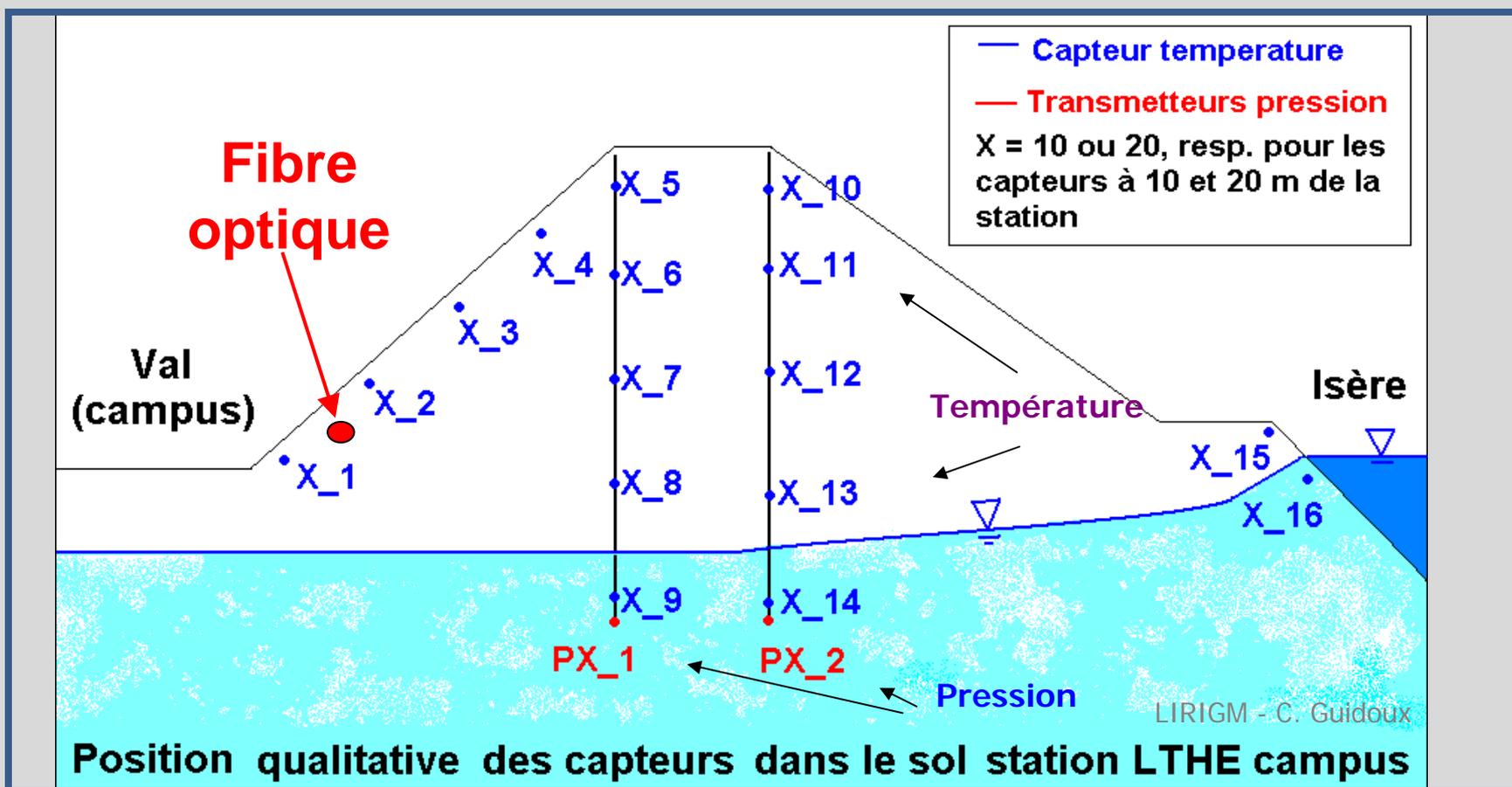


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la sécurité : protection, prévention

Protection / prévention : *Ouvrages et techniques*

Détection des fuites dans les digues de l'Isère par mesures de températures (2005)

