Bruno Arfib
Université Aix-Marseille
arfib@cerege.fr

Master GERINAT
(Gestion des Risques Naturels et Technologiques)

Les RISQUES NATURELS

Le RISQUE AVALANCHE (neige et avalanches)

Avalanche naturelle de poudreuse atteignant le camp de base à 5000 mètres sur le versant nord du K2 (8611 mètres, au Pakistan). Crédit photo: BEGHIN P.-Cemagref

- La neige
- Les avalanches
- Le risque avalanche
- Les Plans de Prévention des Risques Avalanches

1- Historique de la nivologie

Neige et avalanche = un problème ancestral

Des informations par :

- les conquérants
- les cahiers de raison
- la toponymie
- les Eaux et Forêt (John Coaz, Pierre Mougin)
- 1936-42 : Davos, naissance de l'Institut Fédéral d'Etude de la neige et des Avalanches (aujourd'hui acronyme SLF)

En France, catastrophe de Val d'Isère – 39 morts par avalanche dans le bâtiment de l'UCPA le 10 février 1970

1- Historique de la nivologie

En France

Création de l'ANENA : Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches

CEN : Cellule d'Etude de la Neige (Météo France)

CEMAGREF division Nivologie : Centre d'Etude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts)
Devient l'IRSTEA en novembre 2011 Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
Devient l'INRAE au 01/01/2020 (fusion de l'INRA et de l'IRSTEA) : Institut national de recherche en agriculture, alimentation et environnement

RTM : Restauration des Terrains de Montagne

Dernièrement, catastrophe de Montroc à Chamonix, le 9 février 1999, 12 morts, 19 chalets détruit sur une commune dotée d'un PPR…

2- La formation de la neige

2.1. Comment se fait une chute de neige

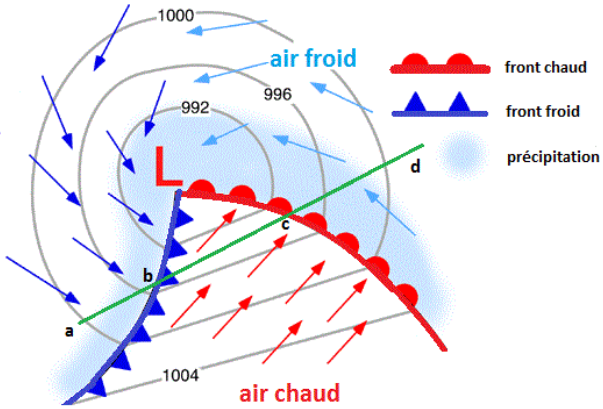
Élément constitutif : vapeur d'eau

Passage sous forme liquide puis solide par refroidissement du fait de l'ascendance de la masse d'air

- ascendance orographique
- ascendance frontale

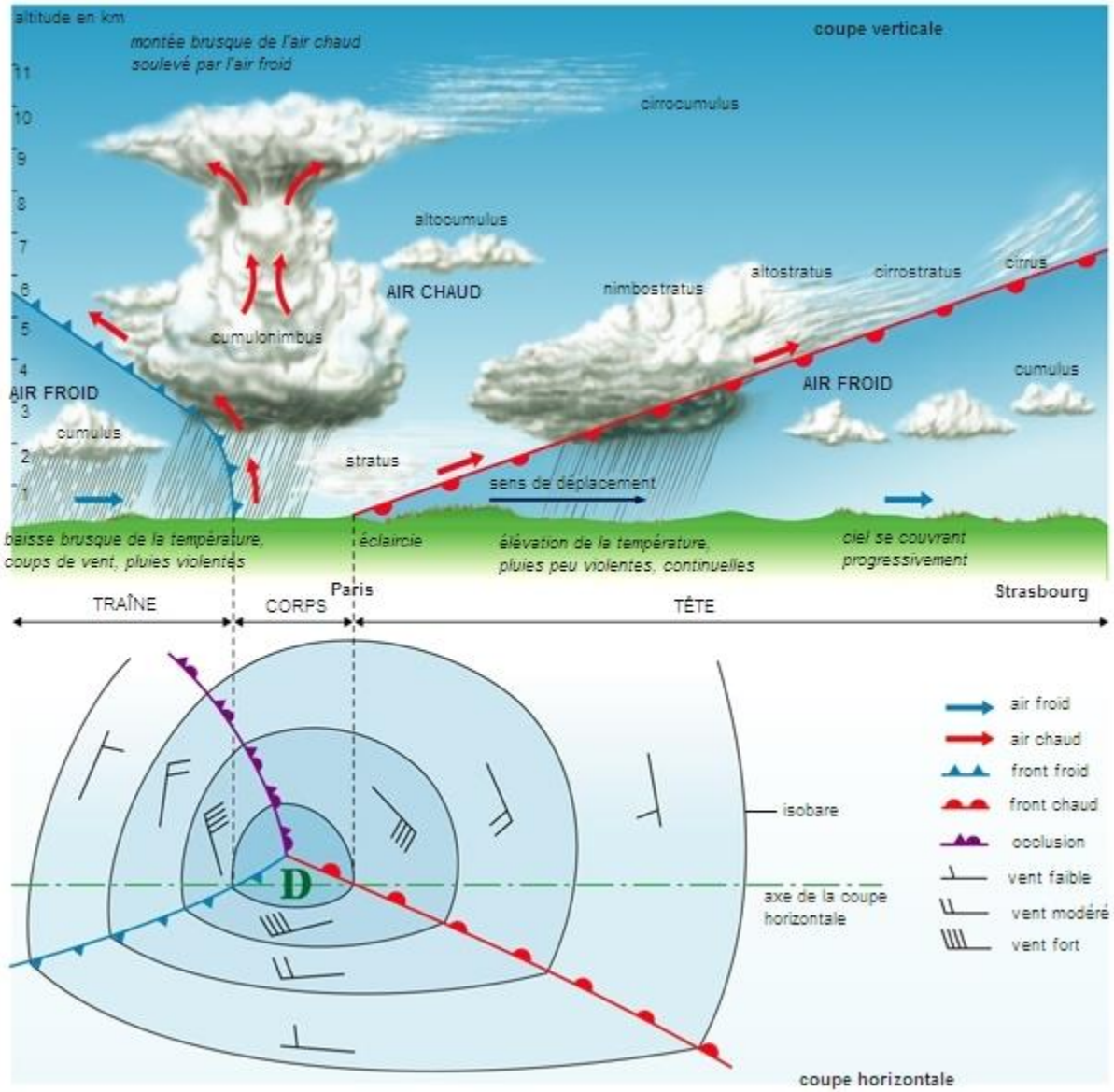
À 20°C, 1 m^3 d'air : jq'à 17,15 g de vapeur d'eau en suspension
À 0°C, 1m3 d'air : jq'à 4,85 g

Nécessité de noyaux de condensation et de congélation : particules microscopiques solides



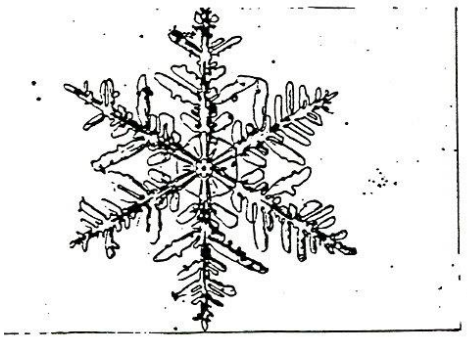
https://www.meteo.be/meteo/view/fr/91313-Dico+Meteo.html?view=152678

https://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Syst%C3%A8me_nuageux/1306232

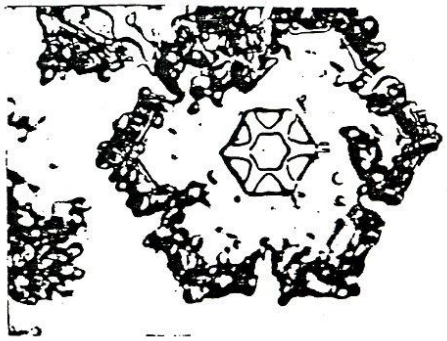


CODE	SYMBOLES GRAPHIQUES	FORMES TYPIQUES	DESIGNATION
1			Plaquettes
2			Etoiles
3			Colonnes
4			Aiguilles
5			Dendrites spatiales
6			"Boutons de manchette"
7			Particules irrégulières
8			Neige roulée
9			Granules de glace
0			Grêle

Fig. 2 – Précipitations solides – Classification Organisation Mondiale de la Météorologie (O.M.M.)



1 – Etoile.



2 – Plaquette .

2- La formation de la neige

2.2. **Influence de la température ambiante au voisinage du sol sur la chute de neige**

