Changement climatique : quels impacts sur les risques naturels dans les Alpes ?

Jean-Marc Vengeon

Pôle Grenoblois d'étude et de recherche pour la prévention des Risques Naturels

12 / 09 / 2008

Les résultats du projet CLIMCHALP

This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG IIIB Community Initiative

Alpine Space Interreg III B

ClimChAlp Interreg III B Alpine Space

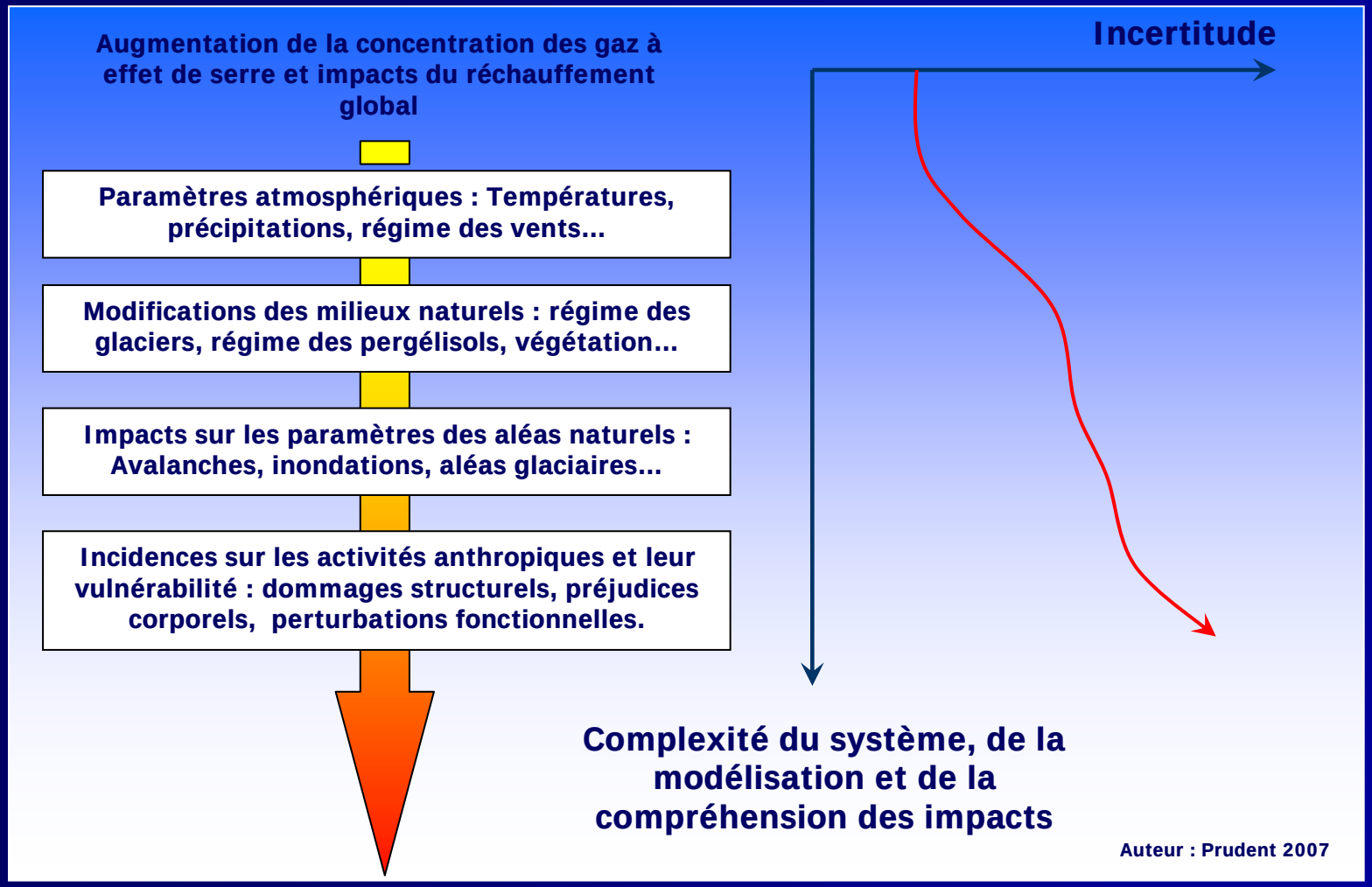
Introduction

- Le réchauffement actuel est largement dû à un forçage radiatif induit par les activités humaines et pour une moindre part à une fluctuation naturelle du climat
- Les Alpes font partie des régions d'Europe les plus touchées mais des incertitudes subsistent tant en terme d'observation que de modélisations, surtout à l'échelle régionale
- Une stratégie d'adaptation passe en premier lieu par une connaissance approfondie des changements et des impacts à l'échelle d'un territoire « d'action »

Villes alpines / territoire alpin ?

Introduction

12 / 09 / 2008



Le projet climChAlp

Partenaires

12 / 09 / 2008

- Projet « stratégique » Interreg IIB Espace Alpin : www.climchalp.org
  22 partenaires institutionnels

- Région Rhône-Alpes
  direction Environnement - Energie

  – Prestation PGRN

  plateforme de synthèse des connaissances, réseau de gestionnaires alpins des risques naturels, stratégies d'adaptation

- ONERC : Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique

- Consortium scientifique et technique :
  – Université Claude Bernard (Lyon, Laboratoire de Sciences de la Terre)
  – CETE Lyon (Centre d'Etude Technique de l'Equipement)
  – Cemagref Grenoble (divisions ETNA et DTM) ,
  – Université Joseph Fourier (Grenoble, LGIT)

Le projet climChAlp

Activités

12 / 09 / 2008

- WP5 : Changement climatique dans les Alpes et impacts sur les risques naturels
- WP 6 : Monitoring des versants
- WP7 : Impacts socio-économiques (tourisme, transports…)
- WP8 : Réseau de gestionnaires alpins des risques naturels pour des stratégies d‘adaptation cohérentes
- WP9 : Synthèse et recommandations

Le projet climChAlp

Publications

12 / 09 / 2008

- Rapports scientifiques et Common Strategic Paper
  www.climchalp.org

- Région Rhône-Alpes – PGRN - ONERC
  - ONERC : Rapport Technique n°1
    http://www.ecologie.gouv.fr/-ONERC-.html
  - Région Rhône-Alpes : plaquette d'information
    http://www.rhonealpes.fr

  - PGRN : plateforme internet de connaissances
    http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

ClimChAlp WP5 - Impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes (montagnes de l'Arc Alpin) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

Démarrage Dernières nouvelles (...

ClimChAlp Interreg III B Alpine Space | Accueil | Synthèses | Analyse | Inventaire | Références | Glossaire | Ressources

Synthèses thématiques [fichiers PDF] réalisées à partir de l'analyse bibliographique des références, avec la contribution d'experts

1 - Modifications des PARAMÈTRES ATMOSPHÉRIQUES	
Températures	Précipitations

2 - Impacts du changement climatique sur les SYSTÈMES NATURELS			
Enneigement	Pergélisol	Glaciers	Forêt - végétation

3 - Impacts du changement climatique sur les PHÉNOMÈNES NATURELS (ALÉAS)						
Crues	Aléas torrentiels	Avalanches	Mouvements de terrain	Aléas glaciaires	Tempêtes	Feux de forêt

Done

démarrer | archive - Thunderbird | ClimChAlp WP5 - Imp... | Mise à jour du logiciel | Sans titre - Bloc-notes | Microsoft PowerPoint ... | 11:27

12 / 09 / 2008

ClimChAlp WP5 - Impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes (montagnes de l'Arc Alpin) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

Démarrage Dernières nouvelles (...

ClimChAlp Accueil Synthèses Analyse Inventaire Références Glossaire Ressources

PGRN

RESSOURCES

RhôneAlpes

ONERC

Liens vers les sites Internet ressources

Organismes, réseaux & sites web		
Climatologie Météorologie	Environnement Phénomènes et Risques Naturels	Aménagement du territoire

Projets, programmes de recherche & workshops		
Paramètres atmosphériques	Systèmes Naturels	Phénomènes naturels (aléas)

Environnement Phénomènes et Risques Naturels

- **AFDP** : Association Francaise du Periglaciaire (France)
- **CEREGE** : Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (France)
- **GERG** : Geomorphological and Environnemental Research Group, Universität Bonn (Allemagne)
- **Cemagref** : Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (France) :
  > Unité de recherche ETNA : Erosion Torrentielle Neige et Avalanches (Grenoble)
  > Unité de recherche HH : Hydrologie Hydraulique (Lyon) > PNRH : Programme National de Recherche en Hydrologie
- **CNR** : Consiglio Nazionale delle Ricerche, National Research Council (Italie) :
  > Gruppo di Geomorfologia : Portal of the Geomorphology Research Group
  > IRPI : Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica > Rainfall Thresholds for the Initiation of Landslides
- **Comitato Glaciologico Italiano** (Italian Glaciological Committee)
- **CREA** : Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude(France)
  > Phénoclim (impact du changement climatique sur la végétation dans les Alpes)
- **CREALP** : Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin (Suisse)
- **Dendrolab** : Laboratoire de dendrogéomorphologie, Université de Fribourg (Suisse)
- **ECOFOR** : Groupement d'Intérêt Public "Ecosystèmes Forestiers" (France)
- **EDYTEM** : Laboratoire Environnements, Dynamiques et TErritoires de Montagne, Université de Savoie (France)
- **EEA** : Agence Européenne Environnement
- **Fondazione Montagna Sicura** (Fondation montagne sûre), Région autonome Vallée d'Aoste (Italie)
- **GAPHAZ** : Glacier and Permafrost Hazards in Mountains

Terminé

CONVENTION ALPINE

12 / 09 / 2008

ClimChAlp WP5 - Impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes (montagnes de l'Arc Alpin) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

Démarrage Dernières nouvelles (...

ClimChAlp Accueil Synthèses Analyse Inventaire Références Glossaire Ressources

PGRN

REFERENCES

RhôneAlpes

ONERC

Références bibliographiques prises en compte dans l'analyse

Etudes	Rapports	Proceedings	Pages Web

ANDRE J.-C., CARIOLLE D., MEGIE G., MINSTER J.-F. Evénements extrèmes, changements climatiques et effet de serre. *Revue VO2*, 2000. - [Fiche biblio]

BÁRDOSSY A., ANAGNOSTOPOULOU C., CACCIAMANI C., CASPARY H., FREI C., et al. Trends in extreme daily precipitation and temperature across Europe in the 2nd half of the 20th century. *Deliverable D9 of STARDEX project : STAtistical and Regional dynamical Downscaling of EXtremes for European regions*, 2003. - [Fiche biblio]

BARNETT T. P. , ADAM J. C., LETTENMAIER D. P. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, 2005, Vol. 438, p. 303-309. - [Fiche biblio] - [Etude en ligne]

BEGERT M., SCHLEGEL T., KIRCHHOFER W. Homogenous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. *International Journal of Climatology*, 2005, Vol. 25, p. 65-80. - [Fiche biblio]

BENISTON M. Climatic change in mountain regions: A review of possible impacts. *Climatic Change*, 2003, Vol. 59, p. 5-31. - *Réf. Beniston 2003* [Fiche biblio] - [Etude en ligne]

BENISTON M., KELLER F., KOFFI B., GOYETTE S. Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions. *Theoretical and Applied Climatolgy*, 2003, Vol. 76, p. 125-140. - *Réf. Beniston & al. 2003a* - [Fiche biblio] - [Etude en ligne]

BENISTON M., KELLER F., GOYETTE S. Snow pack in the Swiss Alps under changing climatic conditions: an empirical aproach for climate impact studies. *Theoretical and Applied Climatolgy*, 2003, Vol. 74, p. 19-31. - *Réf. Beniston & al. 2003b* - [Fiche biblio] - [Etude en ligne]

BENISTON M., STEPHENSON D. Extrem climatic events and their evolution under changing climatic conditions. *Global and Planetary Change*, 2004, Vol. 44, p. 1-9. - [Fiche biblio] - [Etude en ligne]

BENISTON M. Warm winter spells in the Swiss Alps: Strong heat waves in a cold season ? A study focusing on climate obsrvations at the Saentis high

Terminé

démarrer | archive - Thunderbird | ClimChAlp WP5 - Imp... | Mise à jour du logiciel | Sans titre - Bloc-notes | Microsoft PowerPoint ... | 11:35

ClimChAlp WP5 - Impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes (montagnes de l'Arc Alpin) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

Démarrage Dernières nouvelles (...

ClimChAlp Interreg III B Alpine Space

Accueil **Synthèses** **Analyse** **Inventaire** **Références** Glossaire Ressources

Paramètre atmosphérique	Reconstitutions	Observations	Modélisations	Hypothèses
1.2 Températures	▪ Mann 2001 in Paul 2002 - A ▪ Zryd 2001 in Bardou & al 2003 - P ▪ Paul 2002 - A ▪ Reynaud & Vincent 2002 - A ▪ Various authors in Bertolini & al 2004 - A ▪ Soldati & al 2004 - A ▪ Böhm et al 2005 - A ▪ Casty & al. 2005 - A ▪ ALP-IMP 2006 - R ▪ Gruber & Haeberli 2007 - A ▪ IPCC 2007 - R (SP)	▪ Lateltin & al. 1997 - R: PNR31 ▪ Rebetez & al 1997 - A ▪ Schneebeli & al. 1997 - A ▪ Bader & Kunz 2000a - R: PNR31 ▪ Keller & al. 2000 - A ▪ Böhm & al. 2001 - A ▪ IPCC 2001 - R (WG2) ▪ Moisselin & Scneider 2002 - A ▪ Beniston & Jungo 2002 in Bravard 2006 - P ▪ OcCC 2003 - R ▪ Bárdossy & al 2003 - E ▪ Beniston et al. 2003b -A ▪ Beniston & Stephenson 2004 - A ▪ Gruber & al. 2004b - A ▪ Jomelli & al. 2004 - A ▪ ONERC 2004 - R ▪ Schär & al. 2004 - A ▪ Ancey 2005 - E ▪ Begert & al. 2005 - A ▪ Beniston 2005a - A ▪ Beniston 2005b - A ▪ ONERC 2005 - R ▪ Planton & al 2005 - A ▪ ProClim 2005 - R ▪ Reinhard & al. 2005 - A ▪ ALP-IMP 2006 - R	▪ Beniston & al., 1995 in Bravard 2006 - P ▪ Dehn & al 2000 - A ▪ Heiman & Sept 2000 - A ▪ Noilhan & al. 2000 in Bravard 2006 - P ▪ Stoffel & Monbaron 2000 - P ▪ IPCC 2001 - R (WG2) ▪ Etchevers & Martin 2002 - P ▪ Jasper & al. 2004 - A ▪ ONERC 2004 - R ▪ Schär & al. 2004 - A ▪ Beniston 2005a - A ▪ Beniston 2005b - A ▪ Horton & al. 2005 in Bravard 2006 - P ▪ ONERC 2005 - R ▪ ALP-IMP 2006 - R ▪ Dubuisson & Moisselin 2006 - A ▪ Hennegriff & al 2006 - A ▪ Horton & al. 2006 - A ▪ Legay et Mortier 2006 - A ▪ Maquaire & al. 2006 - E ▪ ONERC 2006 - R ▪ ONERC 2006 - W ▪ Seiler 2006 - P* ▪ Frei & Widmer 2007 - E ▪ IPCC 2007 - R (SP)	▪ Lateltin & al. 1997 - R: PNR31 ▪ Haeberli & Beniston 1998 - A ▪ Wegmann *et al*., 1998 in Harris & al 2001 - A ▪ IPCC 2001 - R (WG2) ▪ ONERC 2004 - R ▪ Schär & al. 2004 - A ▪ Barnett & al. 2005 - A ▪ ONERC 2005 - R ▪ IPCC 2007 - R (SP)

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/pages/inventaire_biblio.html

démarrer | archive - Thunderbird | ClimChAlp WP5 - Imp... | Mise à jour du logiciel | Sans titre - Bloc-notes | Microsoft PowerPoint ... | 11:43

ClimChAlp WP5 - Impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes (montagnes de l'Arc Alpin) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/

Démarrage Dernières nouvelles (...