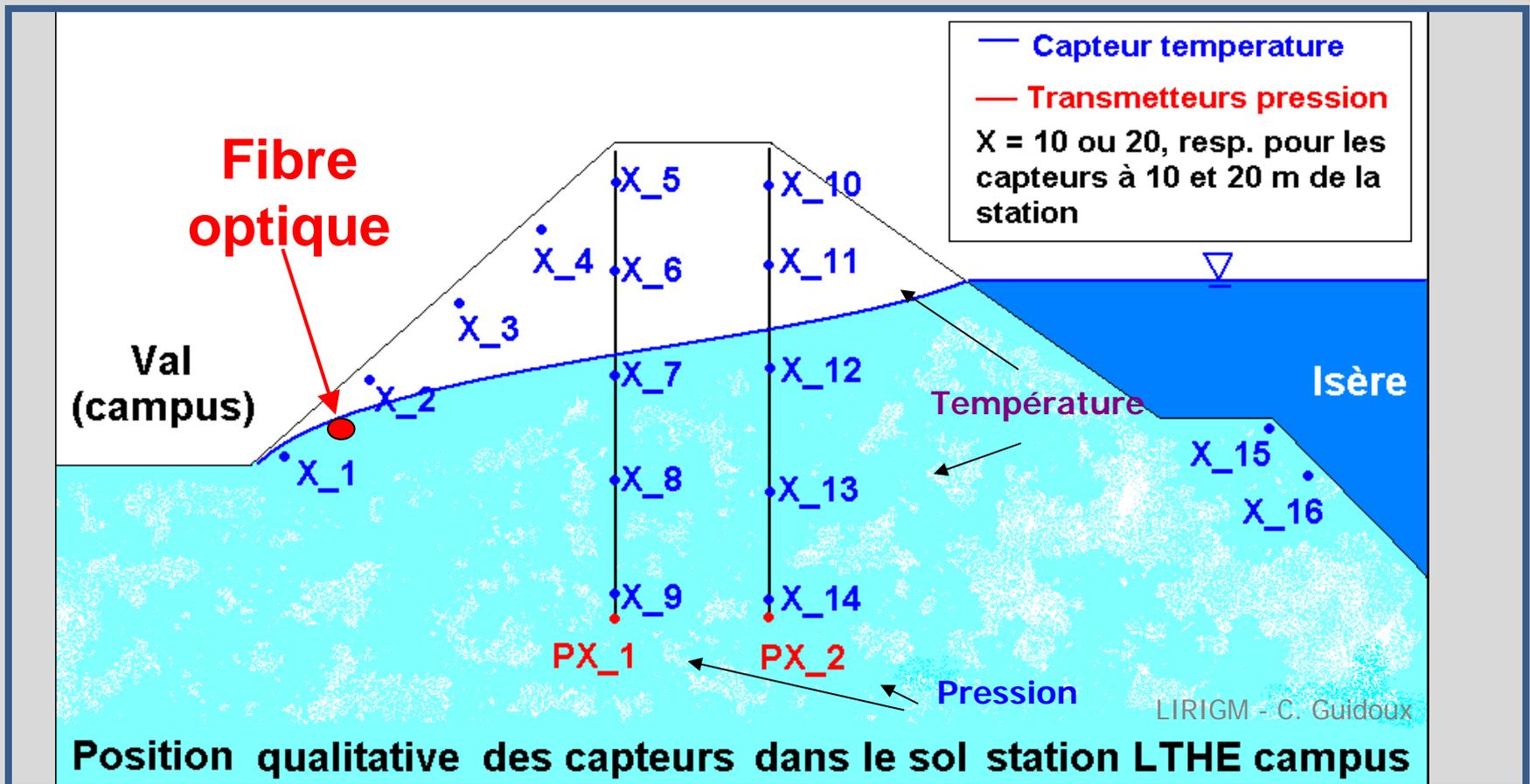


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la sécurité : protection, prévention

Protection / prévention : *Ouvrages et techniques*

Détection des fuites dans les digues de l'Isère par mesures de températures (2005)