2.3. **Notion d'intensité de chute de neige**

2.4. **Hauteur de neige cumulée**

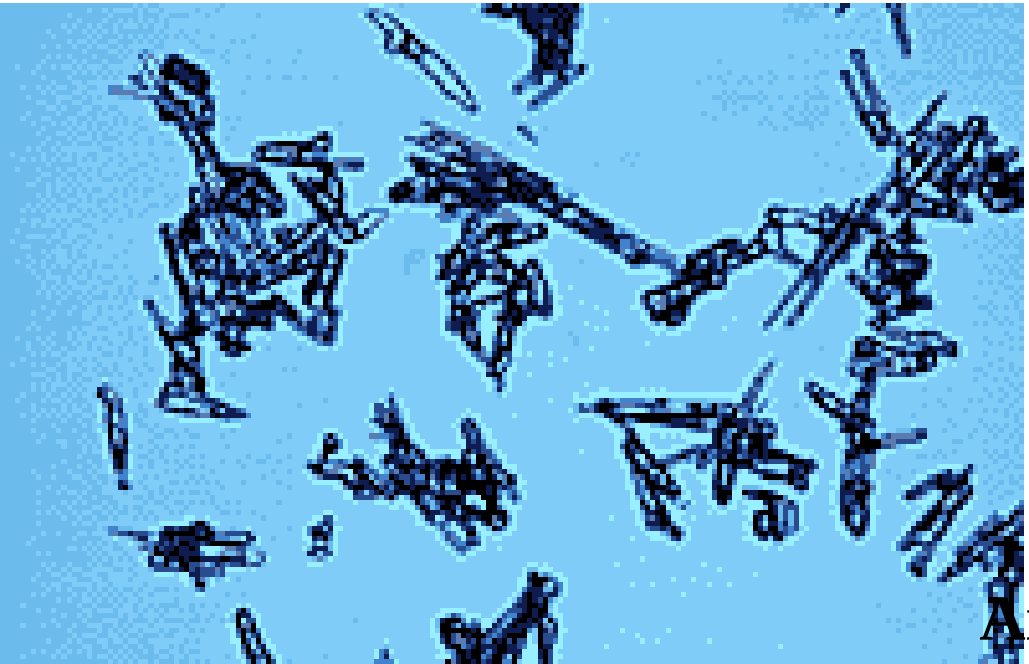
2.5. **Types de temps à neige**

3- Les différents types de cristaux et grains de neige

3.1. Les cristaux de neige fraîche

Plaquette

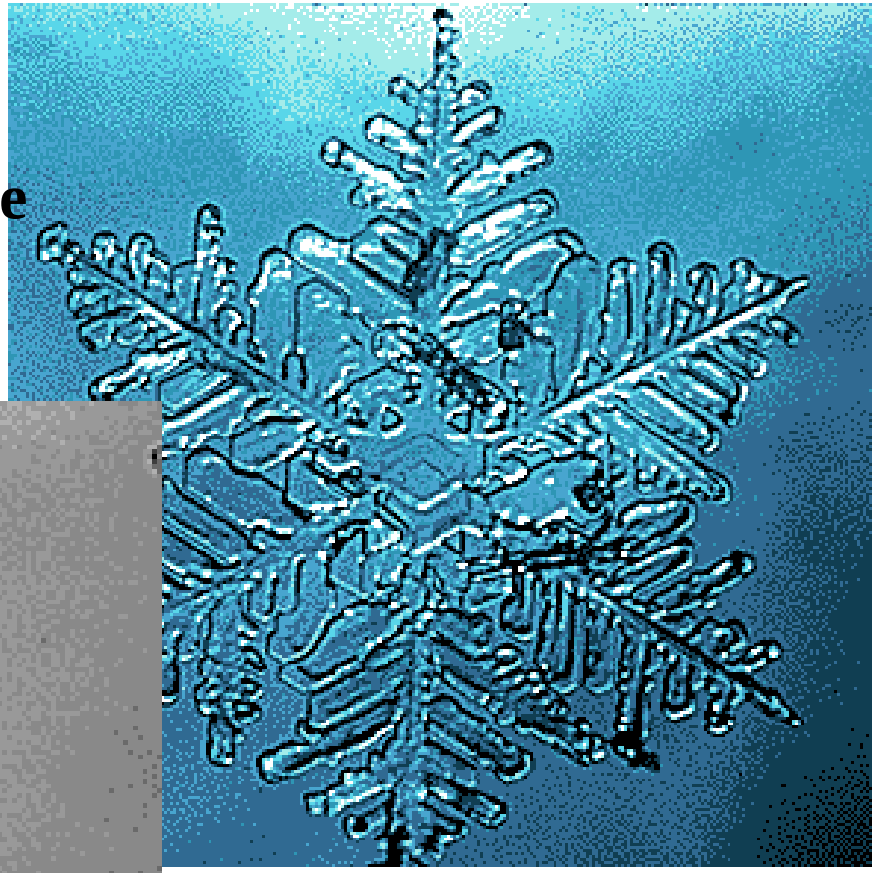
Etoile

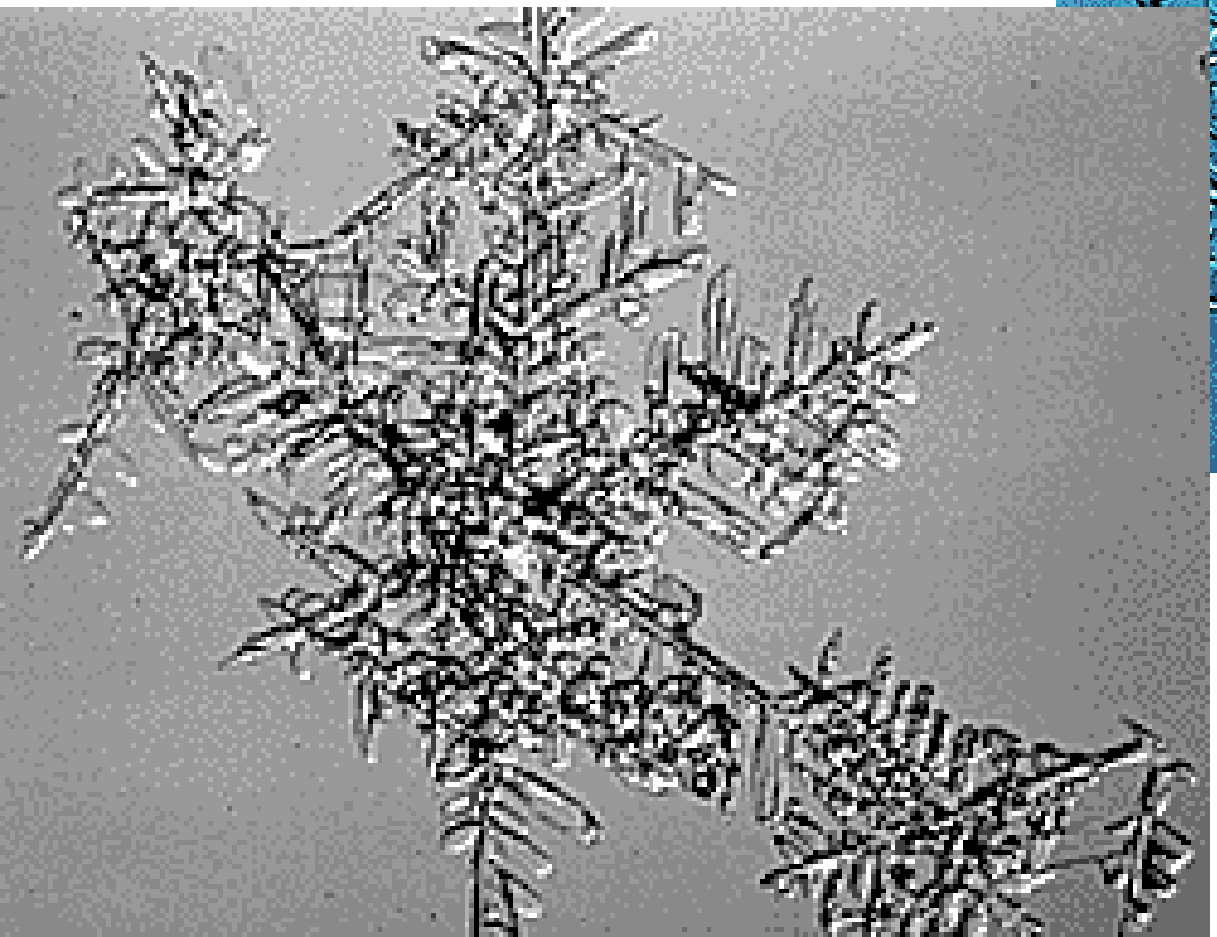


Aiguilles ou colonnes

3.1. **Les cristaux de neige fraîche**

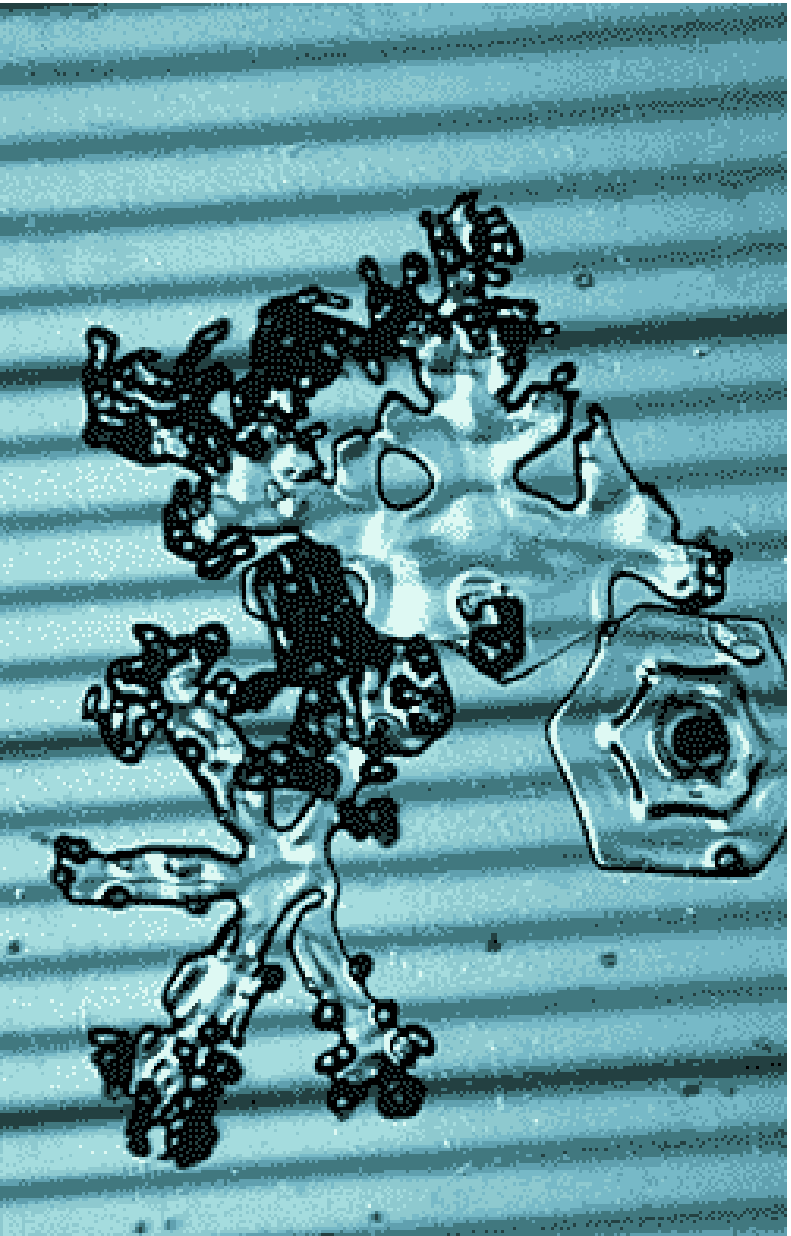
Etoile

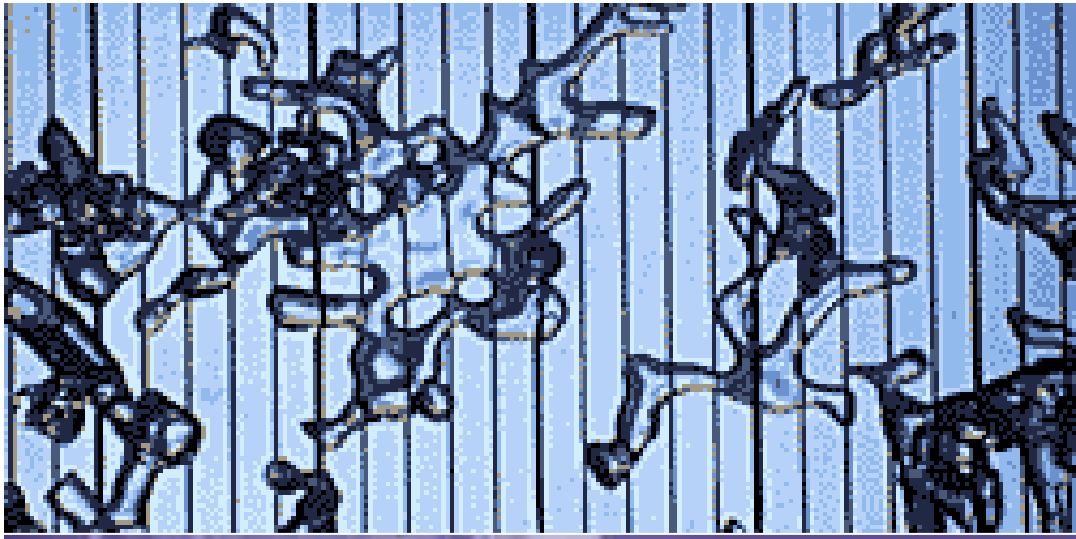




Cohésion de feutrage

3.2. **Les particules reconnaissables**



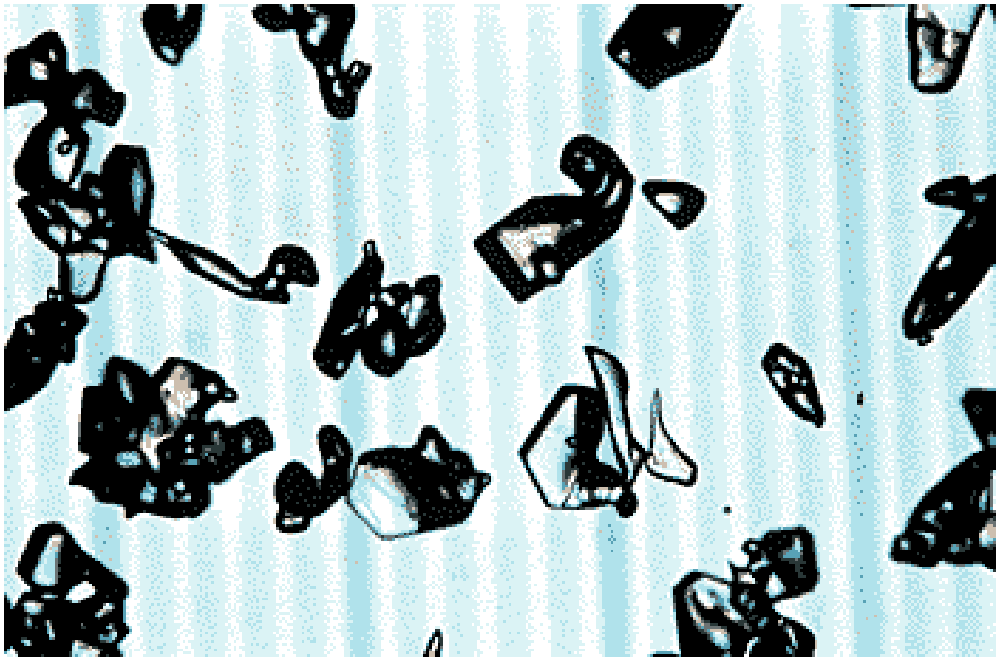


Particules reconnaissables plus arrondies et déjà soudées entre elles

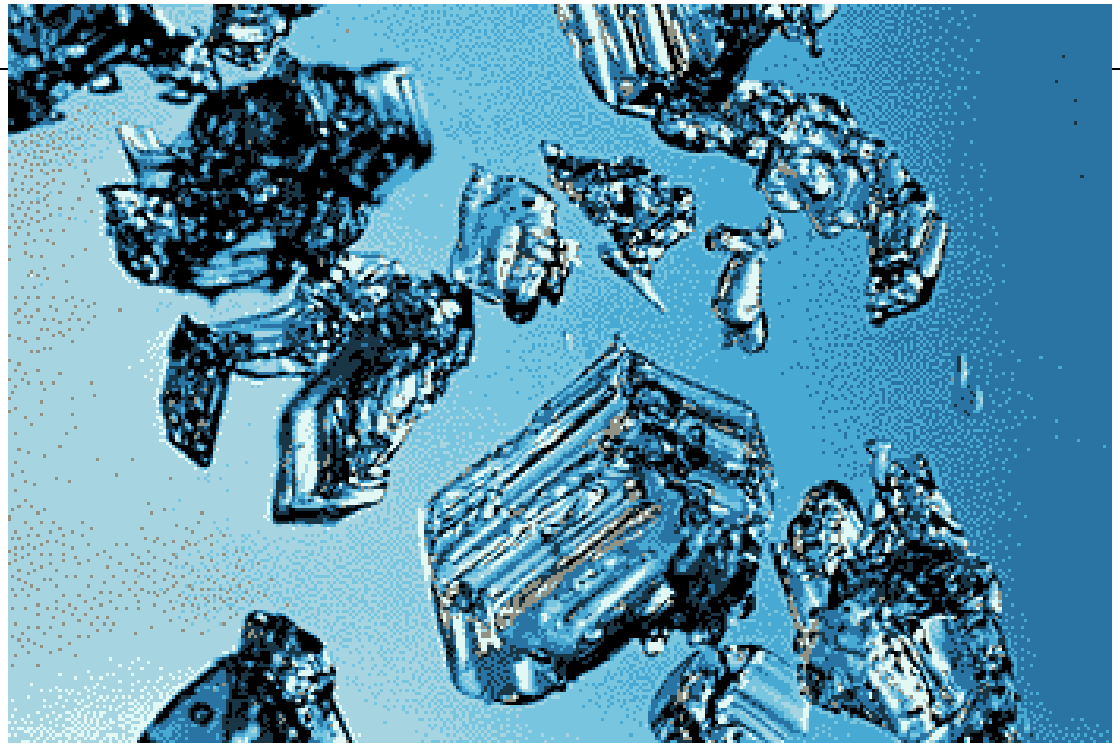
Cohésion de frittage

3.3. Les grains fins

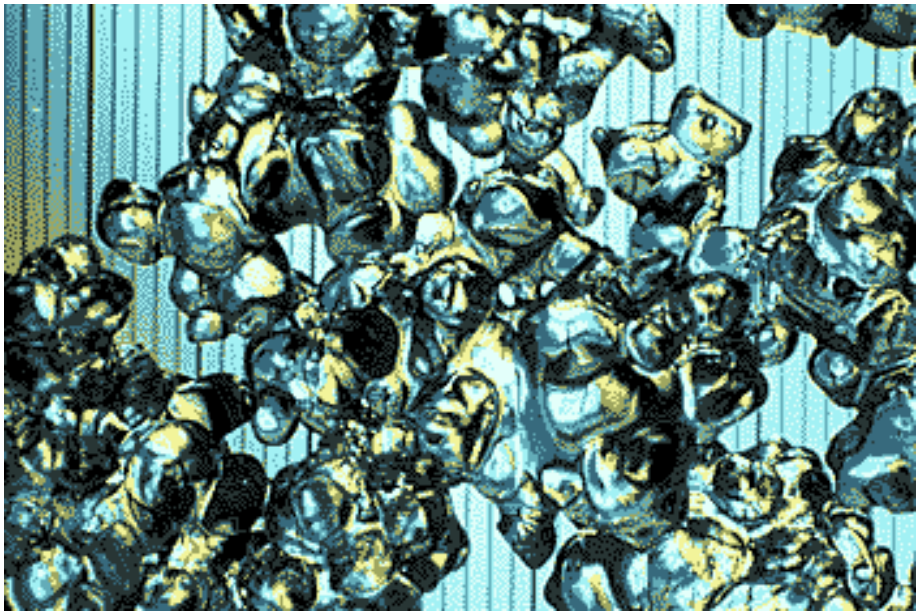
3.4 Les grains à face plane



3.5. Les gobelets



3.6. Les grains ronds

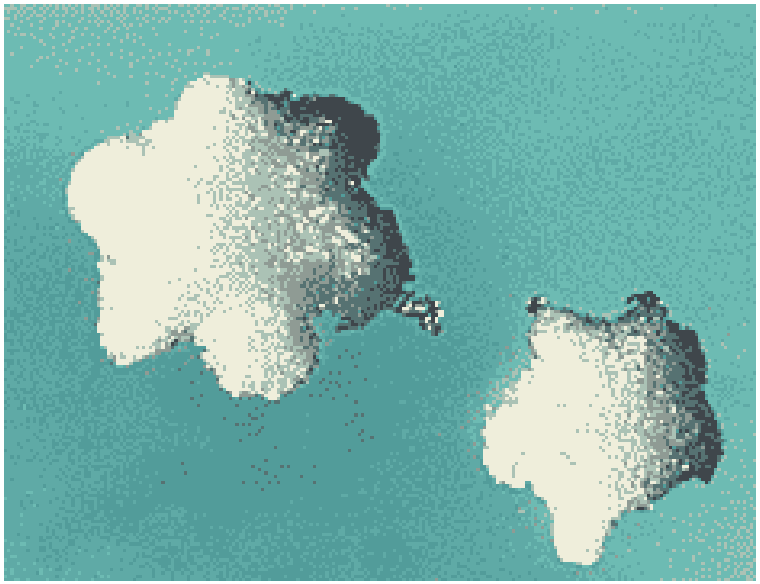


3.7. Les autres précipitations solides

Givre de surface

Givre opaque

Le grésil = neige roulée



4- Métamorphoses de la neige

Manteau neigeux = matériau hétérogène = somme des différentes strates accumulées lors des chutes de neige successives

Strates aux caractéristiques physiques et mécaniques différentes
Caractéristiques dépendent principalement des types de cristaux qui la compose

Transformations (métamorphoses) des cristaux initiaux sous l'influence d'effets thermodynamiques (température) et mécaniques (poids des couches supérieures, vent)

4- Métamorphoses de la neige

Neige = mélange d'air et de glace = matériau poreux de température inférieure ou égale à 0°C

• Neige sèche : mélange d'air et de glace uniquement, température négative. Métamorphoses par la phase vapeur

• Neige humide : mélange d'air avec vapeur d'eau, de glace et d'eau liquide. Trois phases de l'eau en équilibre thermodynamique ➔ température = 0°C. Métamorphoses par la phase liquide

➔ Métamorphoses de neige sèche, Métamorphoses de neige humide
➔ Evolution des nomenclatures des métamorphoses

• cas particulier de la métamorphose destructive

4- Métamorphoses de la neige

4.1. La neige sèche

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

➔ Phénomènes thermodynamiques où n'interviennent que deux phases de l'eau : solide et gazeuse

• L'effet de rayon de courbure

L'air ne peut contenir qu'une quantité limitée de vapeur d'eau (pression -ou tension maximale- de vapeur saturante), dépendant de la température et de la forme de la surface de glace à proximité

Rayon de courbure (RC) = forme de la surface

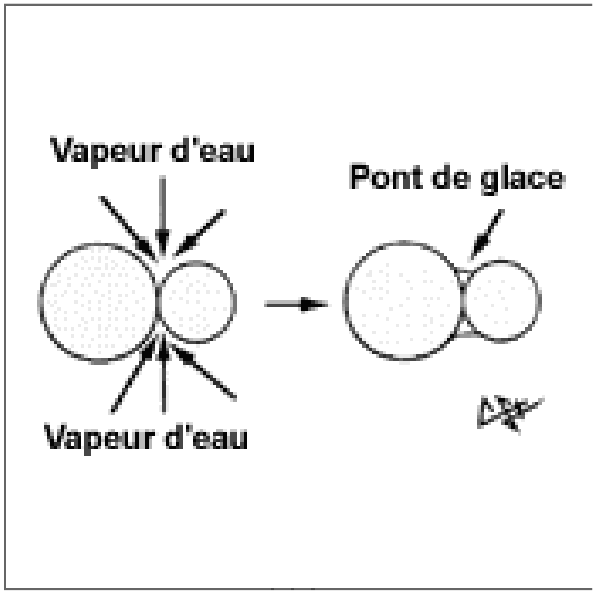
- Convexe (pointes, bosses) : faible RC
- Forme plane : RC infini