ClimChAlp Interreg III B Alpine Space

Accueil Synthèses Analyse Inventaire Références Glossaire Ressources

Impacts du changement climatique sur les PHÉNOMÈNES NATURELS (ALÉAS)

3.1 CRUES DE RIVIÈRES

Facteurs de contrôle	Intensité	Fréquence	Saisonnalité	Localisation	Recommandations

INTENSITÉ DES CRUES

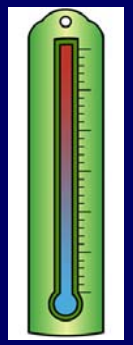
Type de connaissances	Résultats de recherche et interprétations	Méthodes d'observation et d'analyse	Références
Reconstitutions	**Grandes vallées alpines et leur piedmont jusqu'à la Méditerranée :** Sur plusieurs tronçons du Rhône et de ses affluents on observe un élargissement de la bande active de tressage pendant la période du Petit Âge Glaciaire ; certains ont connu une progradation nette d'une "vague sédimentaire" (charge de fond) accompagnée ou non d'une métamorphose fluviale (passage d'un style à méandres à un style en tresses). Ces manifestations se font sentir dès le XIVe siècle sur le Rhône à Lyon (sous influence des apports sédimentaires de l'Ain). La métamorphose de l'Isère est plus précoce à l'aval de Grenoble (influence du Drac) qu'à l'amont de la ville plus éloignée des flux sédimentaires des hauts bassins de l'Isère et de l'Arc. Le phénomène semble atteindre son apogée au XVIIIe siècle, bien que le XIXe siècle soit connu comme un siècle à fortes crues et forte torrentialité alpine. Peut-être faut-il voir dans le relatif répit du XIXe siècle l'effet des endiguements ou simplement un retour progressif au calme après un XVIIIe siècle très actif.	Les études de paléo-dynamique fluviale réalisées depuis une quinzaine d'années sur la base de carte anciennes et de textes ont été analysées.	Bravard 2000 - P

12 / 09 / 2008

Plan

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

Les températures



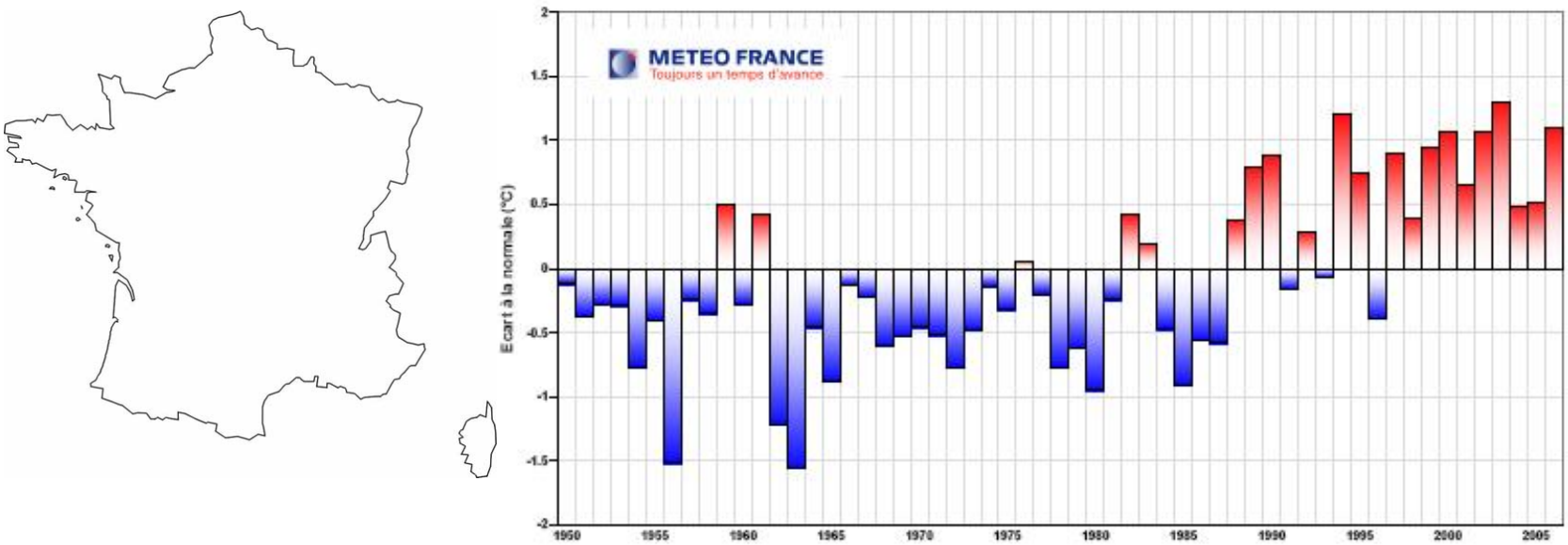
- En France métropolitaine, augmentation des températures de 0.9°C au cours du 20e siècle
- Augmentation moyenne de la température dans les Alpes françaises sur la période 1901-2000 : + 0.9°C
- Des tendances similaires dans d'autres pays alpins
- Les projections indiquent une augmentation maximale des températures alpines moyennes pour 2071-2100 de 3 à 5°C en hiver et de 4 à 6°C en été

Les températures

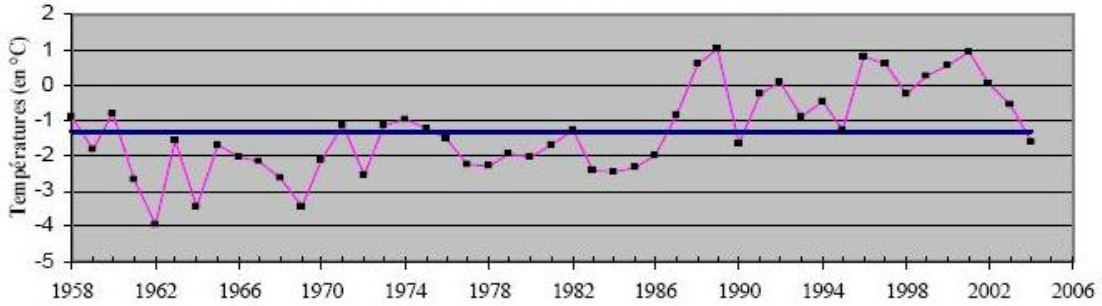
12 / 09 / 2008

Écart à la moyenne de 22 stations françaises représentatives

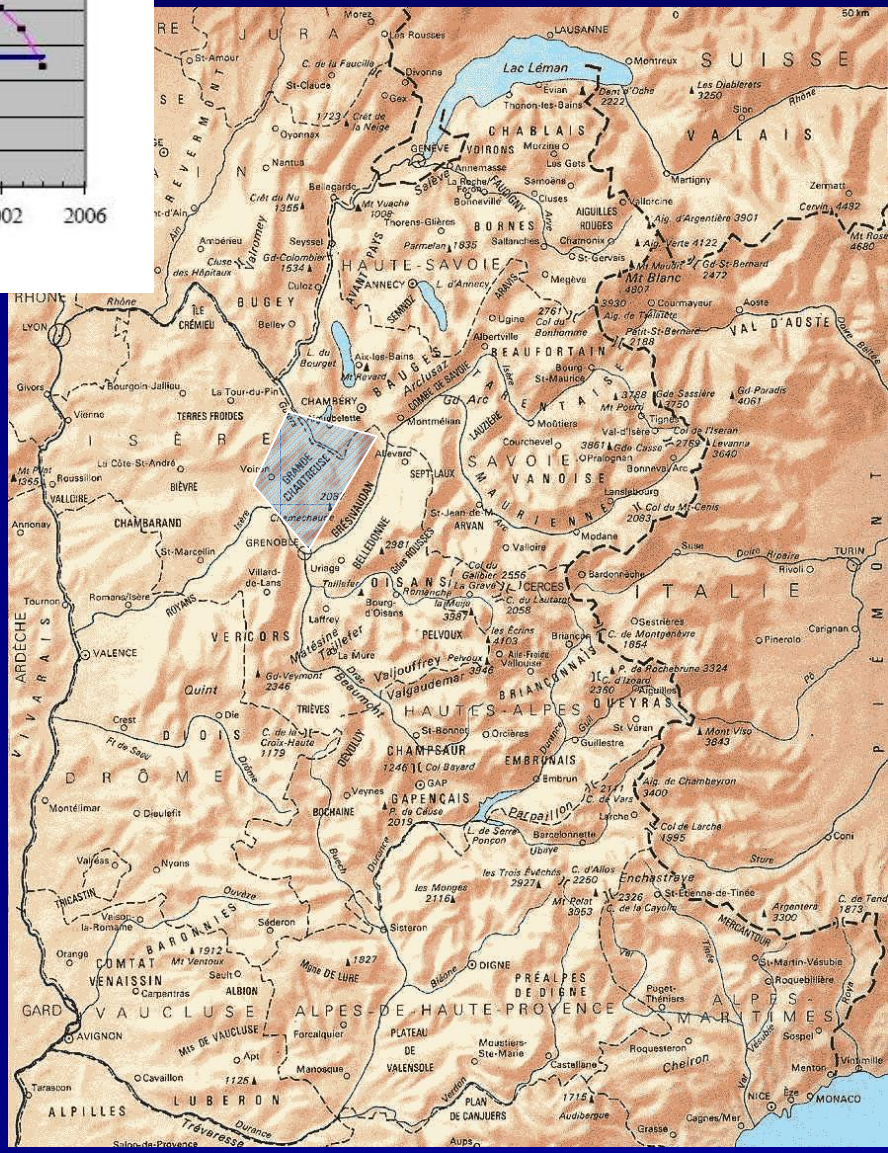
(Moyenne 1971-2000 sur période 1956-2006)

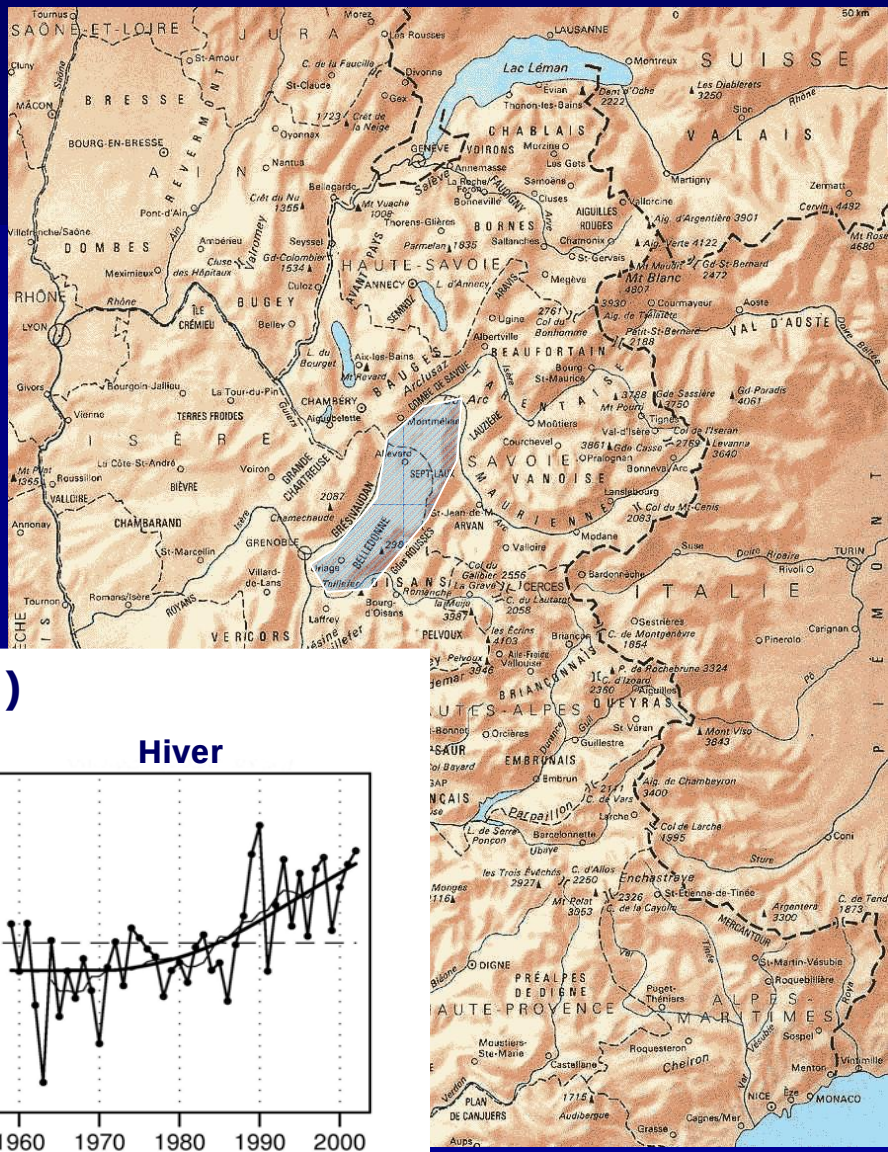


Massif de Chartreuse (1800 m)



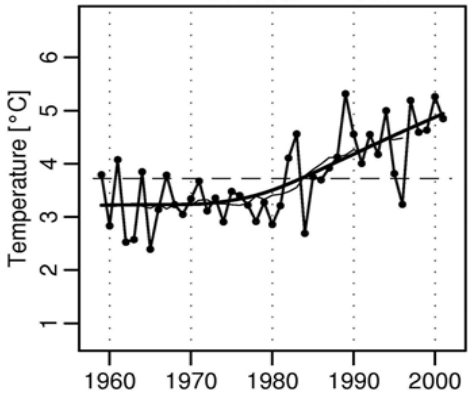
Sources : Météo France / Navarre 2007



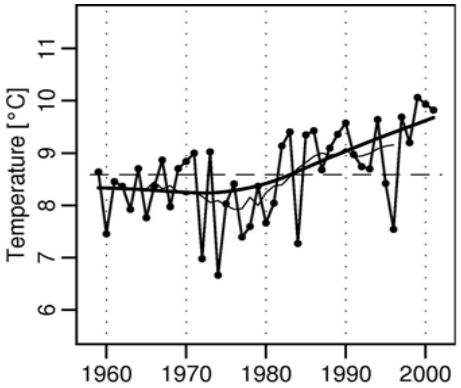


Massif de Belledone (1800 m)

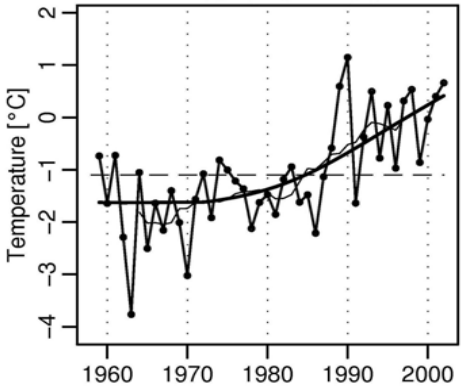
Année



Été

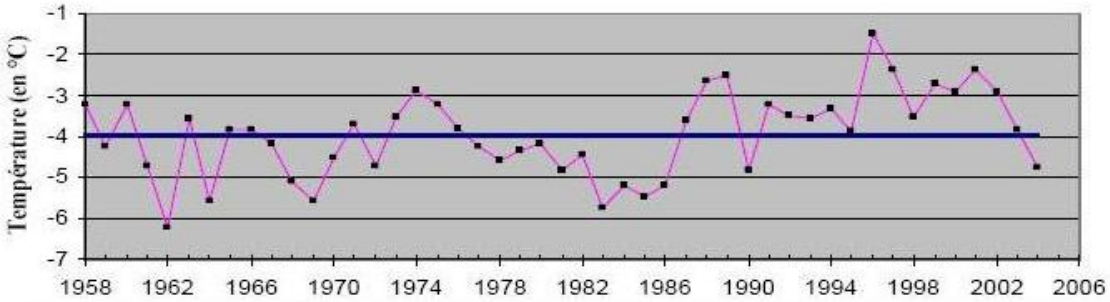


Hiver

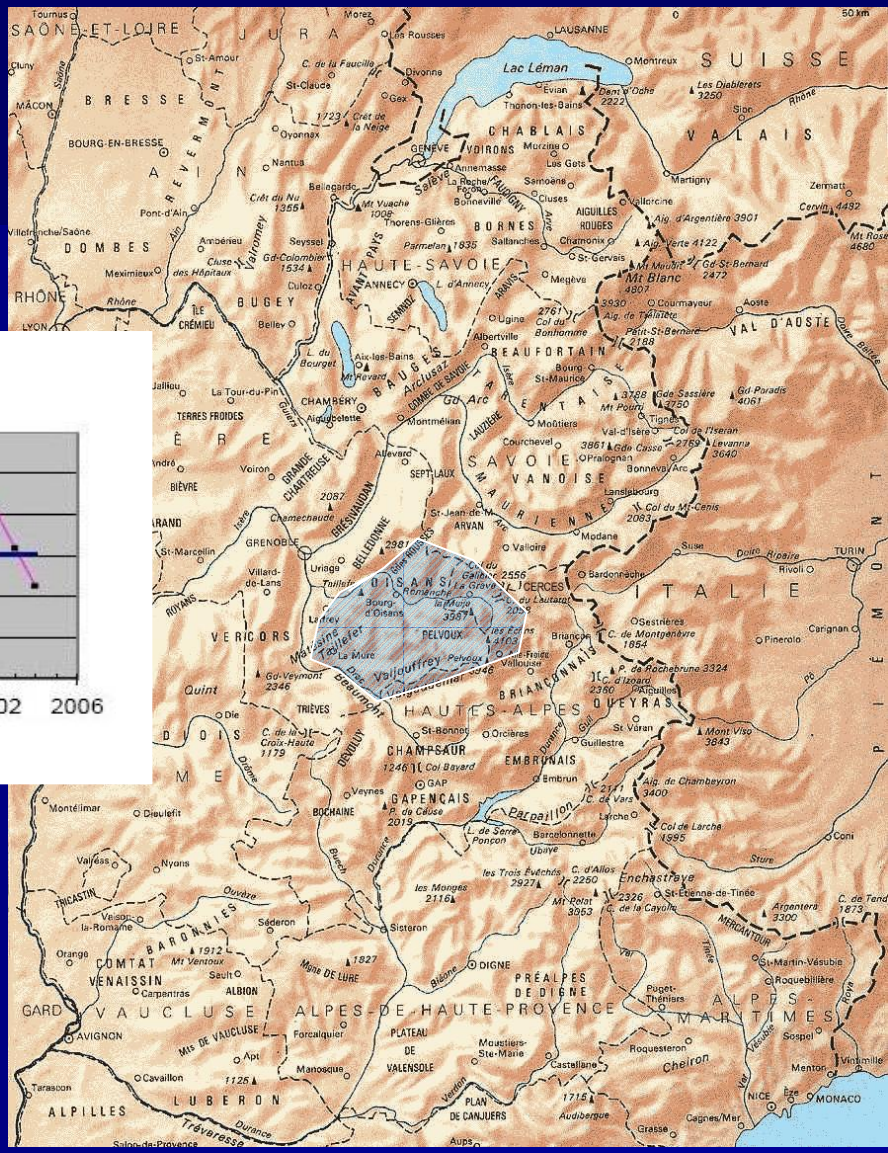


METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Massif de l'Oisans (2400 m)