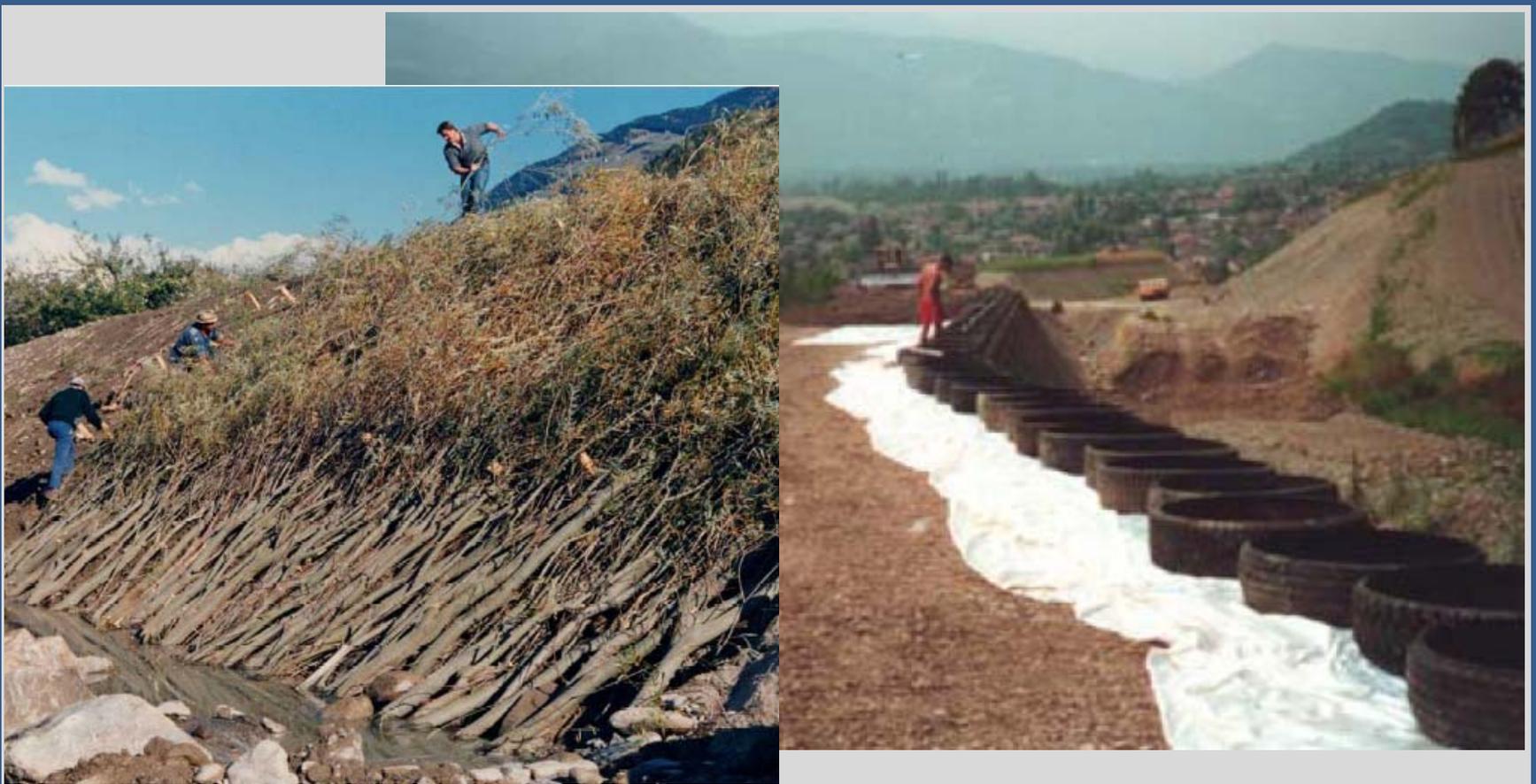


Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Améliorer la sécurité : protection, prévention

Protection / prévention : *Ouvrages et techniques*

Synthèse et bilan critique des réalisations de génie écologique pour la maîtrise de l'érosion en rivière (2006-2007)
Ouvrages de protection contre les risques naturels et ouvrages en sites instables (1999)



Risques liés à l'eau : inondations et torrents

Conclusion - bilan

- Des résultats importants,
 - *tant au plan scientifique*
 - *qu'à des fins opérationnelles (dont UEE)*
- Indiscutable « effet de levier »
 - *UE : INTERREG, PCRD,*
 - *CPER, programmes nationaux, RIO - RDT, ANR, ...*
- Besoin crucial de données :
 - pluies : couverture pluvio (Métro - Grésivaudan)
 - débits liquides (Torrents Belledonne)
 - transports solides
- Mais encore beaucoup à faire...