- Concave (creux) : RC négatif, valeur absolue d'autant plus petite que le creux est prononcé

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

A une température donnée

- Tension maximale de vapeur saturante plus élevée au voisinage des convexités qu'au voisinage des concavités
- Déséquilibre. Flux de vapeur des zones convexes vers les zones concaves (transfert de masse).
- Zones proches des convexités : sous-saturation ➔ sublimation d'une partie de la forme convexe
- Zones proches des concavités : sur-saturation ➔ condensation solide dans le creux.

Diffusion de vapeur des zones convexes vers concaves entretient le phénomène ➔ adoucissement des contours, disparition des plus petits grains, arrondissement des cristaux



Conséquence de l’effet de rayon de courbure : la cohésion de frittage

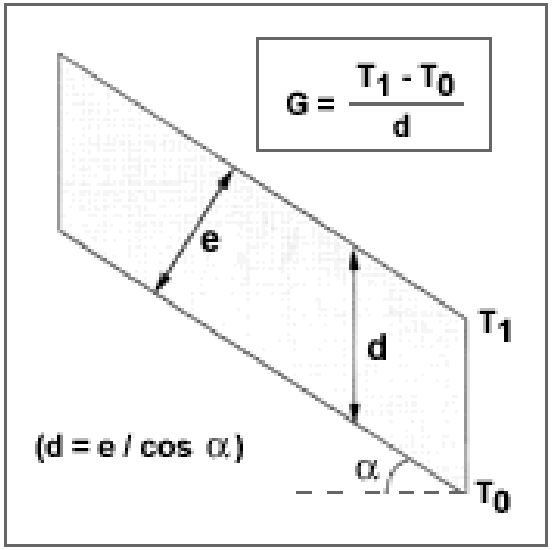
La vapeur d'eau a donc naturellement tendance à se condenser autour du point de contact, créant ainsi un pont de glace entre les deux grains. Il y a cohésion de frittage entre les deux grains.

La rapidité de formation et l'importance des ponts de glace sont d'autant plus grandes que les grains de neige sont petits.

Les neiges sèches constituées de petits grains (< 0,3/0,4 mm) auront donc une bonne cohésion de frittage, tandis que celles constituées de grains plus gros auront une faible cohésion de frittage

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

• Le gradient vertical de température



Gradient vertical de température d'une couche de neige = répartition verticale de la température dans cette couche

base du manteau neigeux = température proche de 0°C
en surface, lorsque la neige est sèche, température atteignant -20 à -30°C.

gradient vertical de température = rapport entre la différence de température entre deux niveaux et la distance verticale qui sépare ces deux niveaux

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

Gradient lié à la qualité d'isolant de la neige
= fonction de la quantité d'air qu'elle contient
=fonction de sa masse volumique.

- Forts gradients dans les couches de surface, généralement constituées de neiges récentes et peu épaisses,
- Plus faibles gradients en profondeur, les neiges étant plus denses
- Lorsqu'une couche de neige est humide, la présence d'eau liquide implique une température uniforme de 0°C, et par conséquent un gradient nul

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

Dans une couche de neige sèche soumise à un gradient vertical non négligeable :

- chaque grain de neige est plus chaud que celui qui est au-dessus de lui.

- A son voisinage immédiat, l'air qui est à la même température, peut contenir plus de vapeur d'eau que celui du grain supérieur.