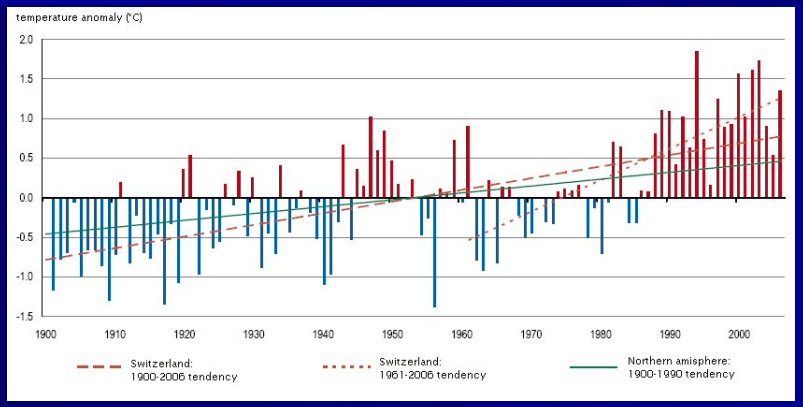
Sources : Météo France / Navarre 2007


Lac Léman
SUISSE
VALAIS
CHABLAIS
FAUCIGNY
GENEVOIS
HAUTE-SAVOIE
BORNES
BUGEY
BRESSE
DOMBES
JURA
SAVOIE
MAURIENNE
TARENTAISE
BEAUFORTAIN
VAL D'AOSTE
ITALIE
OISANS
VERCORS
TRIÈVES
HAUTES-ALPES
BRIANÇONNAIS
QUEYRAS
CHAMPSAUR
GAPENCAIS
EMBRUNAIS
DIOIS
BARONNIES
COMTAT VENAISSIN
VAUCLUSE
ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE
ALPES-MARITIMES
PRÉALPES DE DIGNE
PLATEAU DE VALENSOLE
LUBERON
ALPILLES
MONACO
Mt Blanc
Pelvoux
Ecrins
Vallouffrey
Mt Aiguille
Parpaillon
Enchastraye
Chelron
Mt Ventoux
Mts de VAUCLUSE
Mont Viso
Argentera
Gd Veymont
Gd Colombier
Mt Revard
Mt Vuache
Mt Maudit
Gd St-Bernard
Mt Cenis
Col du Galibier
Col du Lautaret
Col de l'Iseran
Col de Larche
Col de Vars
Col de Tende
Col Bayard
Col du Bonhomme
Col du Lautaret
Col de la Croix-Haute
Col de Serre Ponçon
Col de la Cayolle
Col de la Faucille
Col du Lautaret
Col du Mt-Cenis
Col du Galibier
Col de Larche
Col de Vars
Col de Tende
Col Bayard
Col du Bonhomme

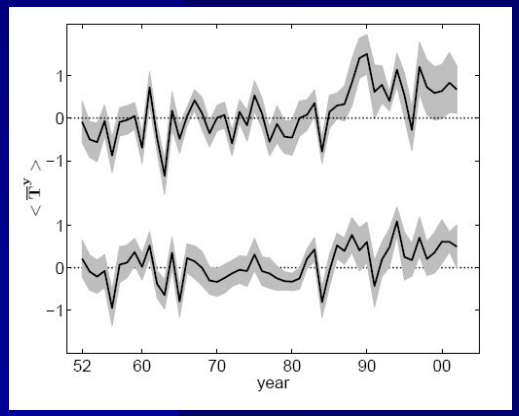
Les températures dans d'autres pays alpins

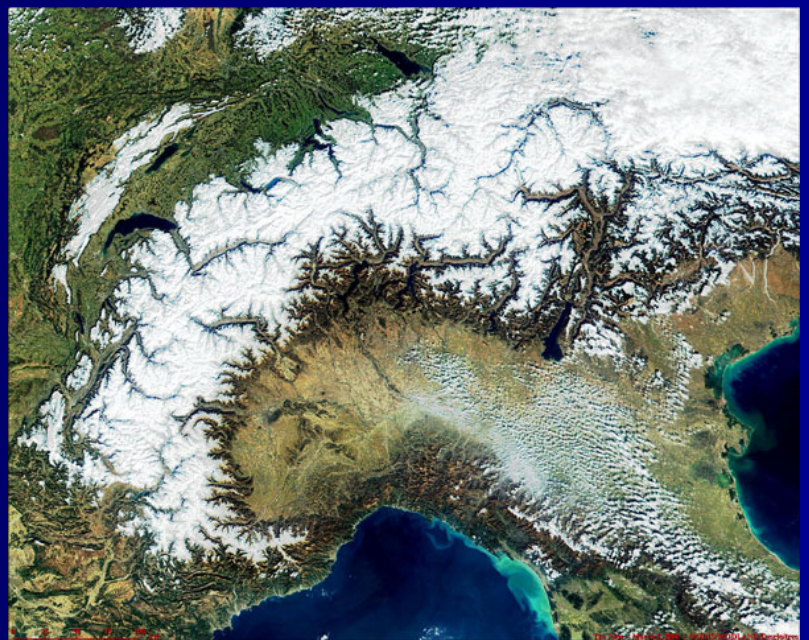
12 / 09 / 2008

T°C en Suisse (1900-2006)

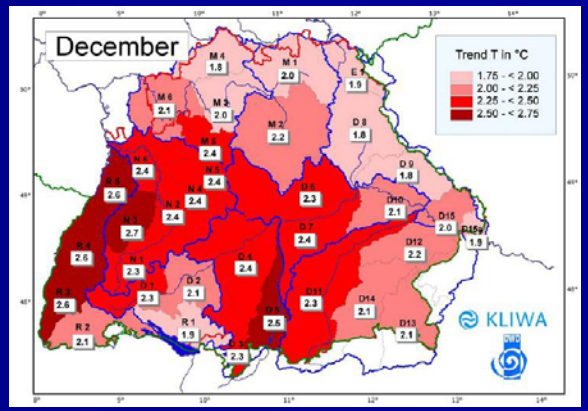


T°C dans le Piémont et en Val d'Aoste (1951-2002)





T°C en Allemagne du Sud (1931-200)



Plan

12 / 09 / 2008

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues et crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

Les précipitations

- Pas de tendances significatives pour les moyennes de précipitation dans les Alpes pour la période 1500-2004
- Pas de tendances significatives pour de nombreuses régions des Alpes (moyennes)
- Mais les précipitations extrêmes ont eu tendance à augmenter dans certains massifs
- Les projections climatiques sont associées à un fort degré d'incertitude
  - Plus de précipitations en hiver, moins en été

Plan

12 / 09 / 2008

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

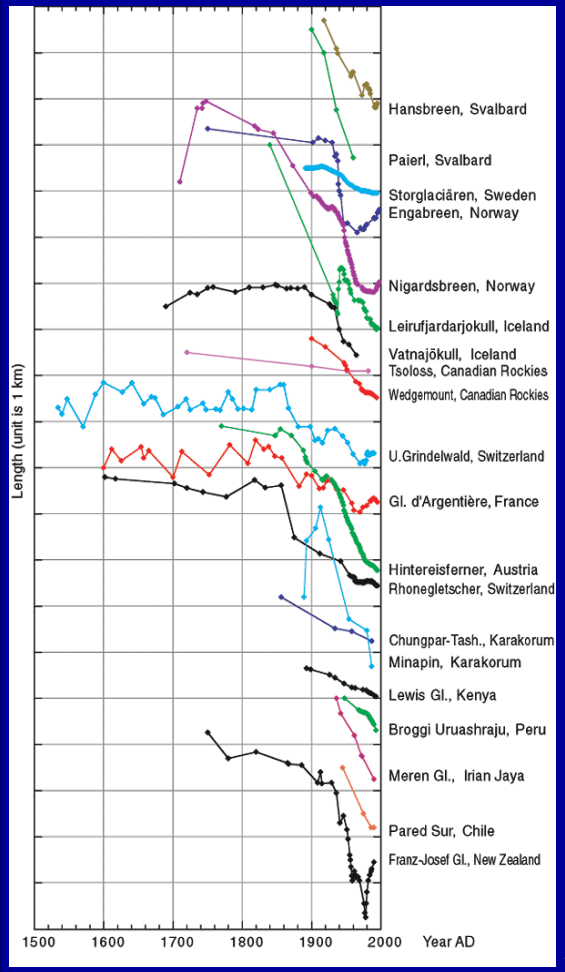
12 / 09 / 2008

Les glaciers

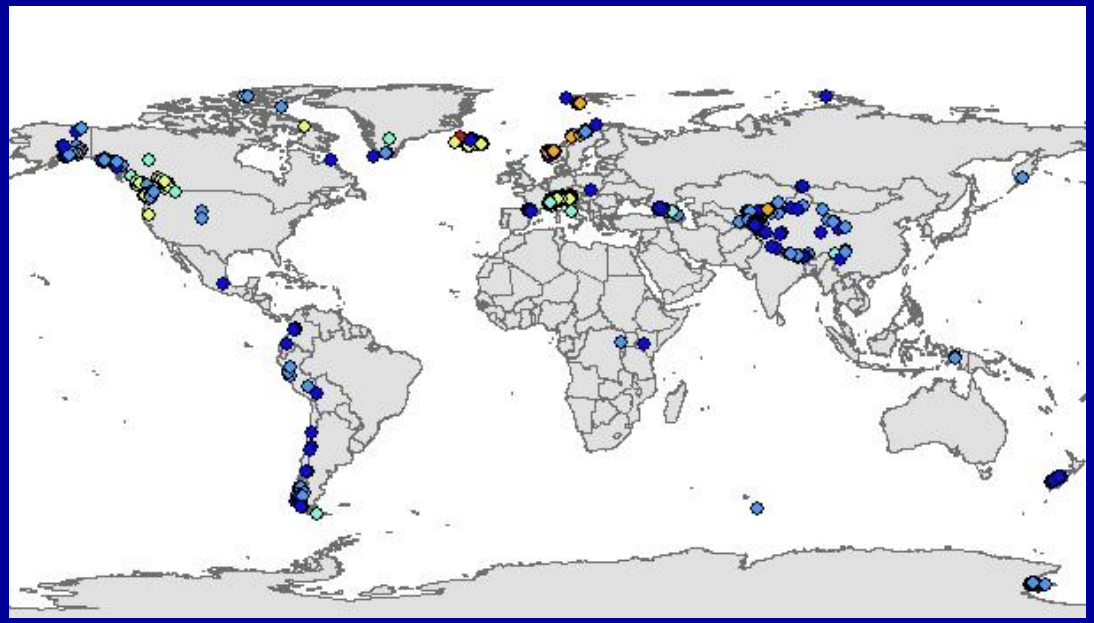
- Un retrait glaciaire a débuté depuis la fin du Petit Age Glaciaire -milieu 19e-
- Il y a surtout eu une intensification de la période d'ablation alors que les accumulations ont peu changé
- Plus le glacier est petit et plus il est sensible au réchauffement de l'atmosphère
- Tous les types de glacier ne réagissent pas de la même manière