-Transfert de vapeur du grain le plus chaud vers le grain le plus froid.

- Sublimation du grain le plus chaud

-Condensation solide du grain au dessus plus froid

- Caractérisé par l'apparition d'angulosités (cristallisation dans le système hexagonal). On dit aussi que ce dernier subit un givrage .

4.1.1. Les agents des métamorphoses de la neige sèche

- La température

Dans le cas de la neige sèche, la température a un rôle important sur les métamorphoses car elle les freine ou les accélère. La quantité maximale de vapeur d'eau qu'il peut y avoir au voisinage d'un grain de neige est fortement liée à la température de l'air environnant.

- Effet du rayon de courbure

- Effet du gradient de température

C'est la valeur du gradient de température qui va réguler le type de transformation

4.1.2. **La métamorphose de faible gradient (G < 5°C/m)**

L'effet de rayon de courbure l'emporte sur l'effet de gradient ➔ arrondissement des grains

Neige fraîche ➔ particules reconnaissables ➔ grains aux formes arrondies nommés grains fins (diamètres de 0,1 à 0,4 mm).

La rapidité des transformations dépend de la température de la neige.

Neige fraîche ➔ particules reconnaissables : rapide (quelques jours) ➔ grains fins (plus long)

Exemple, gradient de 3°C/m et température moyenne de la couche de neige de - 3,5°C : une dizaine de jours particules reconnaissables/grains fins.

4.1.2. **La métamorphose de faible gradient (G < 5°C/m)**

Cette métamorphose =

Disparition des formes dendritiques ➔ rapprochement des grains ➔ augmentation du nombre des points de contact autour desquels le frittage se produit

Tassement général de la couche de neige, augmentation de la masse volumique (qui atteint alors 200 à 300 kg/m3)

Passage de la cohésion de feutrage (imbrication des dendrites) à la cohésion de frittage.

Au début de la perte de cohésion de feutrage : instabilités sur les pentes les plus raides, ensuite la prise de cohésion de frittage confère à la strate une meilleure stabilité.

Cette cohésion de frittage est d'autant meilleure que les grains sont petits puisque les points de contact sont nombreux. Seul problème, ce type de neige manque de plasticité et supporte mal les contraintes.

4.1. **3. La métamorphose de moyen gradient (**5°C/m < G < 20°C/m)

L'effet de gradient l'emporte sur l'effet de rayon de courbure

La cristallisation de la vapeur d'eau aux points froids, caractérisée par l'apparition d'angulosités, est plus rapide que la sublimation liée à l'effet de rayon de courbure.

Au début de la métamorphose : effet de courbure provoque la sublimation des petits grains et des branches les plus fines.

Résultat global = apparition d'un grain anguleux comportant des facettes faisant des angles à 120° (cristallisation dans le système hexagonal = grain à faces planes

4.1. **3. La métamorphose de moyen gradient (**5°C/m < G < 20°C/m)

➔ affecte la neige fraîche et les particules reconnaissables (avec tassement important de la couche de neige lié à la disparition rapide des structures dendritiques) et les grains fins.

Exemple : gradient 15°C/m : environ 10 jours pour qu'une neige fraîche se transforme en un mélange de particules reconnaissables et de grains à faces planes

grains à faces planes :
- masses volumiques de l'ordre de 250 à 350 kg/m3.
- tailles de 0,4 à 0,6 mm de diamètre (plus élevées que grains fins)

4.1. **3. La métamorphose de moyen gradient (**5°C/m < G < 20°C/m)

grains à faces planes :
- masses volumiques de l'ordre de 250 à 350 kg/m3.
- tailles de 0,4 à 0,6 mm de diamètre (plus élevées que grains fins)

➔ diminution du nombre de points de contact, ➔ diminution de la cohésion de frittage : perte de cohésion de la strate de neige (= couche fragile), source d'instabilité lorsqu'elle est recouverte par d'autres chutes de neige.

Ce n'est pas irréversible : si couche de grains à faces planes soumise à un faible gradient➔ retour vers des formes arrondies par l'effet de rayon de courbure, et cohésion de frittage

4.1. **4. La métamorphose de fort gradient (G > 20°C/m)**

Fort gradient de température ➔ flux de vapeur intenses

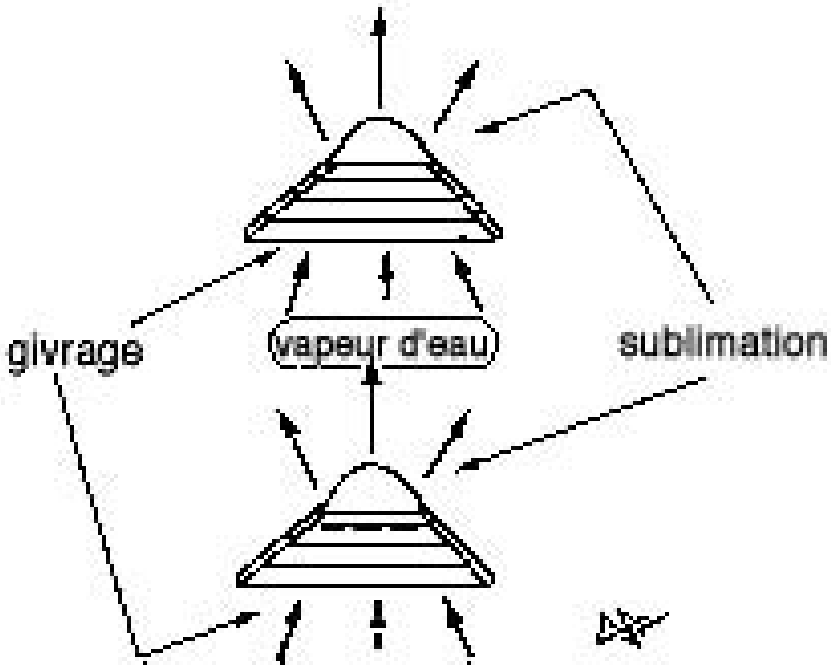
1- apparition rapide de grains à faces planes accompagnée d'un tassement notable pour ce qui concerne la neige récente

2- Peu à peu, chaque grain voit sa base croître par condensation de la vapeur d'eau provenant du grain inférieur.

Condensation sous la forme de marches de glace. Sublimation de la partie supérieure donnant un aspect plus arrondi et plus lisse.

➔ grain = forme pyramidale striée très caractéristique : gobelet.

Dimensions importantes : 0,6 à 2 mm, jusqu'à 4 mm et plus



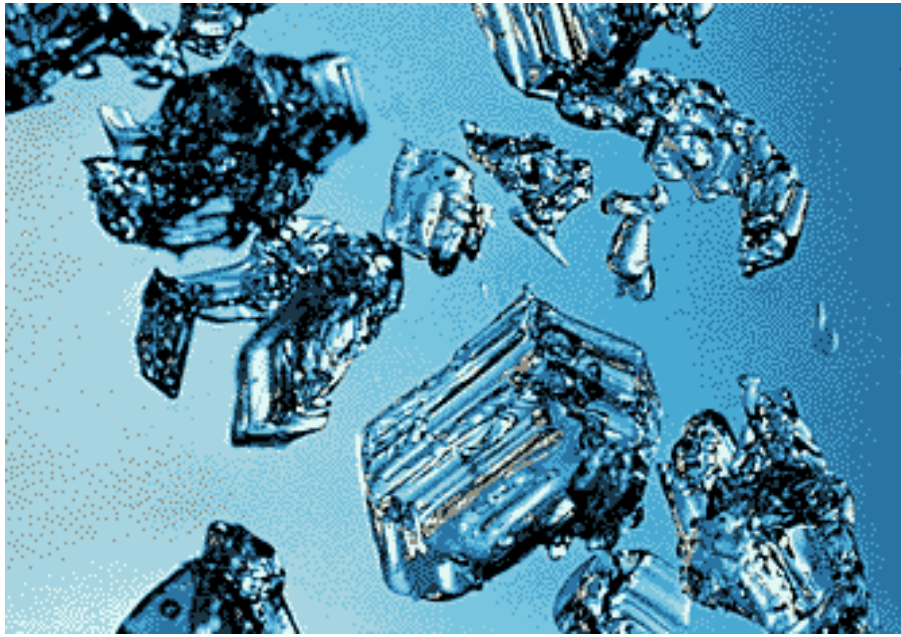
4.1. **4. La métamorphose de fort gradient (G > 20°C/m)**

Grains de grande dimension ➔ très faible cohésion de frittage

Comportement caractéristique de la strate de gobelets : comme du gros sel, coule dans la main quand on essaye de la manipuler

Masse volumique, peu différente de celle des faces planes varie entre 250 et 400 kg/m3.

Au sein du manteau neigeux ➔ couche qui induit une instabilité latente importante.



4.1. **4. La métamorphose de fort gradient (G > 20°C/m)**

Croissance des gobelets nécessite :
- des échanges de vapeur d'eau de grain à grain
-densité de la neige initiale pas trop élevée (< 350 kg/m^3 , si > juste grains à faces planes difficilement)

Gobelets = stade final d'évolution : même avec le rétablissement d'un faible gradient, les gobelets ne peuvent plus être transformés et la strate gardera sa faible cohésion.

Seule une humidification notable pourra transformer les gobelets.

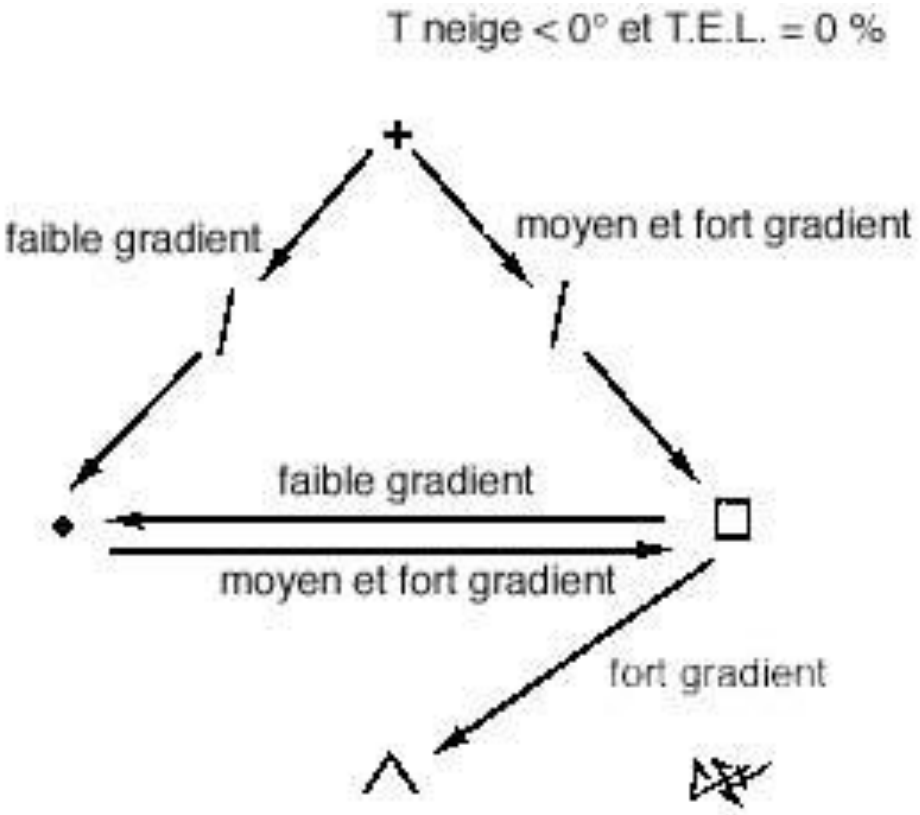
Exemple : grains fins d'une densité de 260 kg/m3, gradient de l'ordre de 55°C/m ➔ couche de gobelets de tailles moyenne 2 mm au bout de 26 jours.

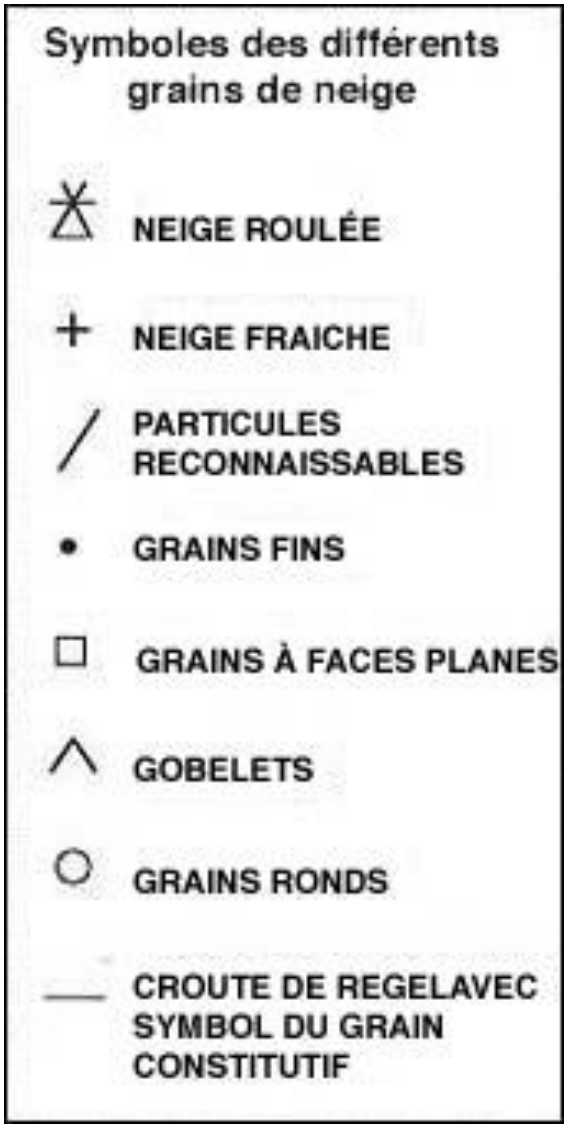
4.1. **4. La métamorphose de fort gradient (G > 20°C/m)**

Exemple classique : faible chute de neige (10 cm) sur un manteau neigeux humidifié, suivie d'un refroidissement avec des températures de surface de -10°C

➔ gradient 100°C/m (base de la couche à 0°C) : en deux jours, des grains à faces planes peuvent apparaître et, avec le tassement, constituer une couche fragile de l'ordre de quelques centimètres très dangereuse pour l'avenir.

4.1. 5. Schéma synthétique des métamorphoses de la neige sèche





4.2. La Neige humide

= eau liquide présente dans la neige

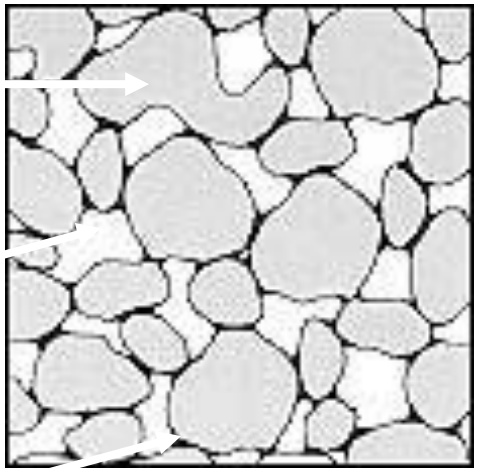
Température d'équilibre entre les trois phases de l'eau (solide, liquide et gazeuse) = 0°C

Deux régimes de transformation liés à la quantité d'eau liquide présente ou teneur en eau liquide (TEL) : faible et forte TEL

4.2.1. Les régimes de la métamorphose de la neige humide

- Le régime des faibles TEL < 2%

Sous l'effet des forces de capillarité, eau liquide se loge :
- autour des points de contact, formant ainsi des ménisques d'eau entre les grains,
- dans les creux des grains



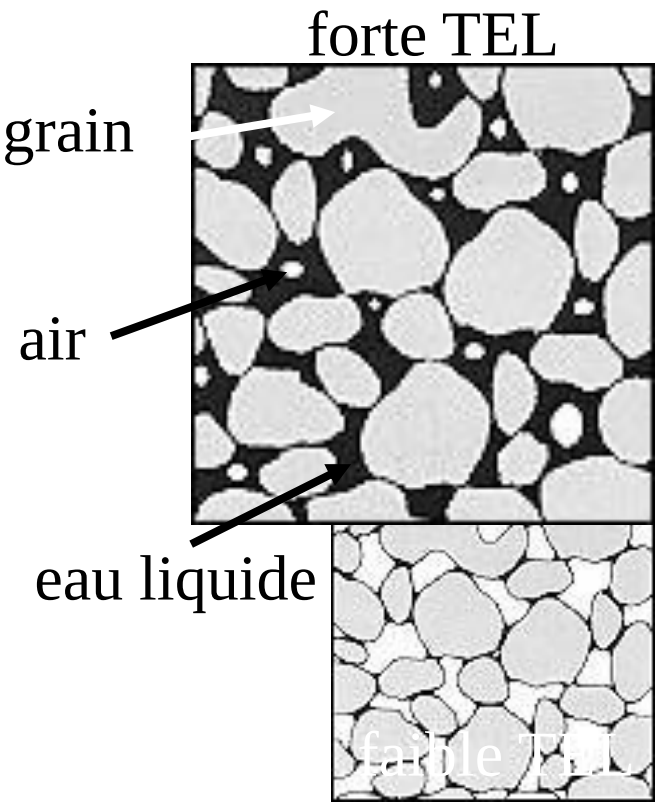
➔ grossissement des grains est assez lent (plus rapide lorsque la TEL augmente).

➔arrondissement et grossissement global des grains

➔ fortes pressions capillaires entre les grains maintient une assez bonne cohésion d'ensemble

4.2.1. Les régimes de la métamorphose de la neige humide

- Le régime des fortes TEL



TEL >12% : phase liquide continue ➔ les interfaces glace/air n'existent plus ou très peu ➔ les transformations sont plus efficaces : flux de chaleurs dus aux changements de phase se font facilement entre les grains par la phase liquide, sa conduction thermique étant nettement supérieure à celle de l'air.

➔densification rapide avec arrondissement et grossissement des grains

➔disparition des liaisons entre les grains ➔ diminue fortement la cohésion globale.

4.2.2. métamorphose de la neige humide

Humidification de la neige essentiellement par la surface du manteau neigeux, par :

- fusion de surface du manteau neigeux sous l'effet d'un bilan énergétique positif des échanges neige/atmosphère (air chaud, fort rayonnement solaire

-apport direct d'eau liquide (pluie).

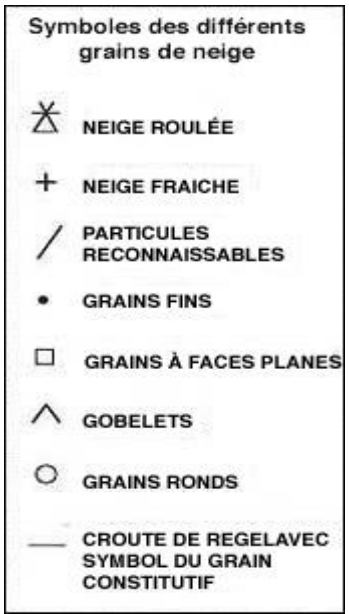
Drainage de l'eau liquide dès que la capacité de rétention en eau de la neige est dépassée,
dépend de sa densité avant humidification :
12% en masse pour densité de l'ordre de 250 kg/m3, 7% pour densité de l'ordre de 500 kg/m3.

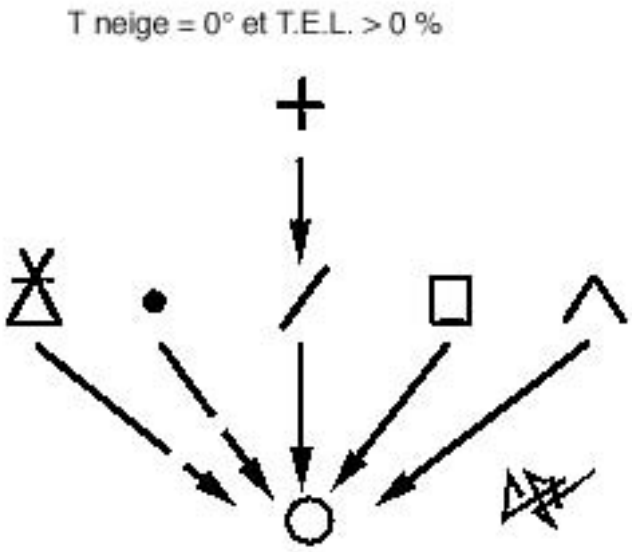
4.2.2. métamorphose de la neige humide

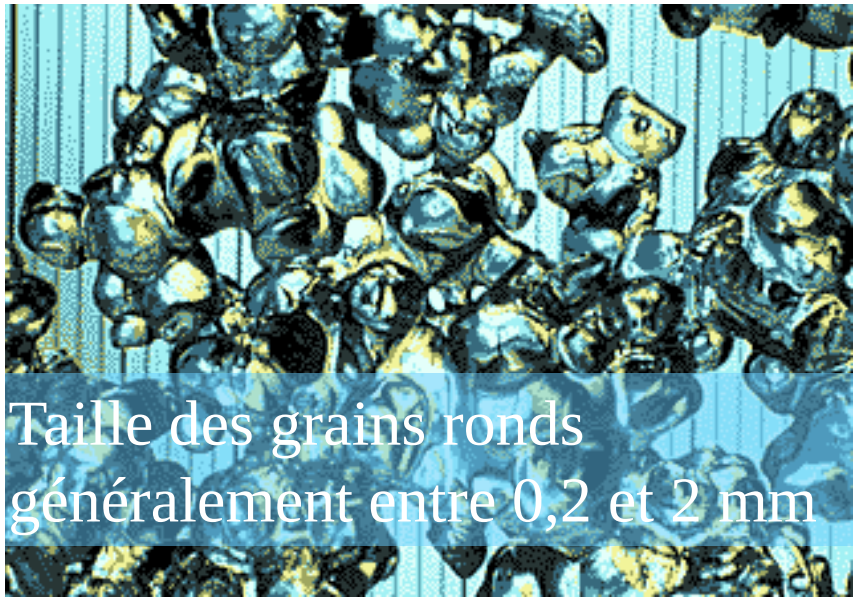
Métamorphose = arrondissement rapide des grains, apparition de grains ronds

Grossissement : très lent pour les basses TEL, plus rapide avec les TEL proches de la valeur de rétention.

Exemple : neige récente soumise à une humidification pendant 16 jours ➔ neige de grains ronds, diamètres environ 0,2 mm avec une TEL massique de l'ordre de 2%, et 0,6 mm si la TEL est de 10%.