Les glaciers

12 / 09 / 2008



Réseau du World Glacier Monitoring Service

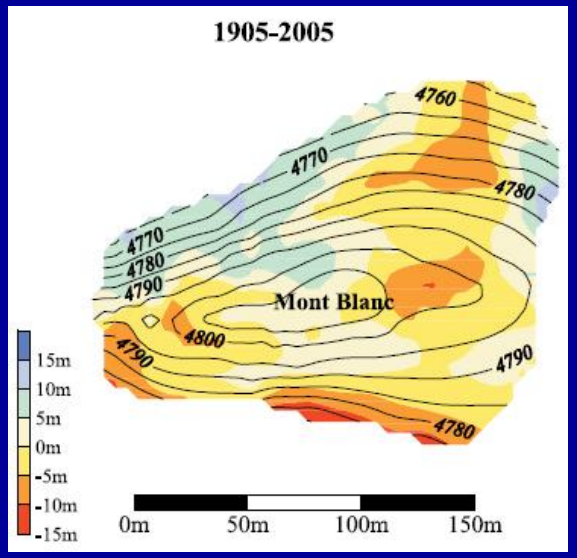


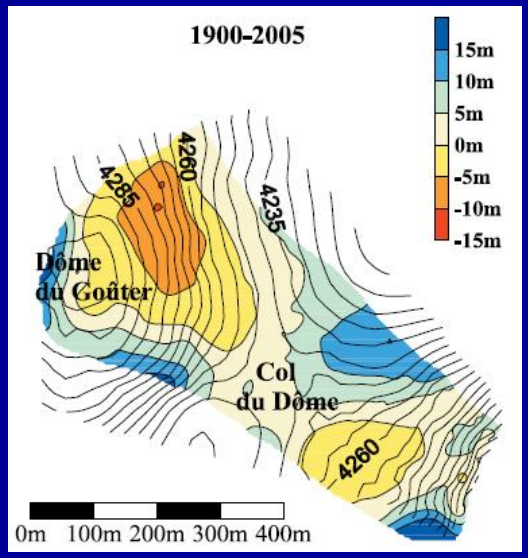
Sources : WGMS / Oelermans

Les glaciers

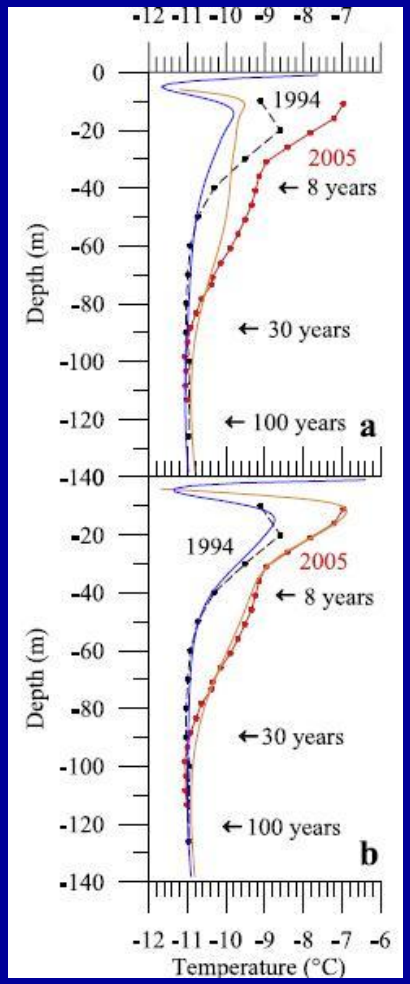
12 / 09 / 2008

Variations de volume





Sources : LGGE / Vincent / 2007



Températures de la glace

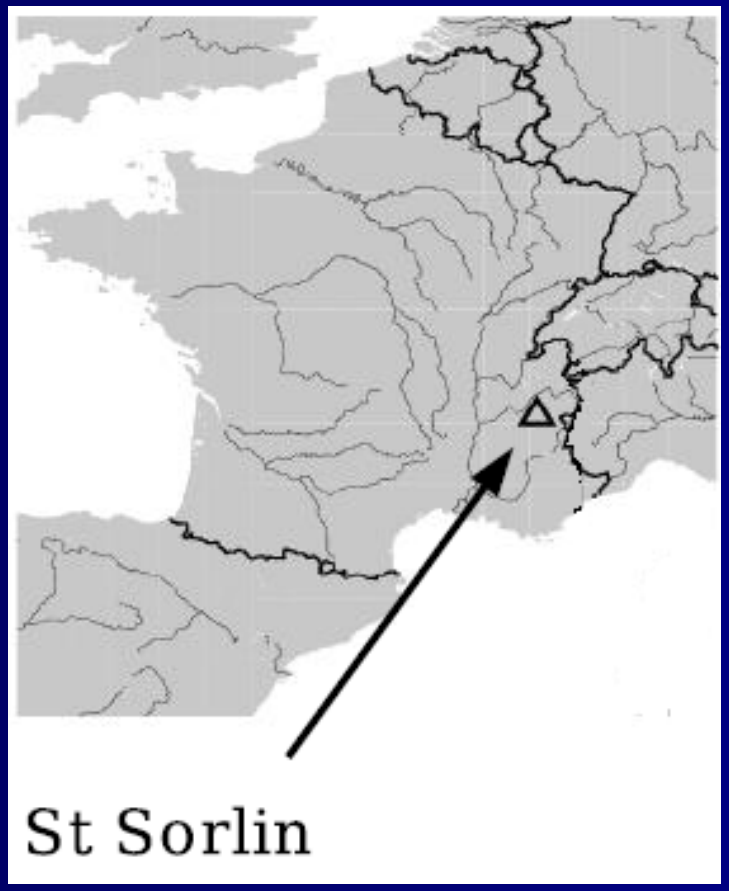
12 / 09 / 2008

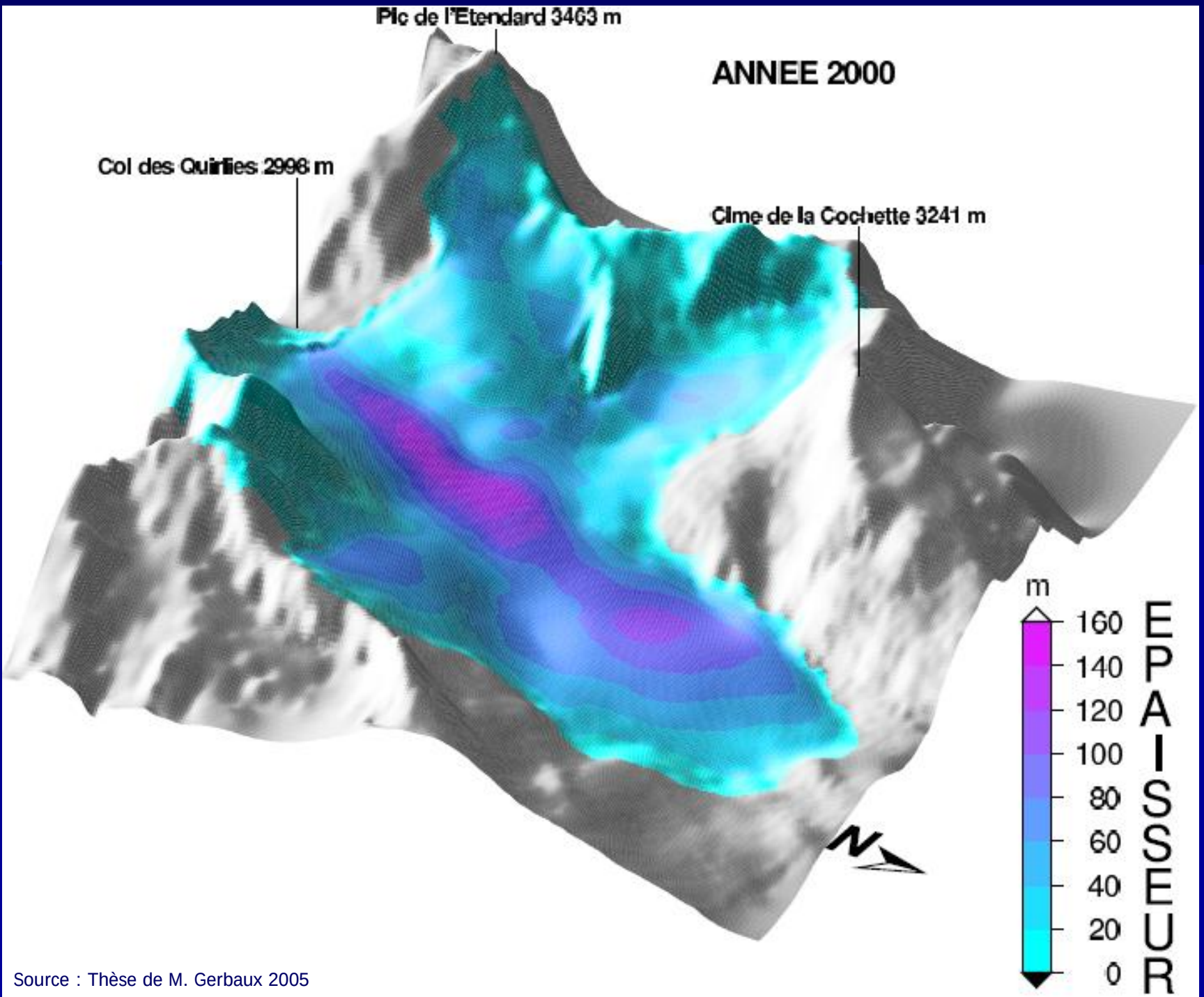
Les glaciers

- Le retrait glaciaire va se poursuivre
- Réduction de la fonction de stockage de l'eau par les glaciers sur le long terme
- Augmentation de la fonte en été
- Disparition possible de certains glaciers d'ici à la fin du 21e siècle

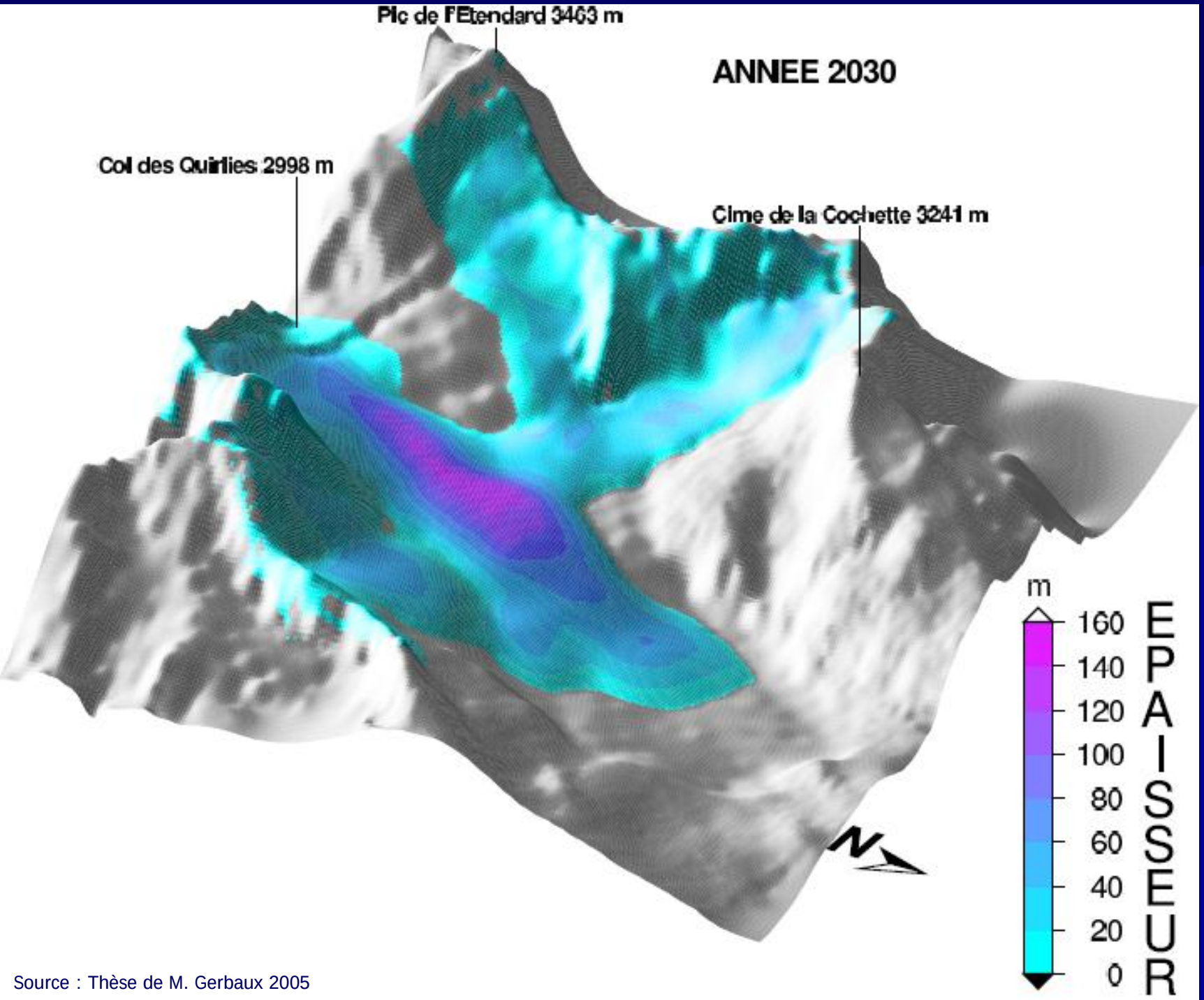
12 / 09 / 2008

Les glaciers

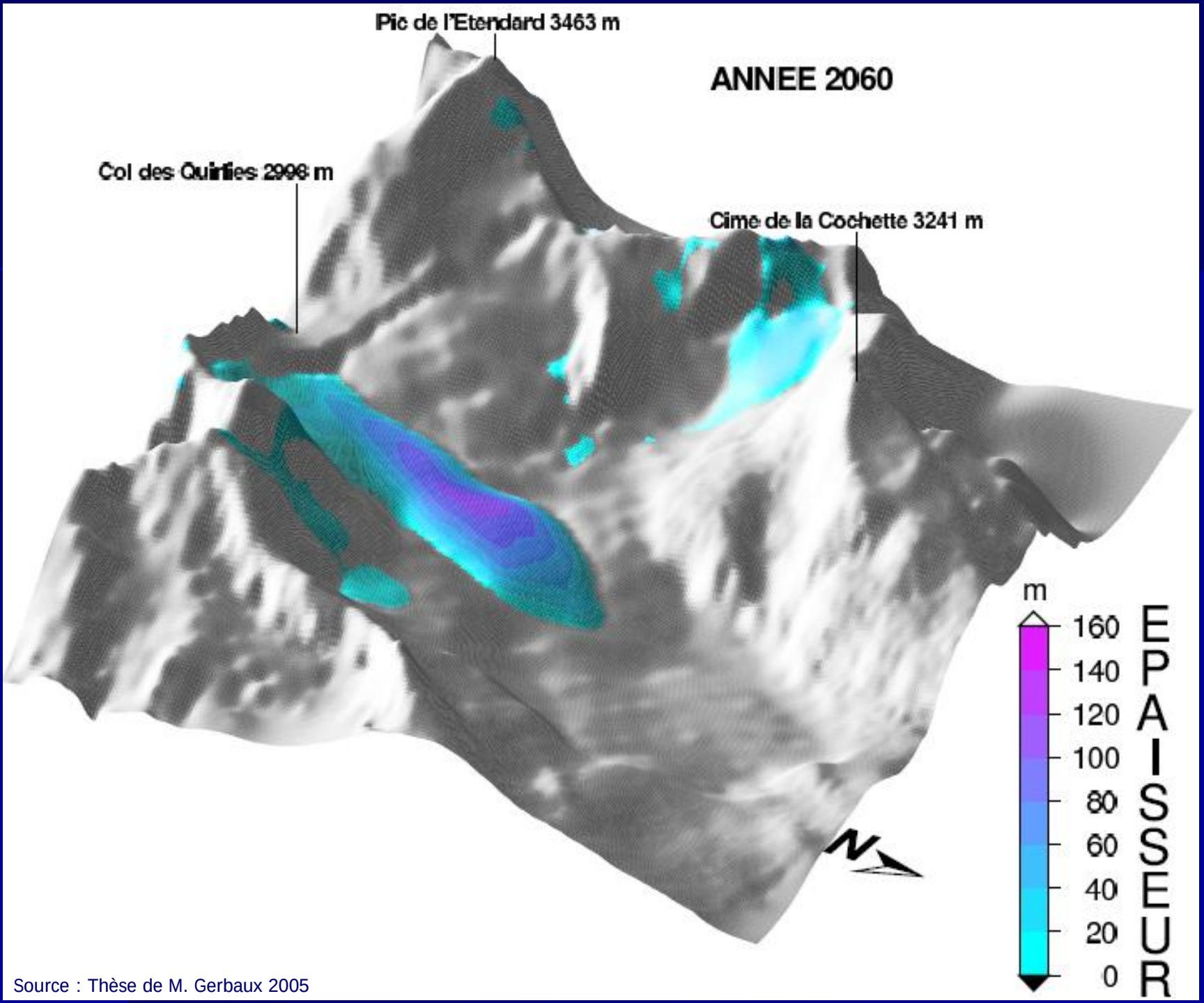




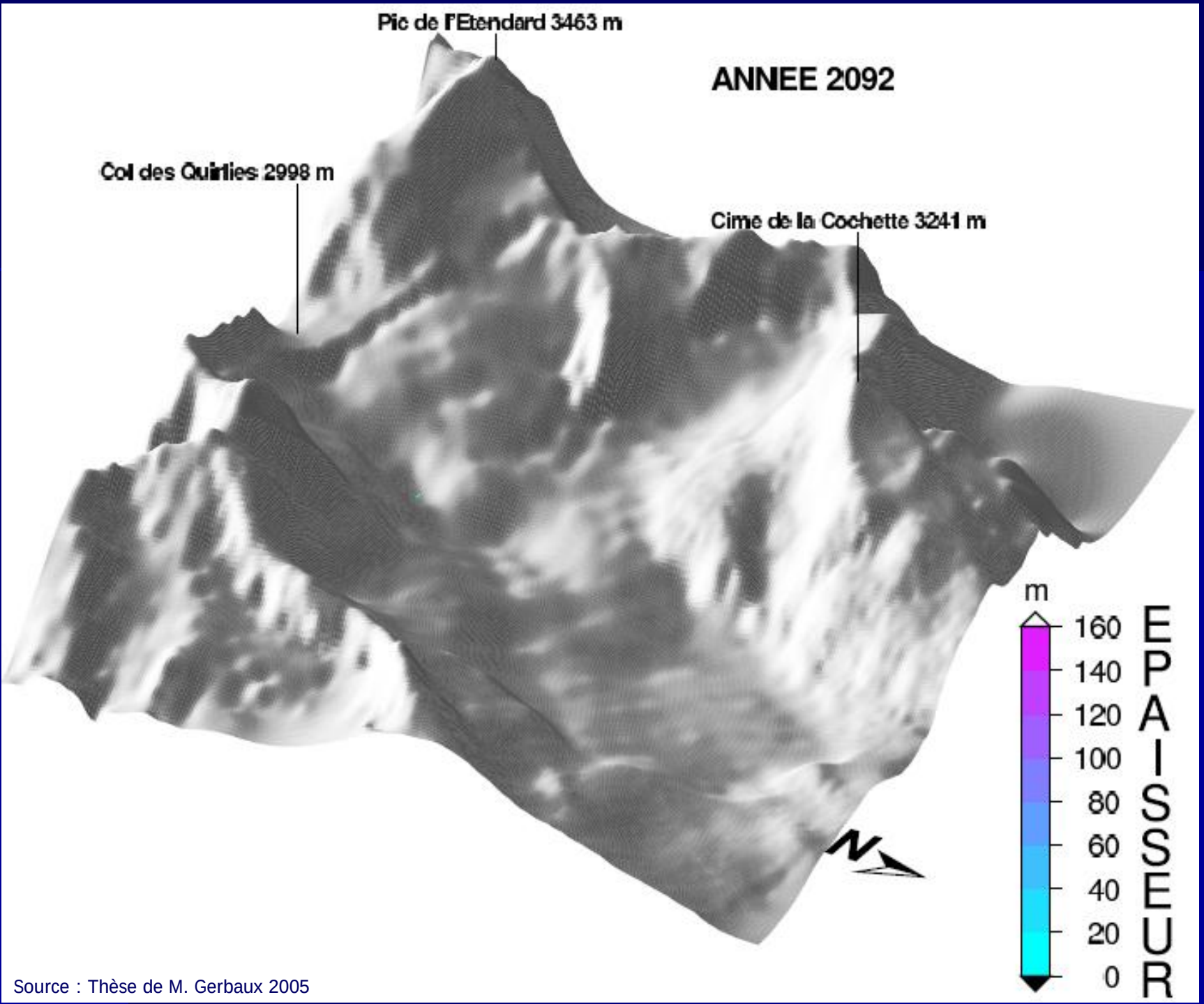
Source : Thèse de M. Gerbaux 2005



Source : Thèse de M. Gerbaux 2005



Source : Thèse de M. Gerbaux 2005



Source : Thèse de M. Gerbaux 2005

12 / 09 / 2008

Plan

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

La couverture neigeuse

- Dans les Alpes françaises, diminution de l'enneigement tant en terme de hauteur que de durée du manteau neigeux
  - Surtout à basse et moyenne altitude (> 1500 m)
- Tendance similaire dans d'autres pays alpins

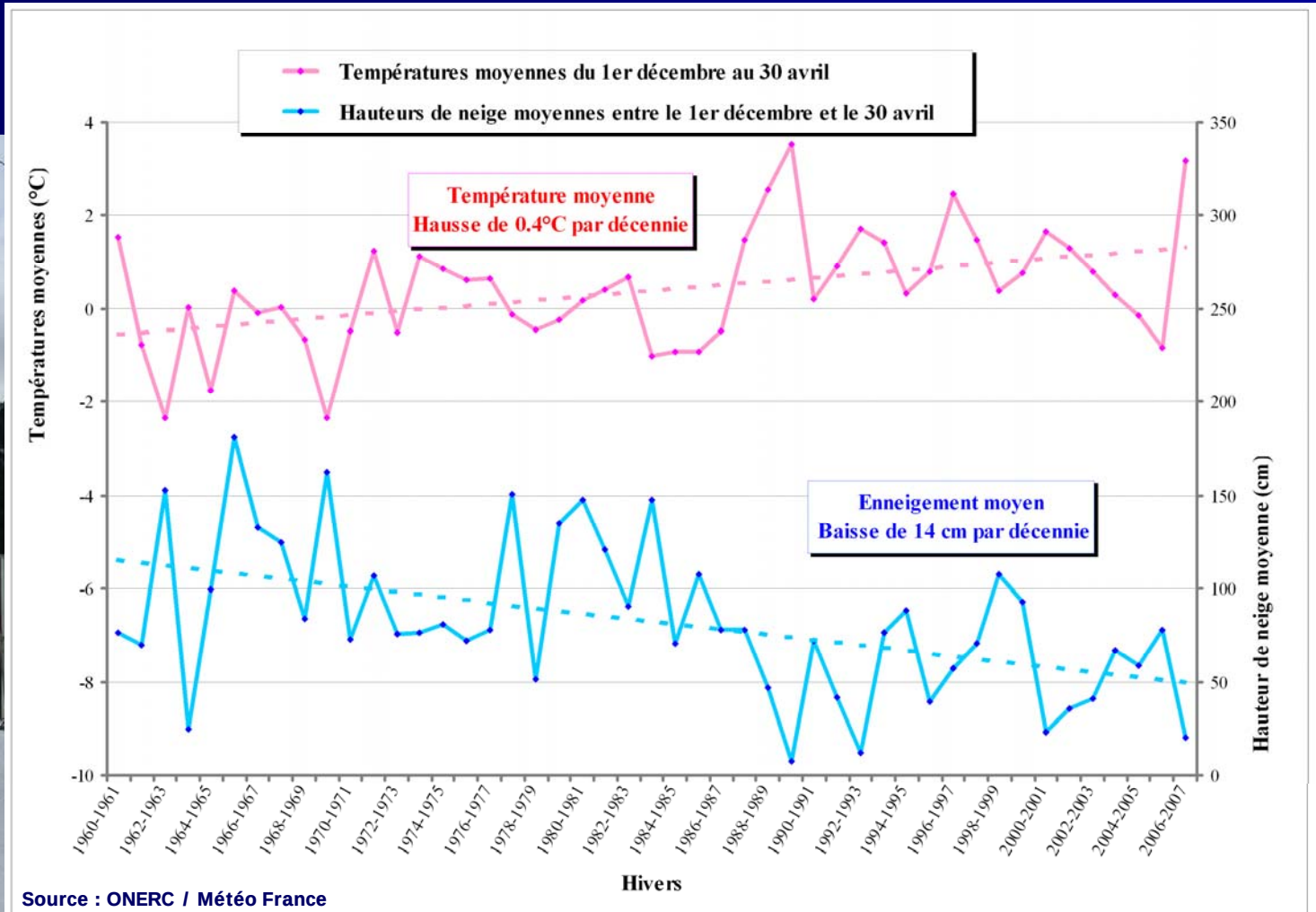
La couverture neigeuse

12 / 09 / 2008

- Col de porte : site expérimental Météo France

La couverture neigeuse

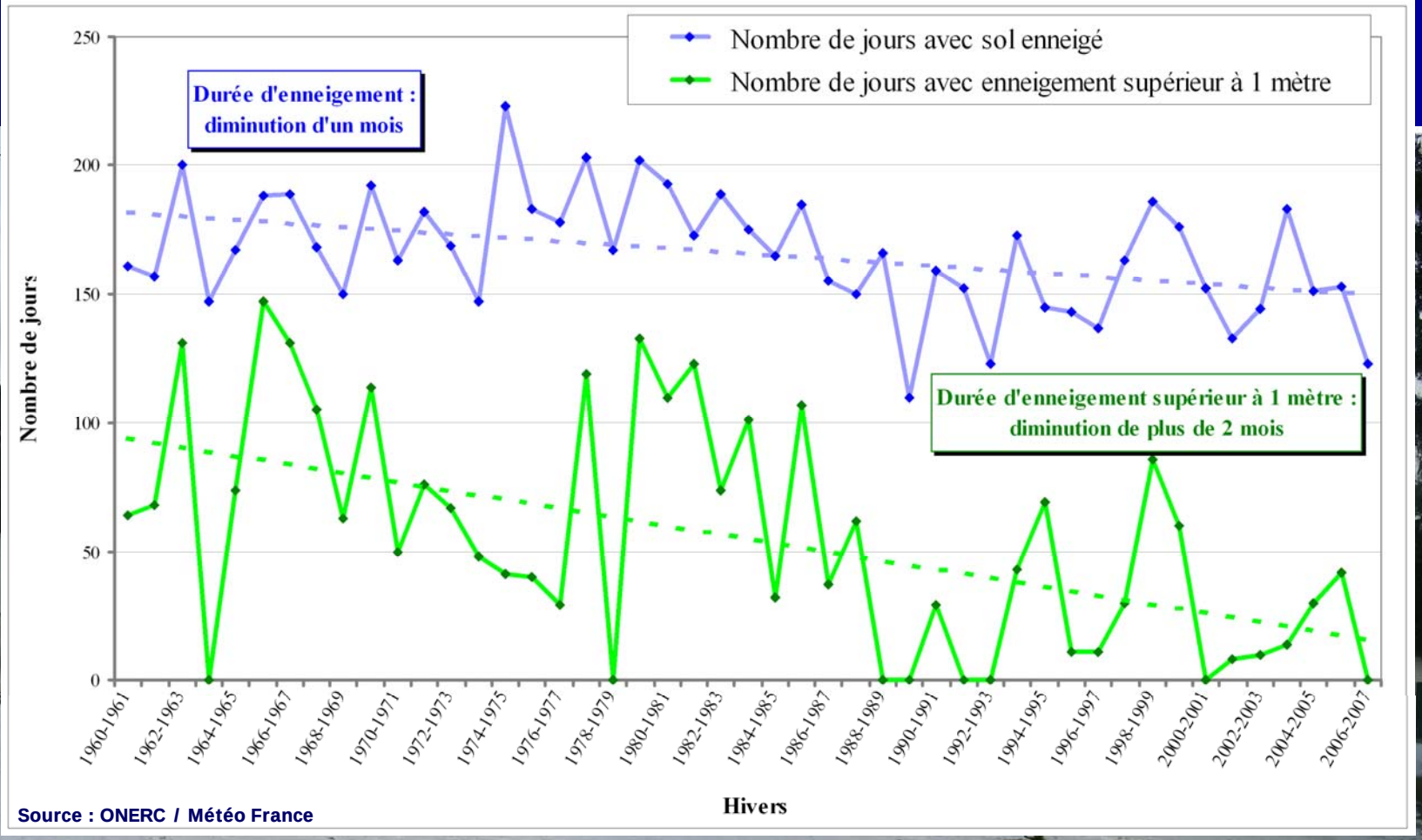
12 / 09 / 2008



Source : ONERC / Météo France

La couverture neigeuse

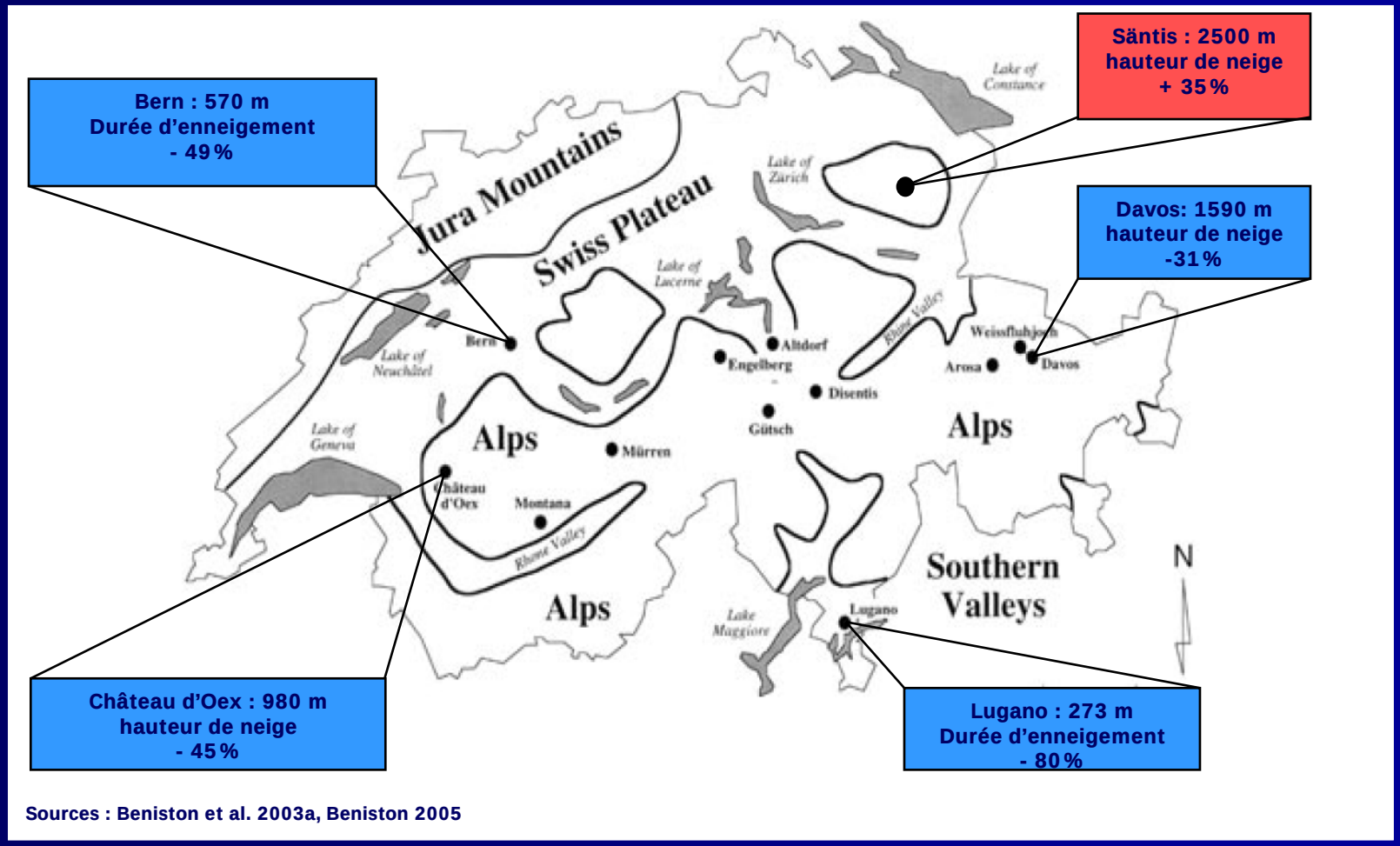
12 / 09 / 2008



Source : ONERC / Météo France

Observations du manteau neigeux dans d'autres pays alpins

12 / 09 / 2008



Sources : Beniston et al. 2003a, Beniston 2005

La couverture neigeuse

- Projections : diminution de la durée et de la hauteur du manteau neigeux
  Surtout à basse et moyenne altitude (~1500 m)

Plan

12 / 09 / 2008

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- **Le permafrost**
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

Le permafrost et les glaciers rocheux

12 / 09 / 2008

Source : X. Bodin

Glacier rocheux du vallon de la Route, massif du Combeynot (Hautes Alpes)

Le permafrost et les glaciers rocheux

12 / 09 / 2008

Glacier rocheux du Laurichard, massif du Combeynot (Hautes Alpes)

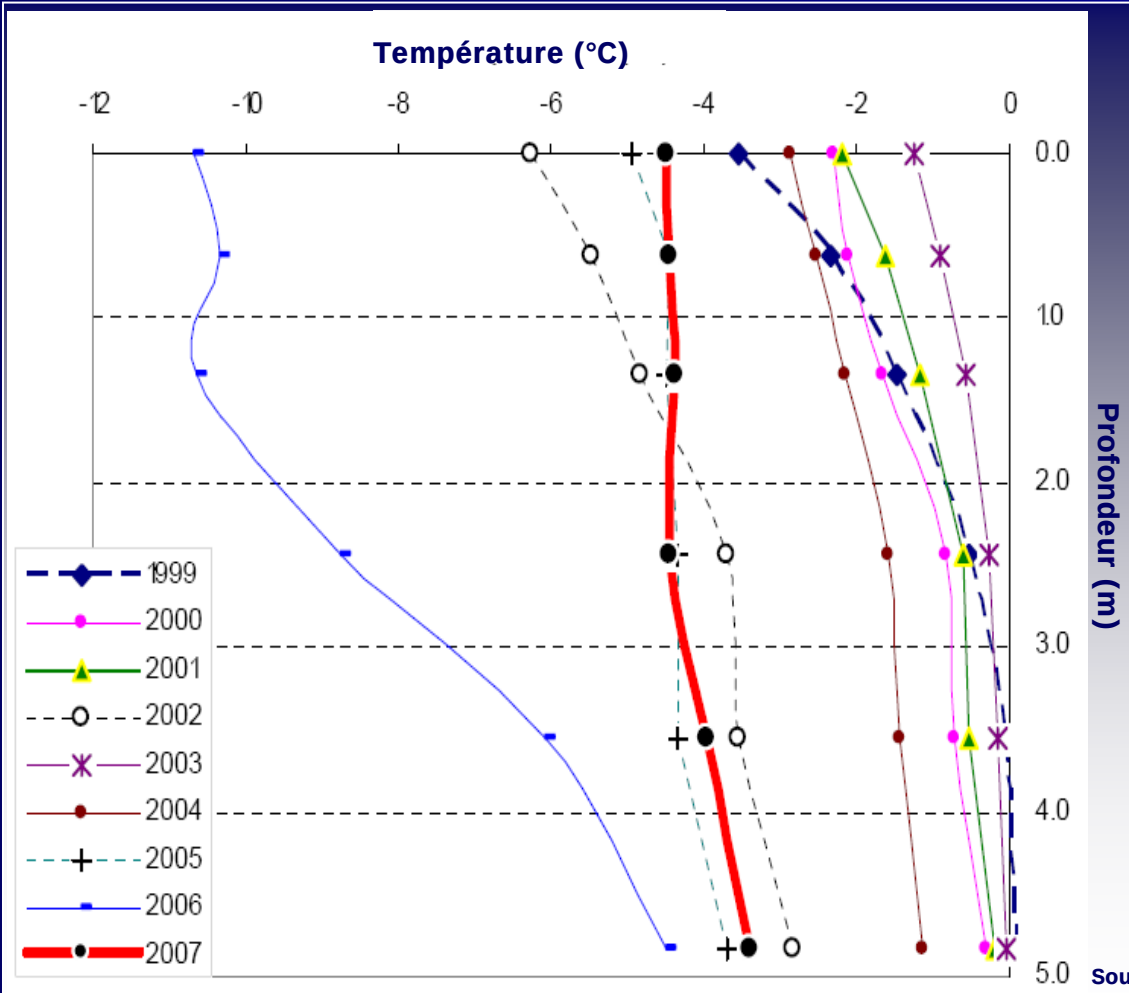
Source : Cemagref

Le permafrost et les glaciers rocheux

- Les mesures dans le permafrost alpin ne datent que de 1987
  - Lien avec les températures de l'air et le couvert neigeux
  - Variations de la température et de la profondeur de la couche active dans les permafrosts alpins
- Dégradation du permafrost plus intense dans les parois rocheuses avec des topographies complexes
- Mouvements : les vitesses de déformation des glaciers rocheux ont également augmenté dans les Alpes au cours des dernières années

Le permafrost et les glaciers rocheux

12 / 09 / 2008



Profil de température dans le versant de Lapires (2500 m, Valais suisse) au 13 janvier

Sources : Lambiel & Delaloye 2005

12 / 09 / 2008

Plan

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- **L'hydrologie de montagne**
- La végétation et la forêt
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

L'hydrologie de montagne

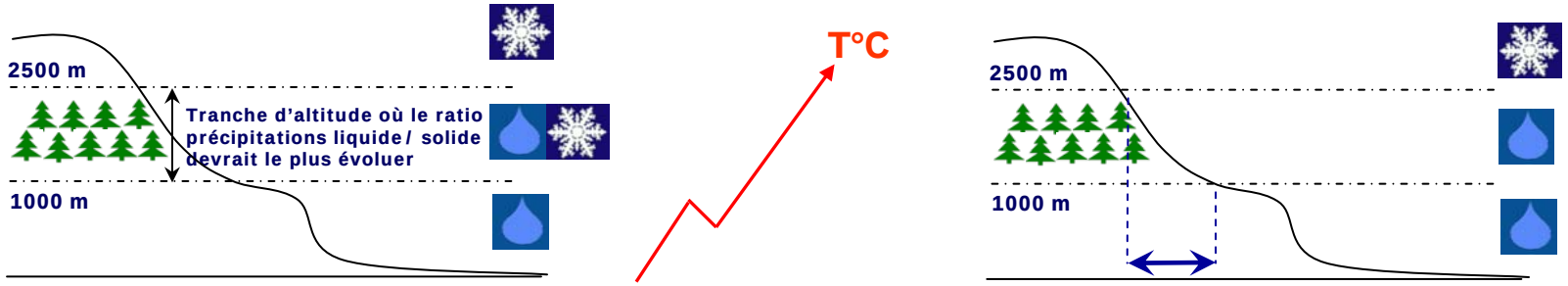
12 / 09 / 2008

En France :

- Pas de tendances significatives dans les débits des rivières entre 1960 et 2000 (ni en crue, ni en étiage, ni en régime moyen)
- Des signes de changements dans les Alpes avec un pic de fonte printanier moins intense et plus précoce
- Lors de la canicule 2003 :
  - Une certaine régulation des débits des rivières et des niveaux des lacs alimentés par des glaciers
  - A l'inverse, pour les cours d'eau et les lacs qui ne sont pas alimentés par des glaciers, les débits ont fortement baissé
- Les nombreux aménagement viennent fortement bruiter les séries de données et rendent malaisée l'analyse statistique des observations

Bassin Versant de type « alpin »

Conditions actuelles



Bassin Versant de type « préalpin ou plateau »

La plupart des précipitations tombent sous forme de neige

Les précipitations tombent sous forme de pluie et de neige

La plupart des précipitations tombent sous forme de pluie

Plan

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- **La végétation et la forêt**
- Les risques naturels
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