4.2.2. métamorphose de la neige humide

Cohésion

- Bonne aux faibles valeurs de TEL mais diminue si la TEL augmente

- Très faible si couche saturée en eau ➔ avalanche de neige humide = avalanche de fonte

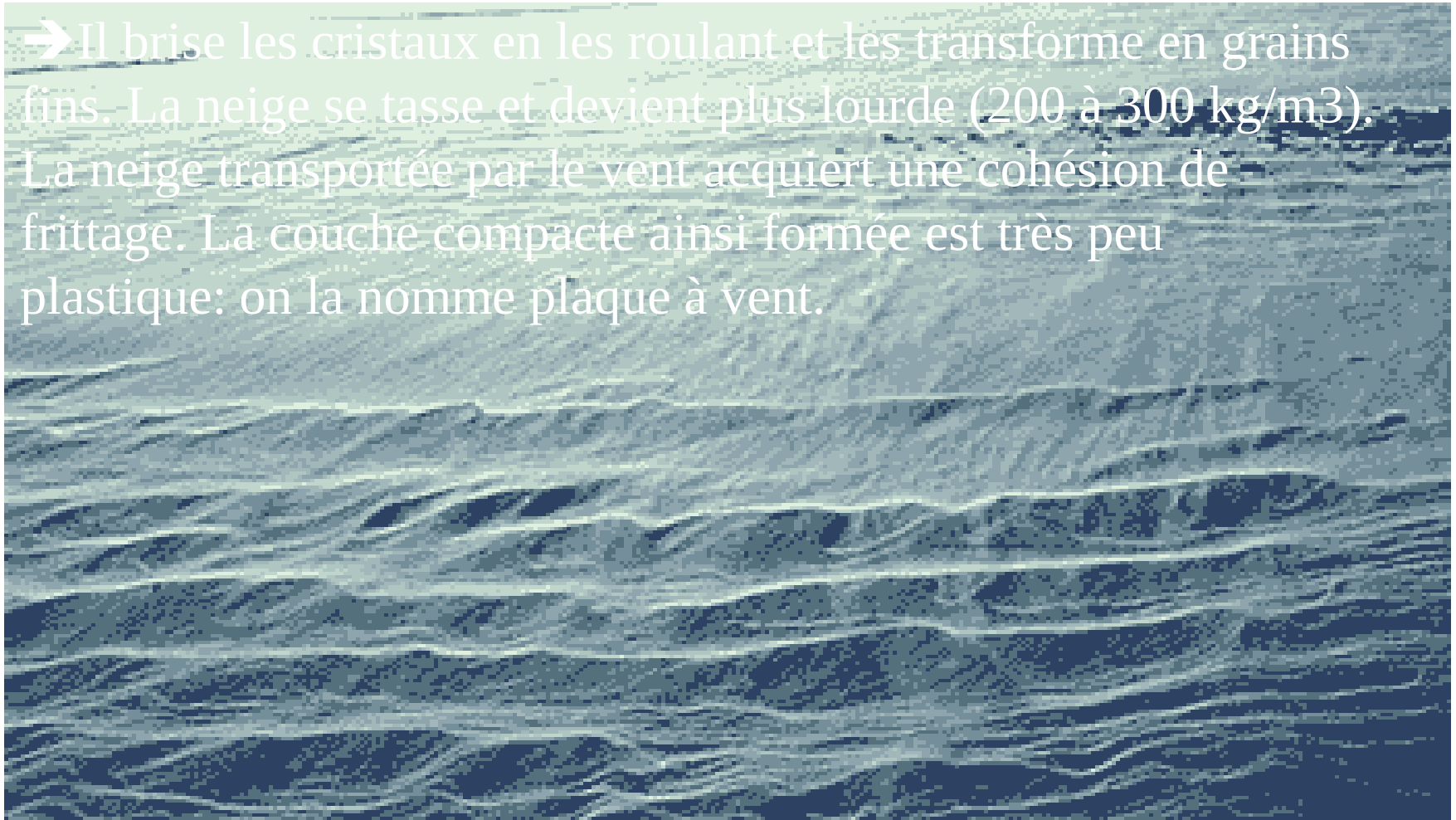
- Excellente cohésion de regel : lors d'un refroidissement, l'eau liquide gèle créant de solides liaisons de glace entre les grains ronds

- Des grains tels que les gobelets et la neige roulée ne peuvent être transformés qu'en grains ronds par humidification. Au coeur de l'hiver, un fort réchauffement accompagné de pluie peut donc être salutaire pour l'avenir d'un manteau neigeux fragilisé par la présence de telles strates.

5- Action du vent sur le manteau neigeux

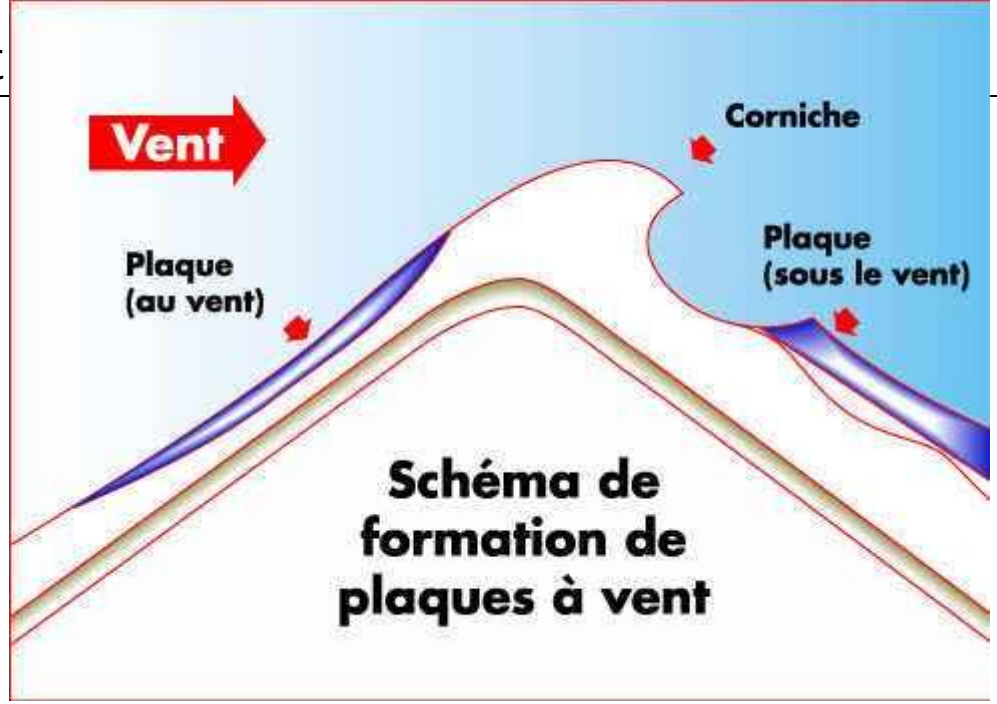
➔modifie les caractéristiques initiales de la neige

➔ Le vent accélère les échanges thermiques, érode, transporte, accumule, dépose, a un pouvoir de refroidissement.



➔Il brise les cristaux en les roulant et les transforme en grains fins. La neige se tasse et devient plus lourde (200 à 300 kg/m3). La neige transportée par le vent acquiert une cohésion de frittage. La couche compacte ainsi formée est très peu plastique: on la nomme plaque à vent.

5- Action du vent



• la plaque au vent : plaque de compression due à la poussée du vent

• la plaque sous le vent : très mal ancrée à la sous-couche, sous laquelle subsiste un véritable coussin d'air.

En cas de rupture, air chassé en un «soupir» ou parfois dans un bruit de tonnerre bref et sourd. Dans la plaque, tout effort local se transmet instantanément à l'ensemble de la couche, qui se brise dans la zone de plus faible résistance.

5- Action du vent

Facteur de refroidissement éolien

Effet Windchill

Le refroidissement éolien désigne une sensation ressentie directement par le corps d'un être vivant à sang chaud.

http://www.power-kiteshop.ch/blog/2011/01/21/refroidissement-eolien/

The metric formula for *windchill* is:

$$T_{wc} = 13.112 + 0.6215\,T_a - 11.37\,V^{0.16} + 0.3965\,T_a\,V^{0.16}$$

where

T_{wc} is the windchill,

V is in the wind speed in kilometres per hour, and

T_a is the ambient air temperature in degrees Celsius.

http://www.islandnet.com/~see/weather/life/windchill.htm

Tableau de calcul du refroidissement éolien

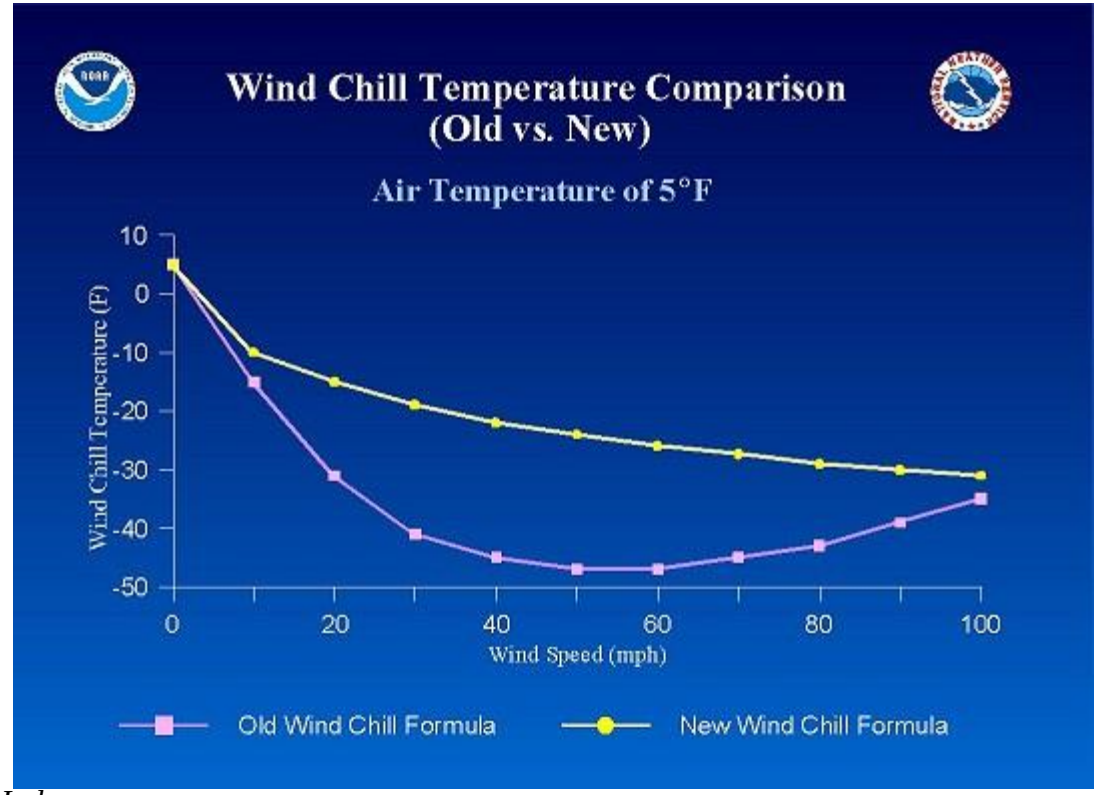
Vitesse du vent (km/h)	Température (°C)										
	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69
50	-2	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74
100	-3	-11	-18	-25	-32	-40	-47	-54	-61	-69	-76

5- Action du vent

Facteur de refroidissement éolien

Effet Windchill

Révision en 2001



•Specifically, the new *Windchill Temperature Index*:

•uses calculated wind speed at an average height of 1.5 m (5 ft), the typical height of an adult human face determined from readings at the standard anemometer height of 10m (33 ft);

•is based on a human face model;

•incorporates modern heat transfer theory to determine heat loss from the face to its surroundings, during cold and breezy/windy conditions;

•lowers the "calm" wind threshold to 4.8 km/h (3 mph), the normal walking speed of a pedestrian across an intersection;

•uses a consistent value for skin tissue resistance; and

•assumes no impact from the sun (i.e. clear night sky).