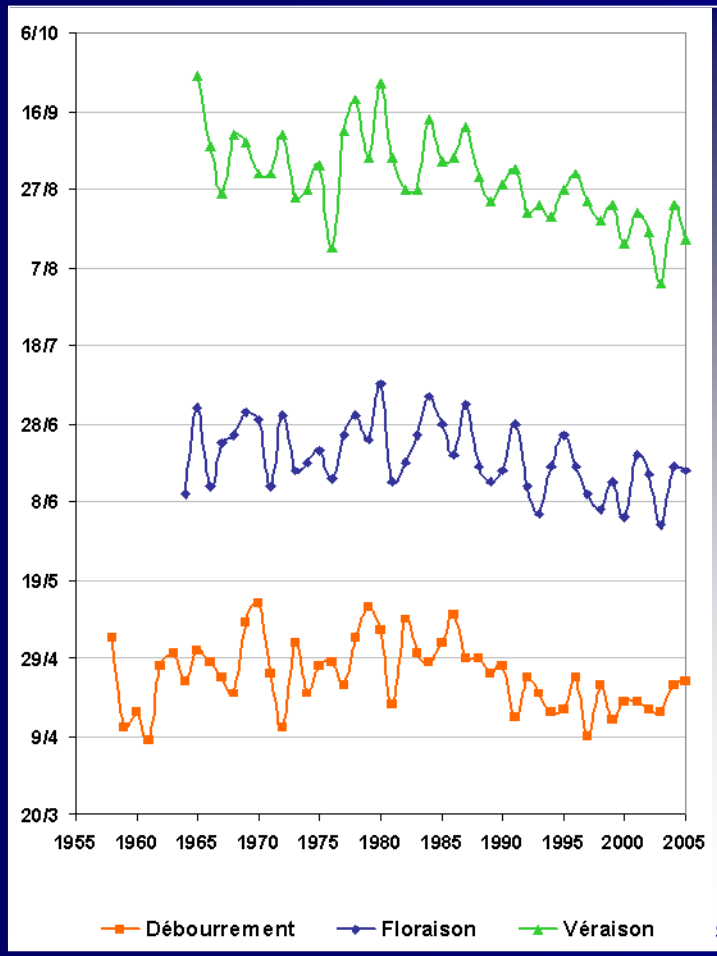
12 / 09 / 2008

La végétation

- Allongement observé de la période végétative
- Décalage entre les besoins physiologiques et les conditions climatiques
- Diminution observée du nombre de jours de gel
- Migration observée de certaines espèces vers des plus hautes altitudes
- Accélération de la croissance des essences forestières en France
- Progression vers de plus hautes latitudes de certains parasites et vecteurs de maladies

12 / 09 / 2008

La végétation

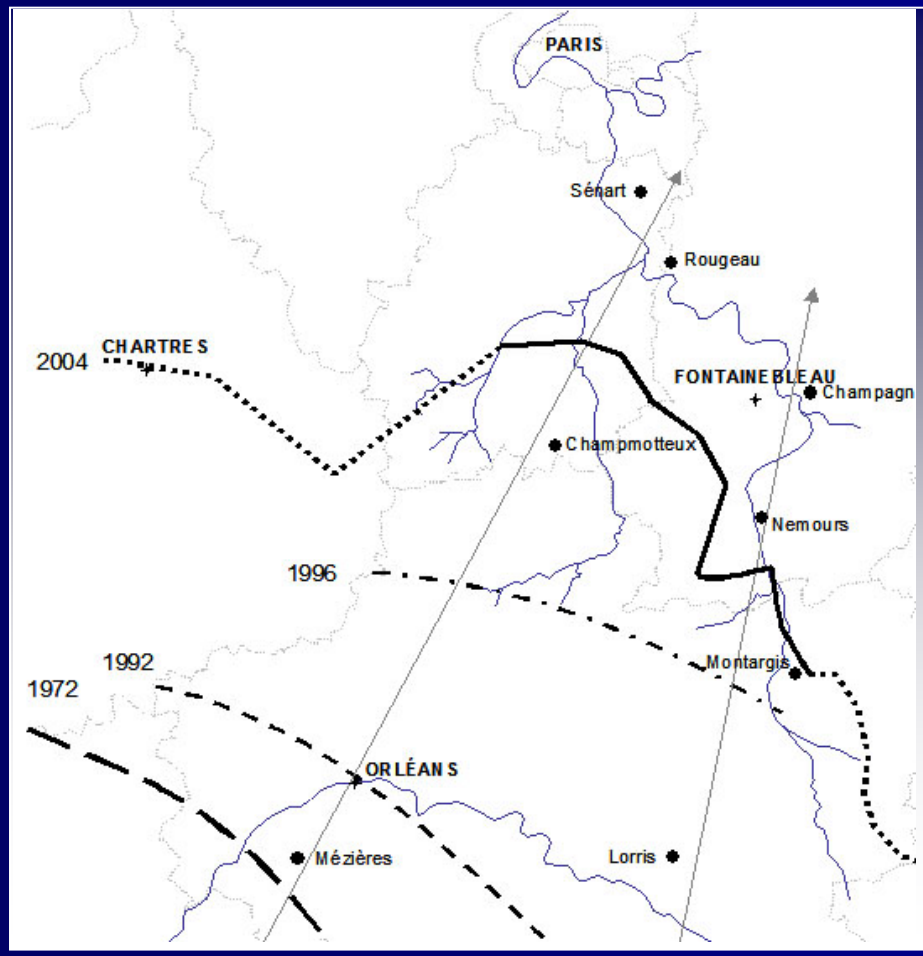


Dates de débourrement, de floraison et de véraison de la vigne à Colmar

Sources : ONERC / INRA Colmar

12 / 09 / 2008

La végétation



Progression de la chenille processionnaire du pin dans le Bassin Parisien

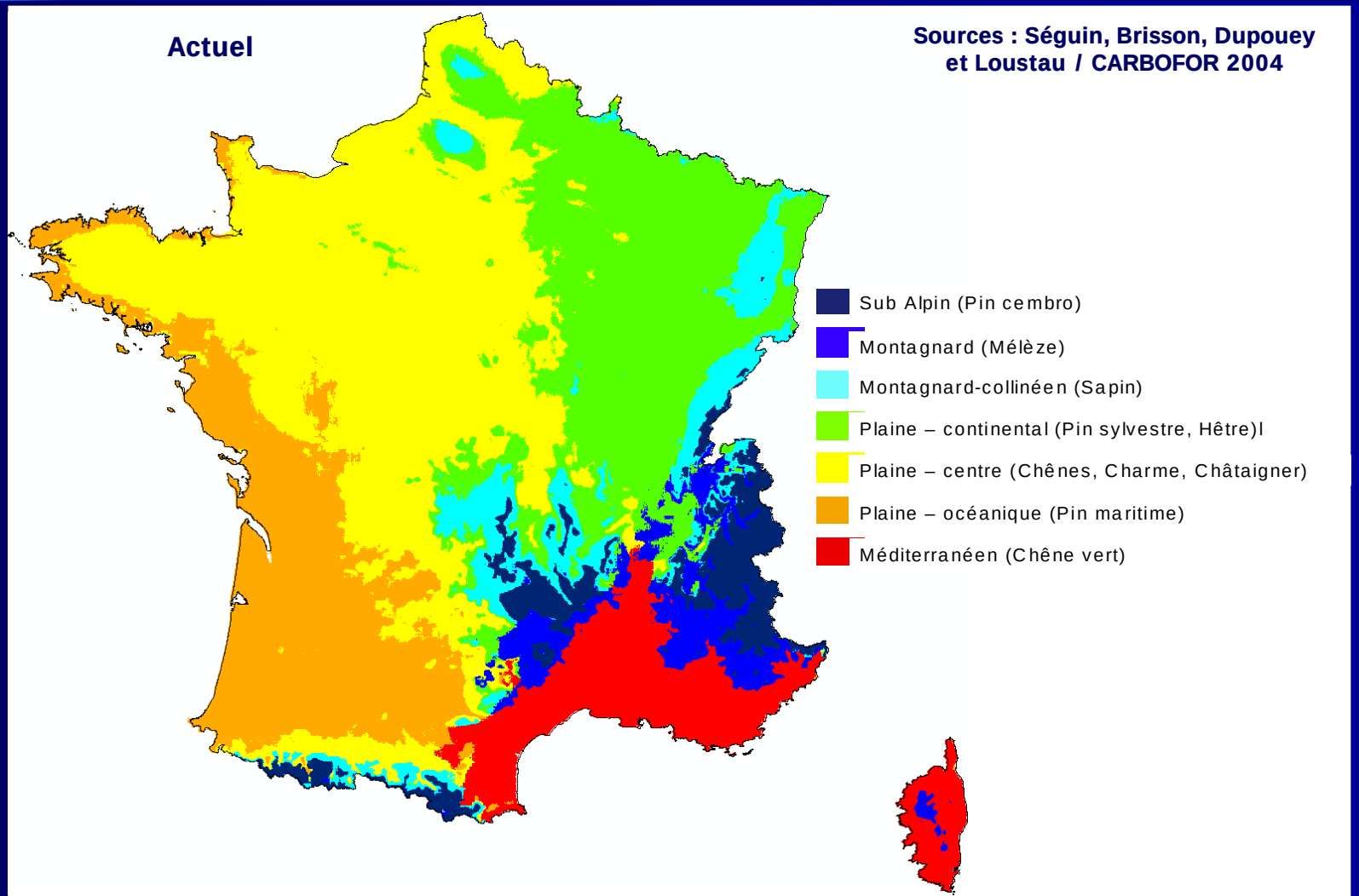
Sources : ONERC / INRA Orléans

La végétation

- Difficulté de réaliser un bilan entre les effets « positifs » et les effets « négatifs »
  - Allongement de la période végétative, meilleur ensoleillement, moins de jours de gel, augmentation de la concentration en CO_2...
  - Diminution de la ressource en eau, sécheresse, expansion des maladies et des parasites...
- Disparition des espèces à faible capacité migratrice
- Plus forte pression des espèces exotiques envahissantes
- Augmentation de la compétition biologique
- Changement dans les aires de répartition

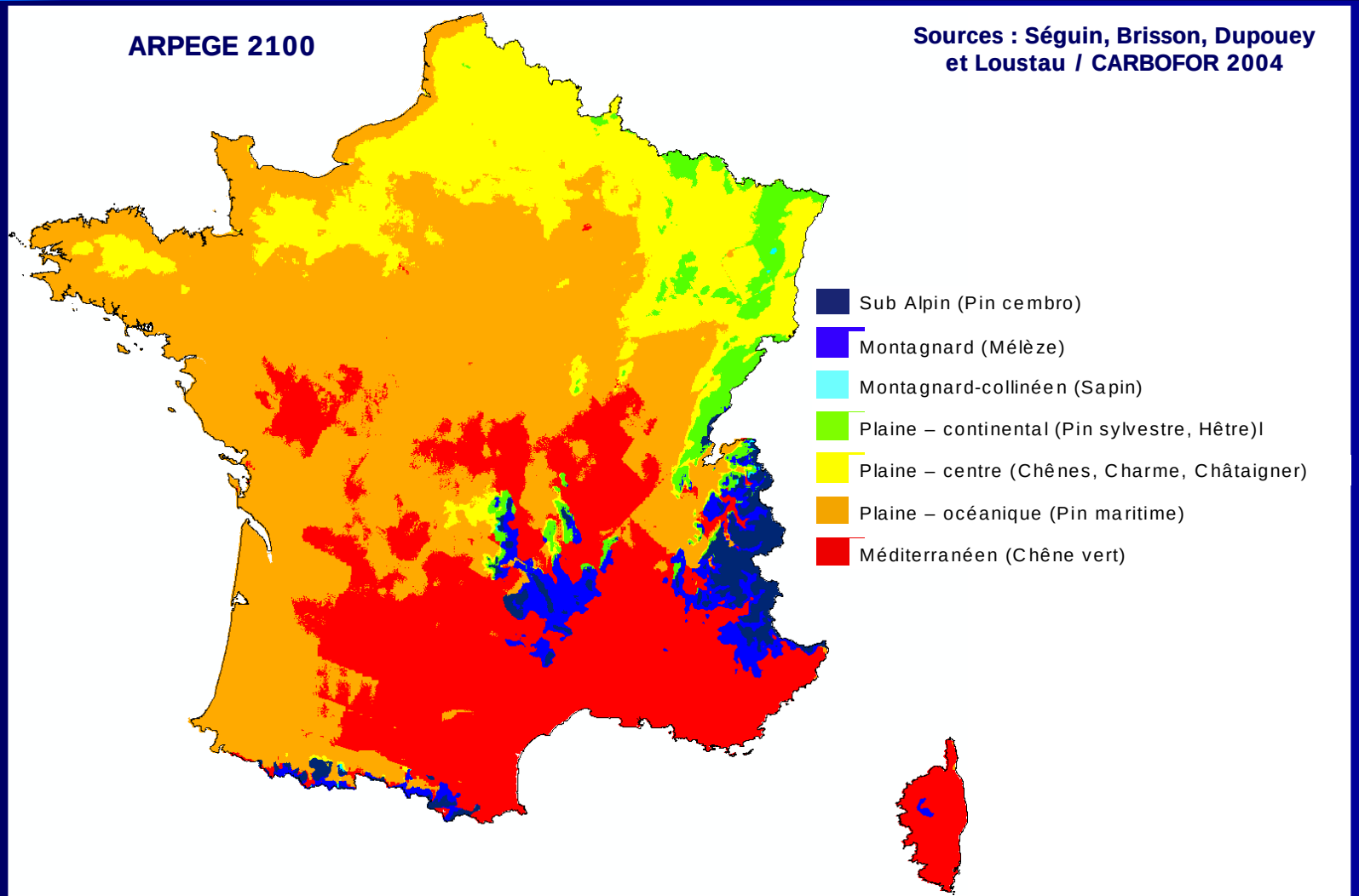
Changement des aires bioclimatiques forestières

12 / 09 / 2008



Changement des aires bioclimatiques forestières

12 / 09 / 2008



Plan

- Les températures
- Les précipitations
- Les glaciers
- La couverture neigeuse
- Le permafrost
- L'hydrologie de montagne
- La végétation et la forêt
- **Les risques naturels**
  - Crues torrentielles
  - Avalanches
  - Mouvements de terrain
  - Risques glaciaires
  - Feux de forêts

Les crues torrentielles

12 / 09 / 2008

12 / 09 / 2008

Les crues torrentielles

- **OBSERVATIONS**
  - L'analyse des impacts du changement climatique sur les crues torrentielles se concentre sur les laves torrentielles
  - Les zones de départ des laves torrentielles ont eu tendance à remonter en altitude au cours des dernières années
- PROJECTIONS

L'évolution des laves torrentielles est liée :

  - Aux futures régimes de précipitation, et plus particulièrement les précipitations intenses
  - A la disponibilité en matériaux, qui peut notamment être accrue à proximité des glaciers et dans les zones de dégradation du permafrost

Les avalanches

12 / 09 / 2008

12 / 09 / 2008

Les avalanches

- OBSERVATIONS
  - Pas d'évolution significative en terme d'intensité et de saisonnalité dans les Alpes françaises
  - Une diminution des distances d'arrêt a été observé dans les Alpes françaises
- PROJECTIONS
  - A l'avenir, on peut s'attendre à une diminution de l'activité avalancheuse aux basses et moyennes altitudes
  - Augmentation possible de la proportion des avalanches de neige humide
  - Des situations d'avalanches généralisées comme celle de l'hiver 1999 restent tout à fait probables

Les mouvements de terrain

12 / 09 / 2008

12 / 09 / 2008

Les mouvements de terrain

- OBSERVATION : Augmentation de la fréquence des chutes de rochers en altitude en 2003 (canicule)

- PROJECTIONS :
  - A haute altitude,l'augmentation des températures de l'air, entraînerait une recrudescence des chutes de rochers
  - A l'inverse, à basse et moyenne altitude, une baisse du nombre de cycles gel/dégel entraînerait une diminution de l'activité des chutes de rochers.
  - Une augmentation des précipitations pourrait induire une augmentation des glissements de terrain (surtout superficiels)

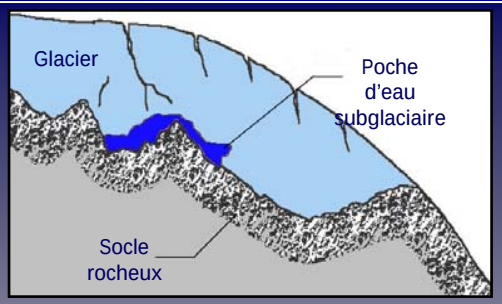
12 / 09 / 2008

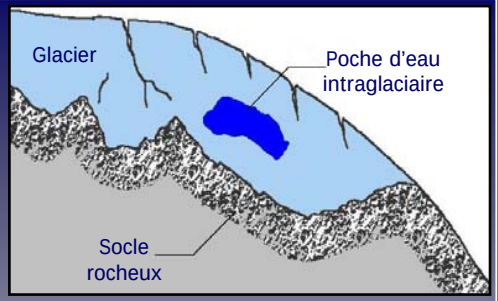
Les risques glaciaires

- Lacs glaciaires, poches d'eau glaciaires et chutes de séracs
- Les mécanismes qui régissent ces phénomènes sont très complexes
- Au regard du faible nombre d'événements et du déficit d'observations, aucune tendance n'est détectée
- Avec le retrait des glaciers, une augmentation de la taille et du nombre de lacs proglaciaires est probable
- L'augmentation des températures de la glace laisse supposer une perte de stabilité des glaciers suspendus