http://www.islandnet.com/~see/weather/life/windchill.htm

http://www.nws.noaa.gov/om/windchill/

6- Les propriétés physiques de la neige

6.1. Propriétés mécaniques

6.1.1. Résistance à la compression

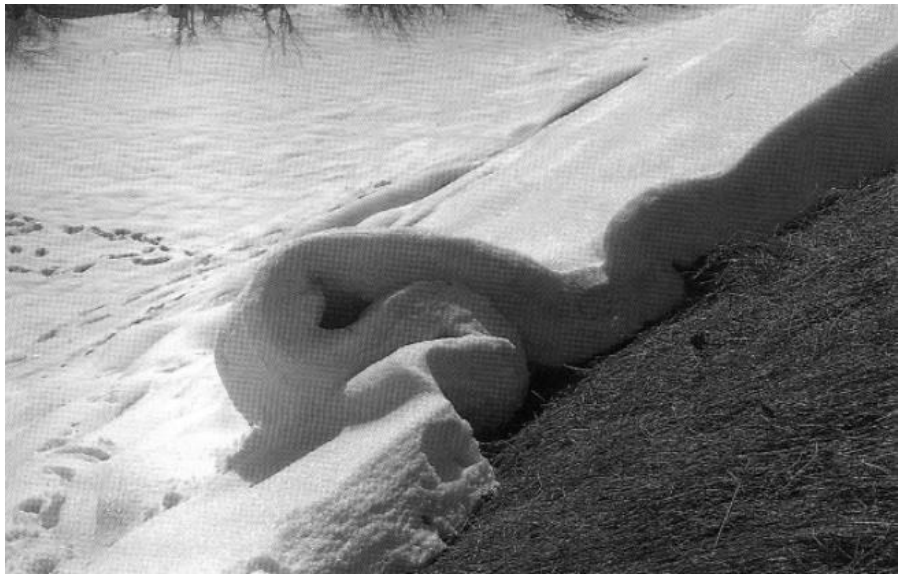
6.1.2. Résistance à la traction

6.1.3. Cohésions

- -Feutrage
- -Frittage
- -Capillaire
- -De regel

6.1.4. Viscoplasticité

6.1.5. Angles de frottement

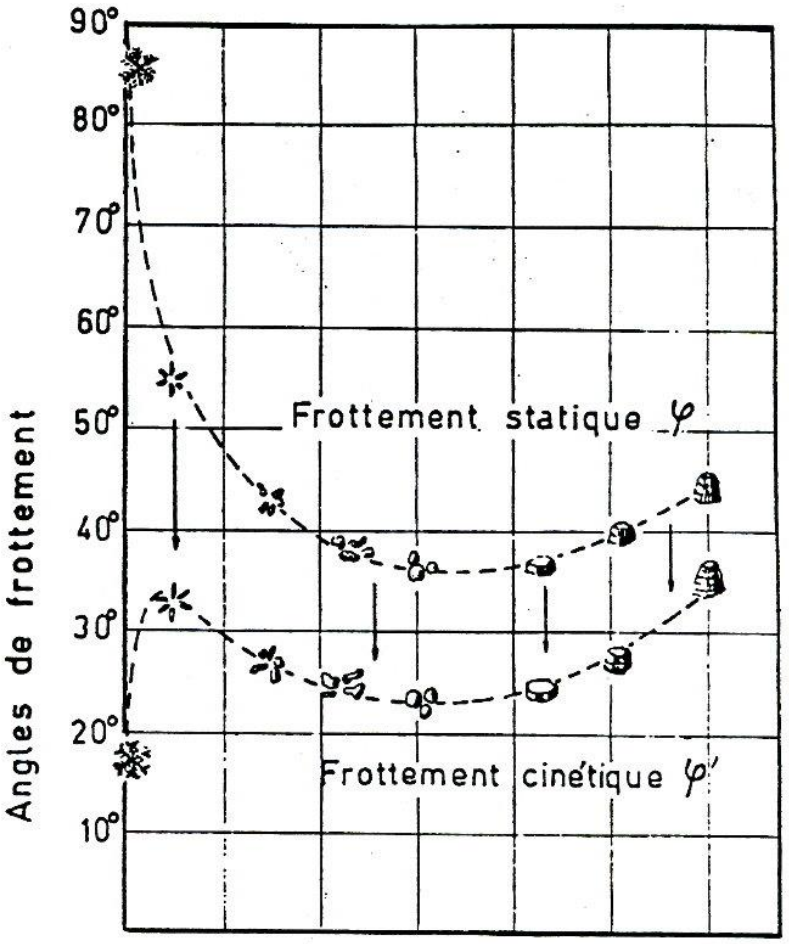


6- Les propriétés phy

6.1.5. Angles de frottement

Comme tout matériau granulaire (ex. le sable), la neige mise en mouvement, posséde un angle de talus naturel ; c'est son angle de **frottement cinétique**, toujours inférieur à l'angle de frottement statique.

Le graphique ci-dessous, d'après A. ROCH (nivologue et alpiniste suisse), illustre bien la relation entre les angles de frottement statique et cinétique de plusieurs types de cristaux de neige.



= neige fraîche
= grains fins
= grains à faces planes

= particules reconnaissables
= grains grossiers
= ~~givre de profondeur~~ gobelet

6- Les propriétés physiques de la neige

6.2. Les propriétés thermiques et optiques

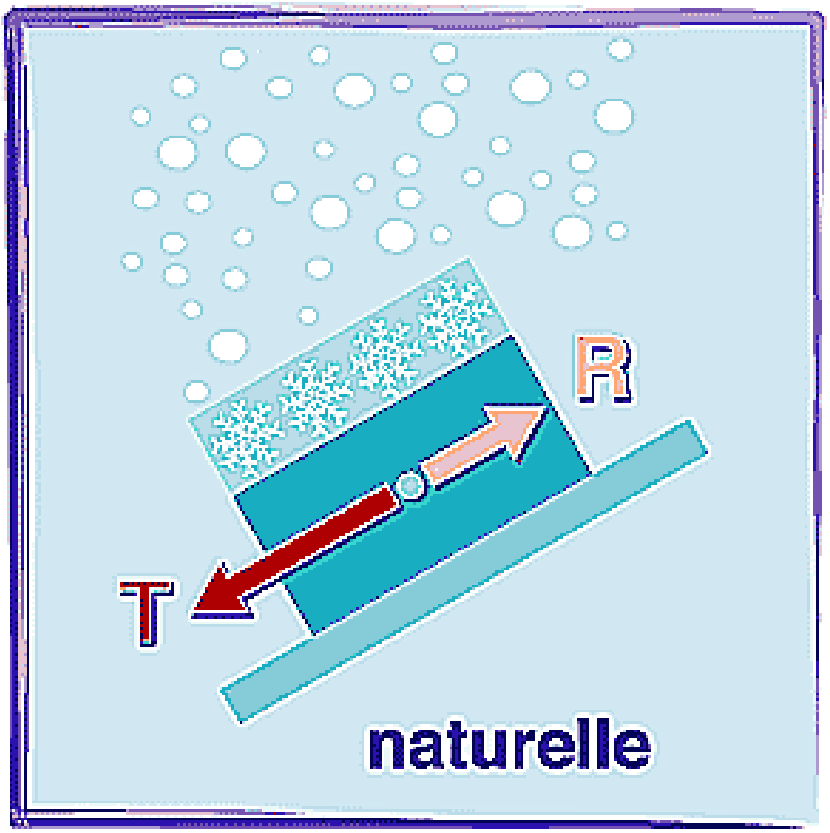
6.2.1. La neige est un excellent isolant

6.2.1. Sensibilité de la neige au rayonnement

7- Les avalanches

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

manteau neigeux = corps en équilibre sur un plan incliné.
deux types de forces : T =celles qui l'attirent vers le bas, et R=celles qui le maintiennent en place

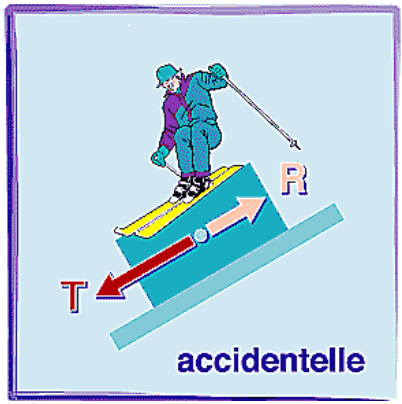


R = T : équilibre, stabilité
R < T : instabilité

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

- Forces qui tirent vers le bas :
  - poids du manteau neigeux
  - surcharge

Skieur, animal, dameuse, chute de sérac, décharge de neige d'un arbre, surpression (explosif), rafale de vent, palles d'un hélicoptère, tremblement de terre…



Nouvelle chute de neige, dépôt de neige par le vent, précipitation liquide qui alourdit le manteau neigeux

- Forces qui retiennent : Forces de frottement, d'ancrage, de résistance

  - Les ancrages (points fixes pour retenir)

    Ancrage interne : ex. éboulis grossier

    Ancrage latéral : ex. rochers sur les bords d'un couloir peu large, cheminées sur un toit

    Ancrage aval : ex. bloc rocheux en bas de pente

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

- Forces qui retiennent : Forces de frottement, d'ancrage, de résistance

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

- Forces qui retiennent : Forces de frottement, d'ancrage, de résistance

stage Montagne GM GR – Mars 2010

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

- Les facteurs d'instabilités : diminution des forces qui retiennent :

  - Perte de cohésion

    Cohésion de feutrage (vent, métamorphoses de la neige)
    Cohésion de frittage, capillaire (fonte, pluie, augmentation de température)
    Métamorphose (gobelet quand fort gradient de température dans le manteau neigeux)

  - Nature des sous-couches

    Gobelets et grains à face plane
    Givre de surface
    Air (plaque)

7.1. Stabilité et instabilité du manteau neigeux

- Les facteurs de terrain

  - La pente : exposition, inclinaison, profil (convexe ou concave)

  - Nature des sols :

    grande dalle lisse (calcaires, schistes…) = danger
    Éboulis grossier beaucoup fiable
    Danger des sols humides

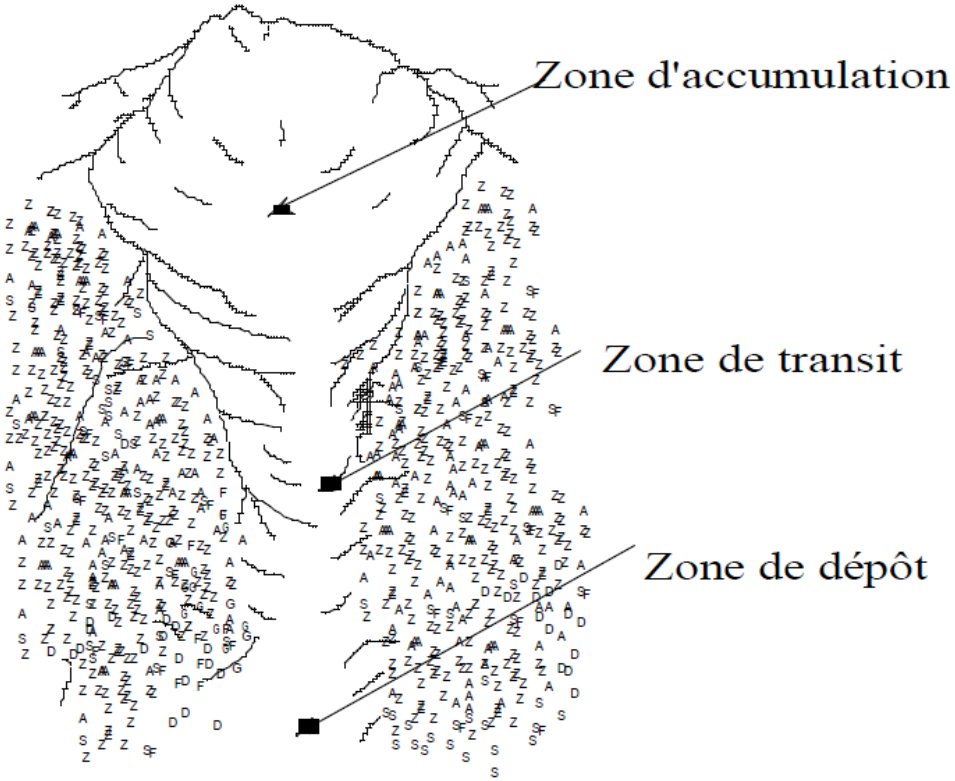
  - La végétation

    Longues herbes non fauchées / herbe pâturée (nécessité de conserver une activité agro-pastorale)
    Végétation arbustive (aulne, rhododendron) : coussins d'air
    Forêt : limite les départs d'avalanches à son niveau mais arrête mal une avalanche venant de l'amont.

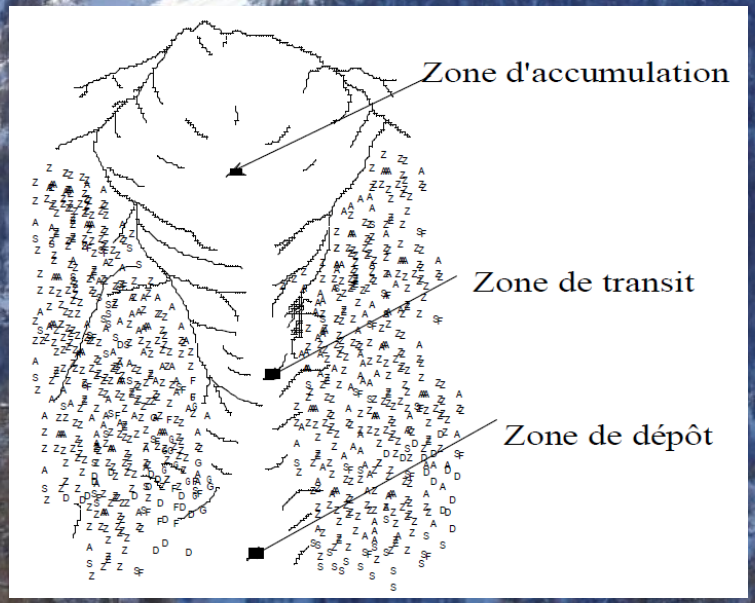
7.2. Classification des avalanches

avalanche = masse de neige qui se détache et dévale le versant d'une montagne .
= rupture d'équilibre dans le manteau neigeux, entraînant le glissement à une certaine vitesse d'une masse de neige plus ou moins importante sur une pente, sous l'effet de son propre poids.