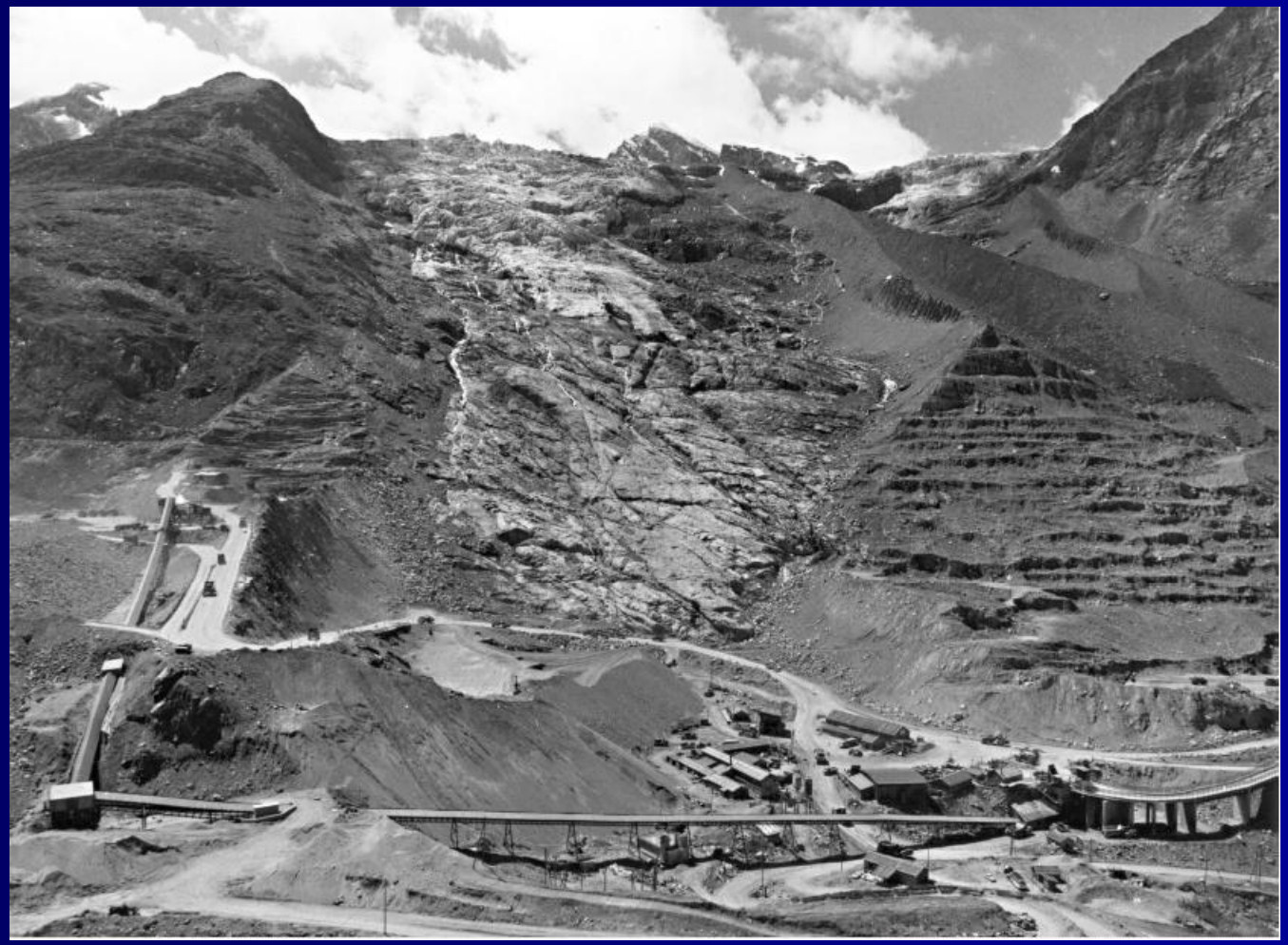
Les risques glaciaires

12 / 09 / 2008





La catastrophe d'Allalin 1965



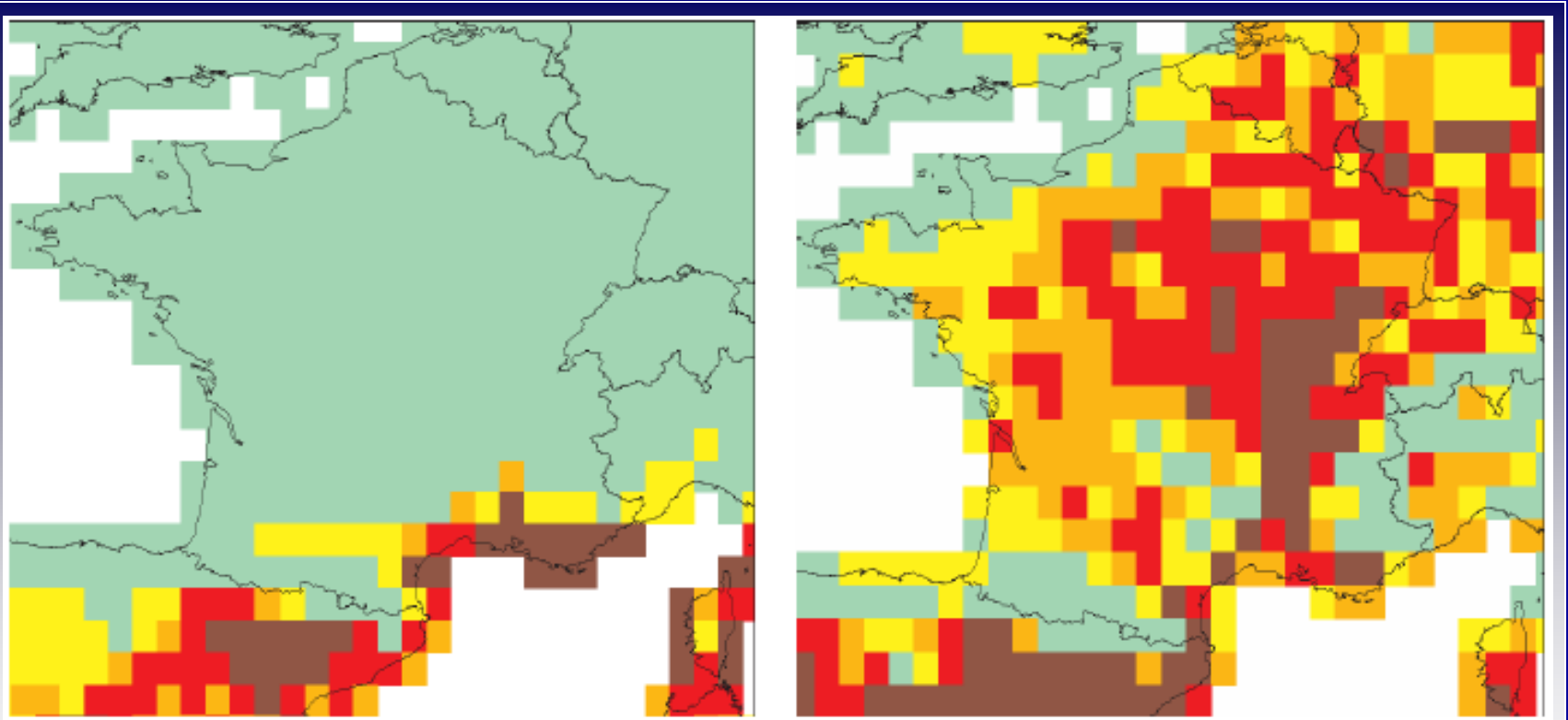
La catastrophe d'Allalin 1965

Les feux de forêts

- Peu de données systématiques à l'exception des 15 départements du Sud de la France (base Prométhée)
- Depuis 2003, mise en place de base de données similaires dans des départements alpins comme l'Isère
- Au cours de la canicule 2003, situation généralisée de feux de forêts
- Avec une recrudescence des sécheresses, une augmentation du risque de feux de forêt est très probable

Les feux de forêts

12 / 09 / 2008



Indices de risques de feux de forêt (13 août 2004 et 2003).
Calcul EC/JRC (Inforest Action).

Risque très bas **Risque bas** **Risque modéré** **Risque fort** **Risque très fort**

12 / 09 / 2008

Les feux de forêts

- 2003 : incendie du Néron à Grenoble

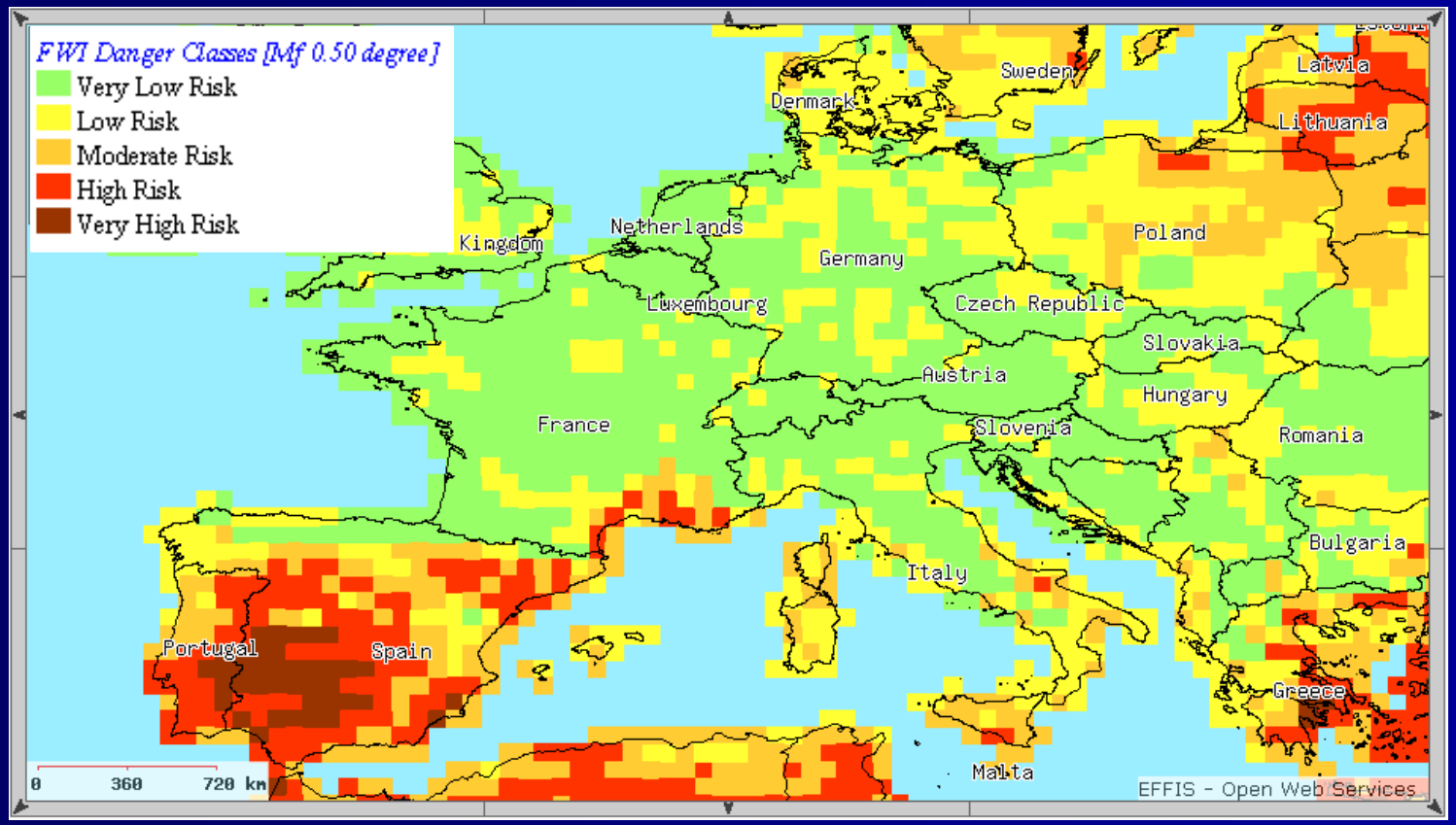
Photo : Alain Herrault

Risque de feu de forêt

12 / 09 / 2008

Canicule de l'été 2003 : risque d'incendie accru

1er au 31 août **2002**



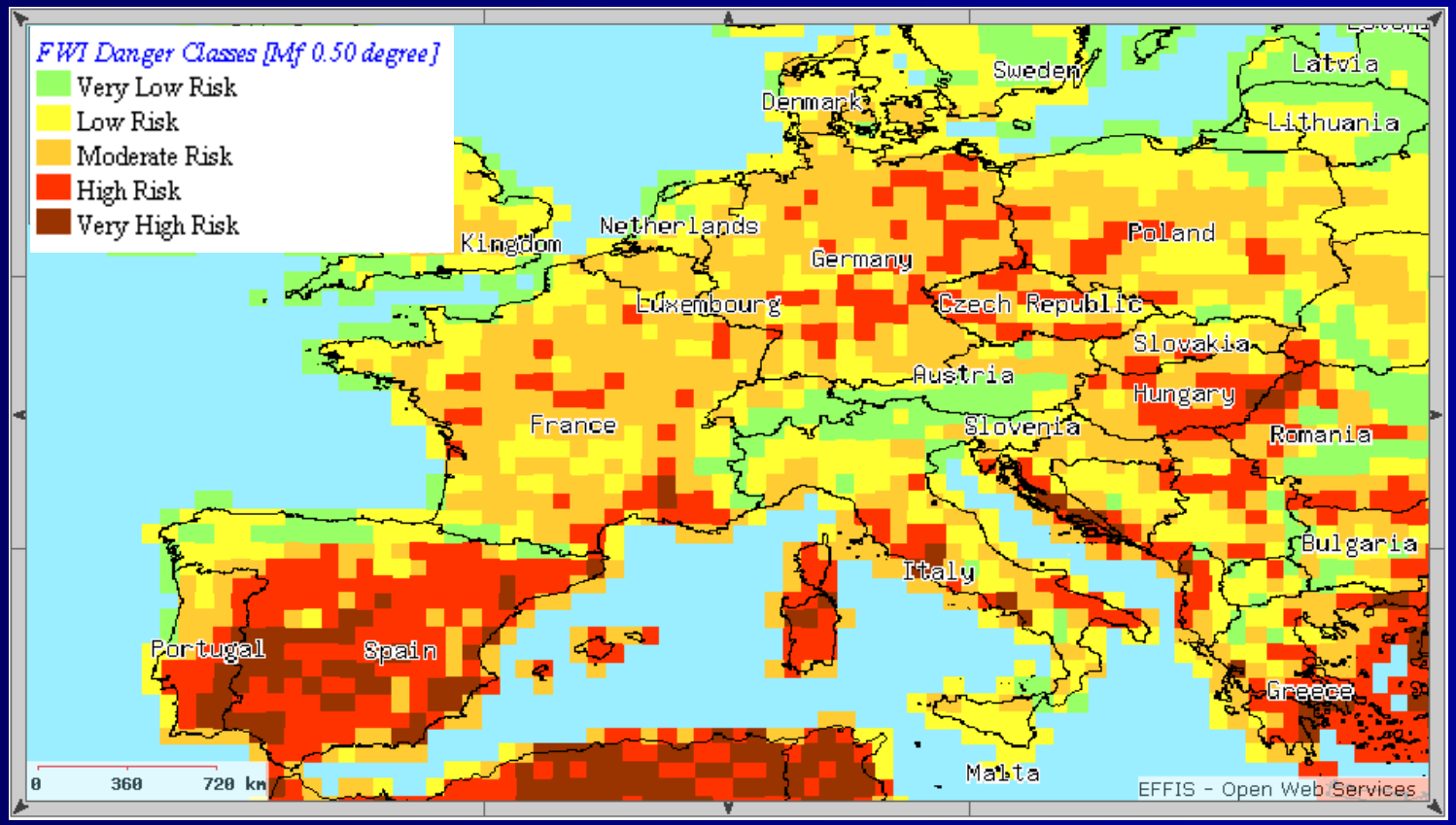
Source : JRC - European Forest Fire Information System - http://effis.jrc.ec.europa.eu/wmi/viewer.html

Risque de feu de forêt

12 / 09 / 2008

Canicule de l'été 2003 : risque d'incendie accru

1er au 31 août **2003**



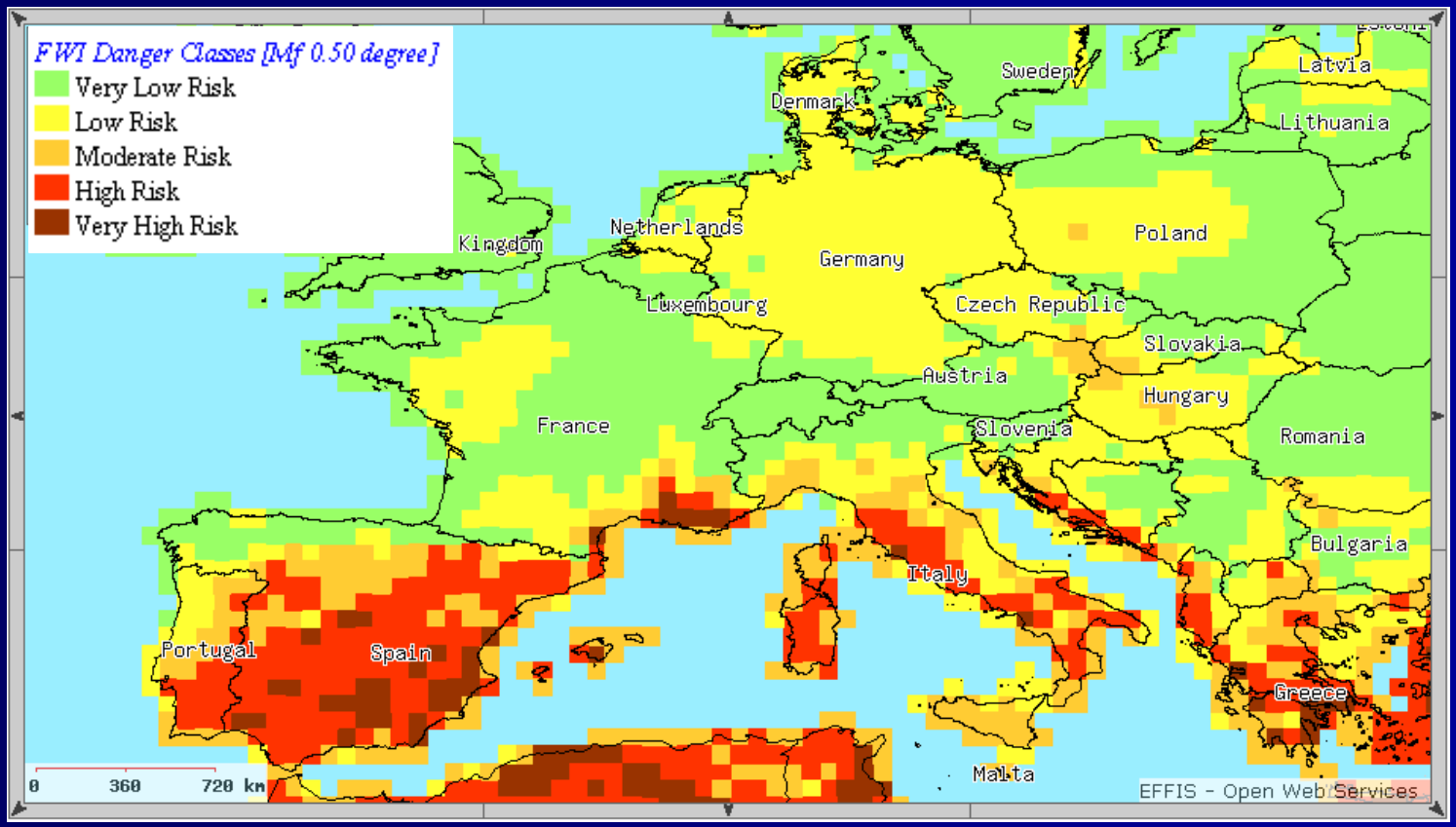
Source : JRC - European Forest Fire Information System - http://effis.jrc.ec.europa.eu/wmi/viewer.html

Risque de feu de forêt

12 / 09 / 2008

Canicule de l'été 2003 : risque d'incendie accru

1er au 31 août **2004**



Source : JRC - European Forest Fire Information System - http://effis.jrc.ec.europa.eu/wmi/viewer.html

Villes des Alpes et risques naturels liés au climat

- Avalanches, crues torrentielles... concernent essentiellement les communes de montagne ou périurbaines

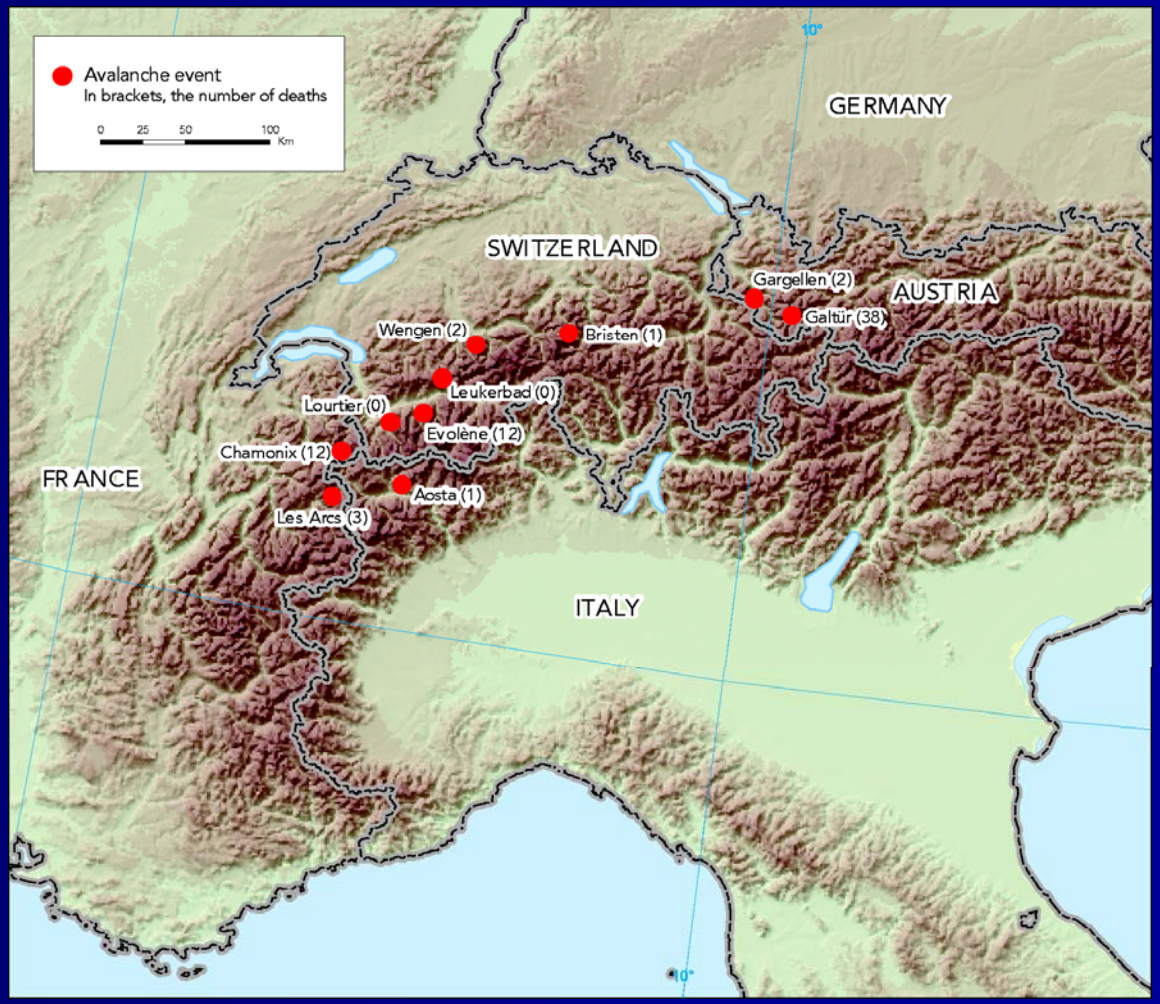
- Grandes agglomérations : inondations
  - Ex : Brig (Valais, sept 1993)
    Grenoble (1859)...

Evénements récents dans l'Arc Alpin

12 / 09 / 2008

Avalanches hiver 1999

59 morts
dans
10 communes



Source : EAA

Evénements récents dans l'Arc Alpin

12 / 09 / 2008

Crues de septembre 1993 en Suisse : la Saltina à Brig

Q ~80 m³/s

Sources : PLANAT et CREALP

Evénements récents dans l'Arc Alpin

12 / 09 / 2008

Crues de septembre 1993 en Suisse : la Saltina à Brig

Q ~80 m³/s

24 septembre 1993

Sources : PLANAT et CREALP

Evénements récents dans l'Arc Alpin

12 / 09 / 2008

Crues de septembre 1993 en Suisse : la Saltina à Brig

Q ~80 m³/s

Sources : PLANAT et CREALP

Evénements récents dans l'Arc Alpin

Crues de septembre 1993 en Suisse : la Saltina à Brig

...reste en Suisse l'événement naturel le plus coûteux survenu dans une ville :

- 2 morts
- Destructions :
  - 250 magasins
  - 50 restaurants
  - 800 voitures
- Coût des dommages > 500 millions de francs suisses

Source : OFEG

Evénements récents dans l'Arc Alpin

12 / 09 / 2008

Crues d'octobre 2000

- En Suisse : « crue du siècle »
- En Italie : Vallée d'Aoste +
  le Po à Trino (Région Piémont)…

Evénements récents dans l'Arc Alpin

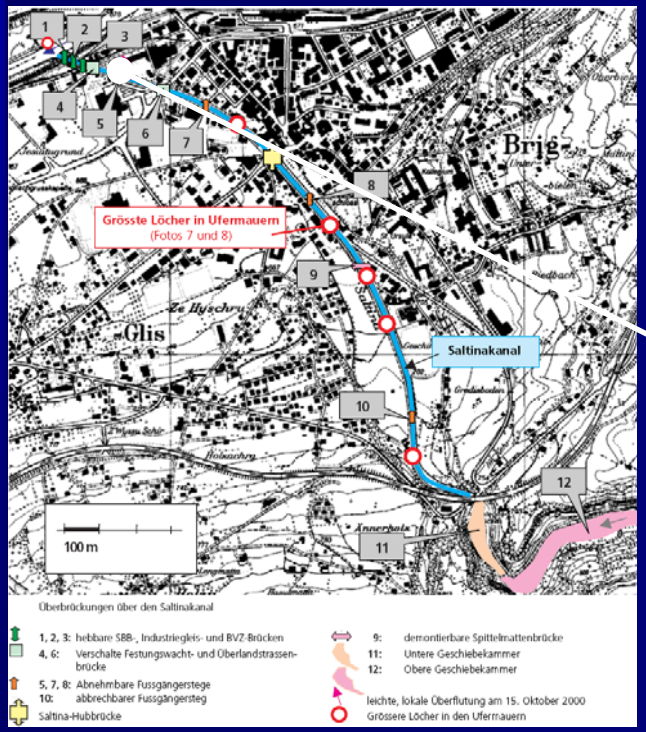
12 / 09 / 2008

Crues d'octobre 2000 en Suisse :

la Saltina à Brig

Q ~125 m³/s

près de 30% de plus de matériaux qu'en 1993



15 octobre 2000 - Source : OFEG

Adaptation :
Modification du pont de la Saltina à Brig

12 / 09 / 2008

- Plus d'obstruction grâce à un pont levant :
- Coût total : 3,42 millions de francs suisse…
- …contre un demi milliard de dégâts en 1993

Pont levant sur la Saltina (2003)

Source : PLANAT

Evénements récents dans l'Arc Alpin

Nouvelle crue de la Saltina à Brig-Glis le 29 mai 2008

Q ~60 m³/s

1993, 2000, 2004, 2008… : les échéances se rapprochent !

Evénements récents dans l'Arc Alpin

Crues d'août 2005 en Suisse, Autriche,France, Italie..

À grande échelle :

- Inondations
- Laves torrentielles
- Glissements de terrain
- Coulées de boue
- Niveaux d'eau records dans cours d'eau et lacs

La plus grave catastrophe jamais enregistrée en Suisse :

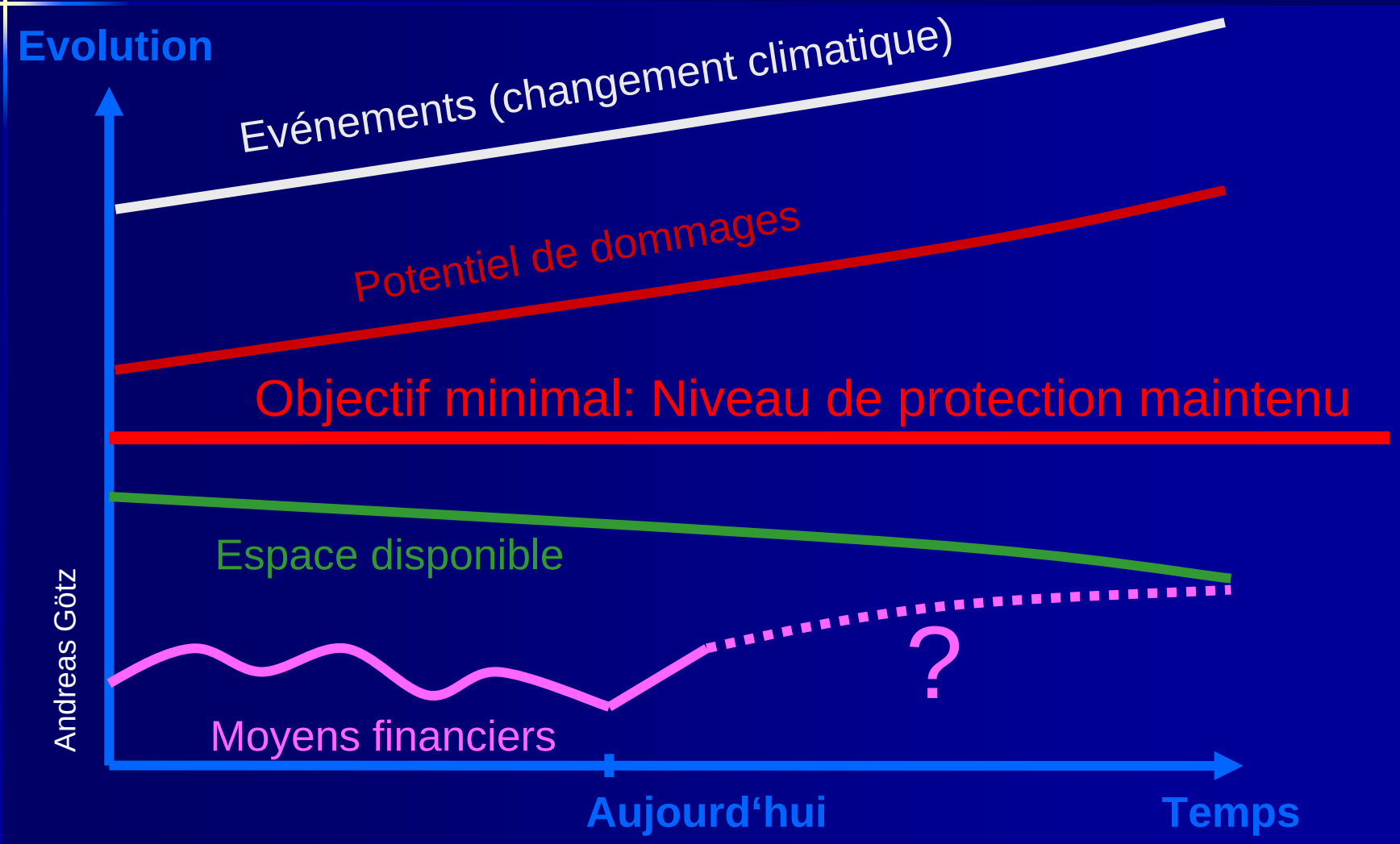
- 900 communes touchées
- 8 morts
- Coût total des dégâts > 2,5 milliards de francs suisses !

Evénements récents dans l'Arc Alpin

Crues d'août 2005

Berne : l'Aar a inondé tout un quartier de la ville, situé à proximité de la rivière ; plusieurs personnes ont dues être secourues par hélicoptère

Gestion des risques naturels : Besoin d‘adaptation



CONCLUSION stratégies d'adaptation

- Atténuation / adaptation

- Les risques naturels :
  - Un des multiples secteurs impactés (santé, tourisme, agriculture, ressource en eau…)
  - Image émergente contrastée : complexité, menace réelle mais localisation et délai d'apparition des impacts dommageables mal connus

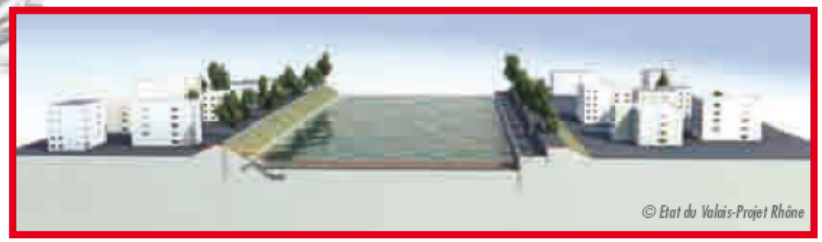
12 / 09 / 2008

CONCLUSION stratégies d'adaptation Risques Naturels / climat

- Observation des changements, poursuite de la modélisation, information
- Mise en réseau des gestionnaires alpins

- ? conséquences règlementaires ?
  - zonage : événement de référence, temps de retour
  - Conception et dimensionnement d'ouvrages
  - Multirisque ?
- Identifier les zones les plus sensibles
  - menaces nouvelles ?
  - ouvrages et outils existants : entretien / ++ ?
  - réduction de la vulnérabilité : planification territoriale...

Suisse :
La 3ème correction du Rhône



www.vs.ch/rhone.vs

Cf. Rapport de synthèse (p. 49)

Suisse :
La 3ème correction du Rhône

- **Changement climatique et incertitudes contribuent à** relativiser la signification des «temps de retour»

- Les nouveaux principes de la protection contre les crues n'en prennent que davantage d'importance :
  - les **estimations de débits** doivent être **prudentes**
  - les **aménagements** doivent être **robustes et adaptables**
  - des **corridors d'évacuation** des crues supérieures aux crues de dimensionnement doivent toujours être prévus, même en cas de dimensionnement à la crue extrême

Suisse :
La 3ème correction du Rhône

- **Objectif de la 3ème correction :** réaménagement du fleuve pour lui permettre d'assurer de manière durable ses fonctions
  - sécurité (capacité x1.5, par exemple +400 m3/s dans la région de Martigny)
  - environnement (fonctions écologiques)
  - aspects socio-économiques

- **Territoire :**
  - 160 kilomètres de cours d'eau
  - 2 cantons impliqués (Vaud et Valais)
  - 72 communes concernées

Liens et mails

www.climchalp.org

www.rhonealpes.fr

www.onerc.gouv.fr

www.risknat.org

jean-marc.vengeon@ujf-grenoble.fr

Merci de votre attention…