Les avalanches

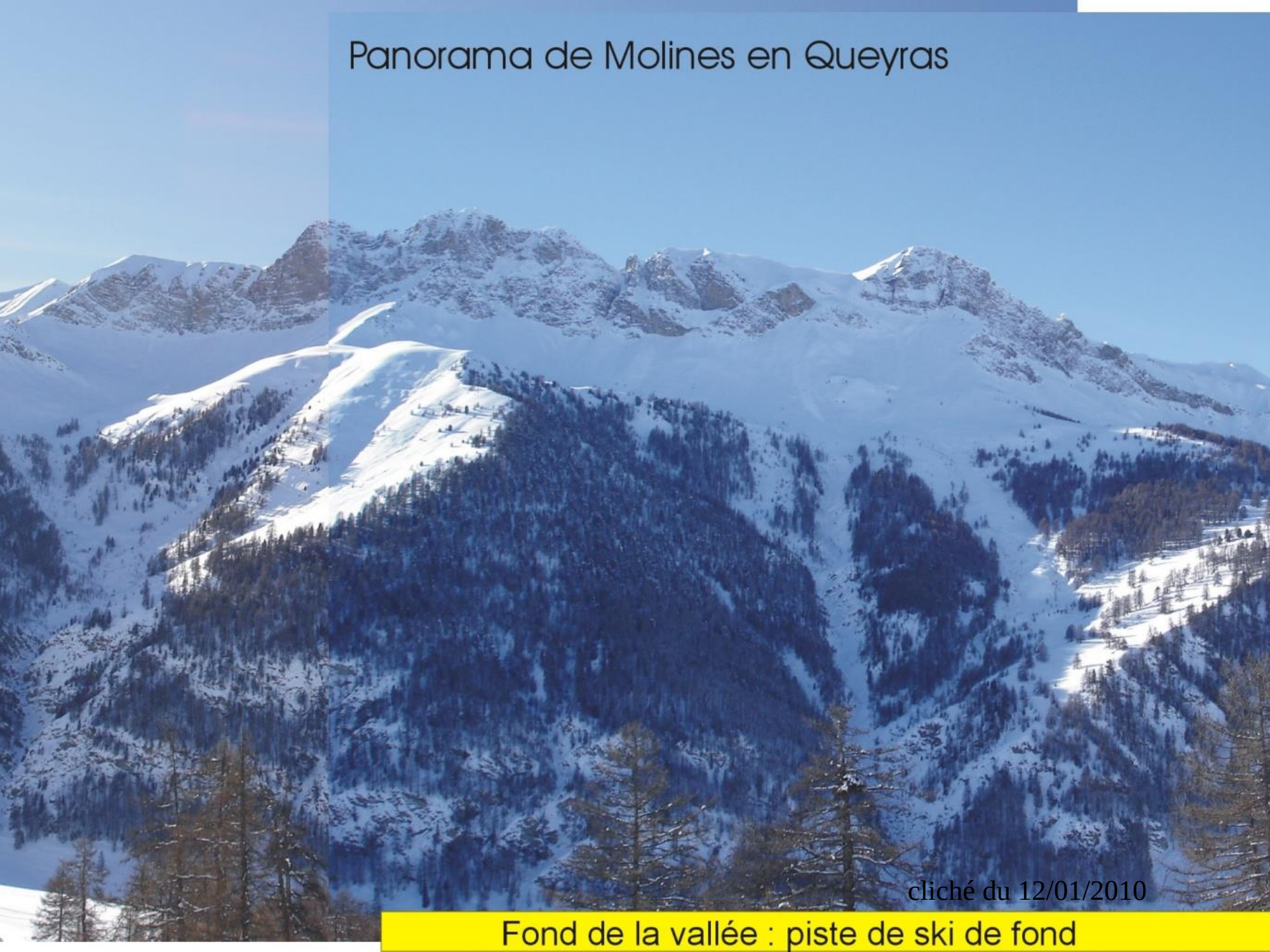


Panorama de Molines en Queyras



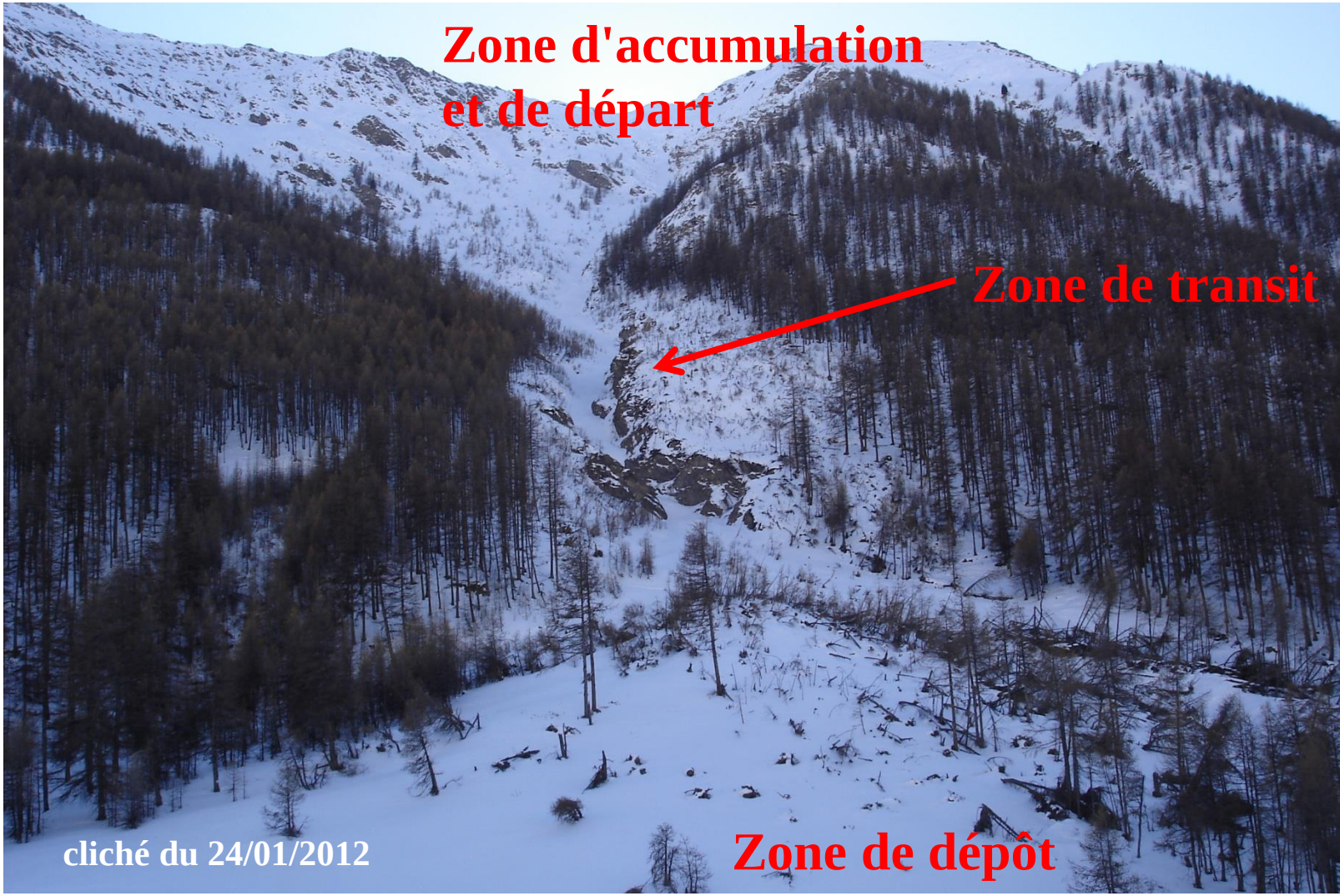
cliché du 12/01/2010

Fond de la vallée : piste de ski de fond


Panorama de Molines en Queyras
cliché du 12/01/2010
Fond de la vallée : piste de ski de fond

Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras

Zone n°10



7.2. Classification des avalanches

Multiples critères de classification des avalanches :

<u>la cause du départ</u> :

• évolution interne du manteau neigeux : avalanche spontanée due à la perte de cohésion

• surcharge "non humaine » : avalanche spontanée (qui part toute seule, sans intervention de l'homme) ;

• surcharge d'origine humaine volontaire (déclenchement à l’explosif) : avalanche artificielle ;

• surcharge d'origine humaine involontaire : avalanche accidentelle ;

7.2. Classification des avalanches

Multiples critères de classification des avalanches :

<u>la forme de la zone de départ</u> :

• départ ponctuel : avalanche à départ ponctuel ;

• cassure linéaire : avalanche de plaque :
Spectaculaire, fracture très nette du manteau neigeux, se développe très rapidement sur un front de plusieurs centaines de mètres. Elle peut atteindre une hauteur de plusieurs mètres.

7.2. Classification des avalanches

Multiples critères de classification des avalanches :

<u>la qualité de la neige dans la zone de départ :</u>

- **avalanche de neige humide ou de neige sèche ;**

- **avalanche de neige avec cohésion (= avalanche de plaque) ou sans cohésion (= avalanche à départ ponctuel) ;**

7.2. Classification des avalanches

Multiples critères de classification des avalanches :

le niveau de glissement :

- **l'avalanche glisse sur une couche de neige sous-jacente : avalanche de surface ;**

- **l'avalanche entraîne la totalité du manteau neigeux : avalanche de fond ;**

7.2. Classification des avalanches

Multiples critères de classification des avalanches :

L'écoulement :

• avalanche de neige coulante (ou neige dense) : l'écoulement se fait en restant en contact avec le terrain, comme une lave, en suivant la ligne de plus grande pente ;

• avalanche en aérosol : l'écoulement se fait en présence d'un nuage de neige qui peut parfois mesurer plusieurs dizaines de mètres de haut et qui s'écoule selon une trajectoire quasi-rectiligne, de façon presque indépendante du terrain.

7.2. Classification des avalanches

Détail sur la typologie basée sur le mode d'écoulement :

Avalanche dense = un écoulement de neige se déplaçant à la surface du sol en empruntant les dépressions du relief (couloirs, ravins, talwegs) ou les lignes de plus grande pente dans les versants.

vitesse < 80 km/h

effet destructeur dû aux poussées développées par la masse de neige dense sur les obstacles (plusieurs centaines de kilopascals (dizaines de tonnes/m2

Cas particulier : l'avalanche de fonte

7.2. Classification des avalanches

Détail sur la typologie basée sur le mode d'écoulement :

Avalanche dense : Cas particulier : l'avalanche de fonte

Neige humide à mouillée
Rupture de la cohésion capillaire ou de regel
Vitesse lente : < 40 km/h, qqfois jusqu'à 10-15 km/h
D = 450 kg/m3, à l'arrêt : d= 700 kg/m3 (=culot d'avalanche)

Descend généralement chaque année dans les mêmes couloirs, les mêmes pentes.

Attention : quand l'avalanche ralentie, elle s'élargie ➔ incidence sur les tunnels paravalanches…

Peut-être associée à une avalanche de fond capable d'arracher la terre, les pelouses, les arbres…

7.2. Classification des avalanches

Détail sur la typologie basée sur le mode d'écoulement :

Avalanche en aérosol = écoulement très rapide (vitesse peut atteindre 400 km/h)

Nuage résultant du mélange de l'air et des particules de neige.

Faible densité qui lui permet de s'affranchir du relief au point de remonter une pente.

L'effet destructeur est dû à un important effet de souffle, consécutif à la très forte pression développée au front de l'avalanche.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche en aérosol

Conditions : neige fraîche, sèche, très peu dense (d=0,08), cohésion de feutrage

Départs observés sur pentes 35° minimum

Départ car perte de cohésion de feutrage. En quelques dizaines de mètres : aérosol où rouleau de turbulence soulevant la neige (nuage neige-air)

Grande partie de l'avalanche en l'air + à la base : neige plus lourde se déplaçant au sol

Hauteur aérosol = qqes dizaines de mètres à 400 m

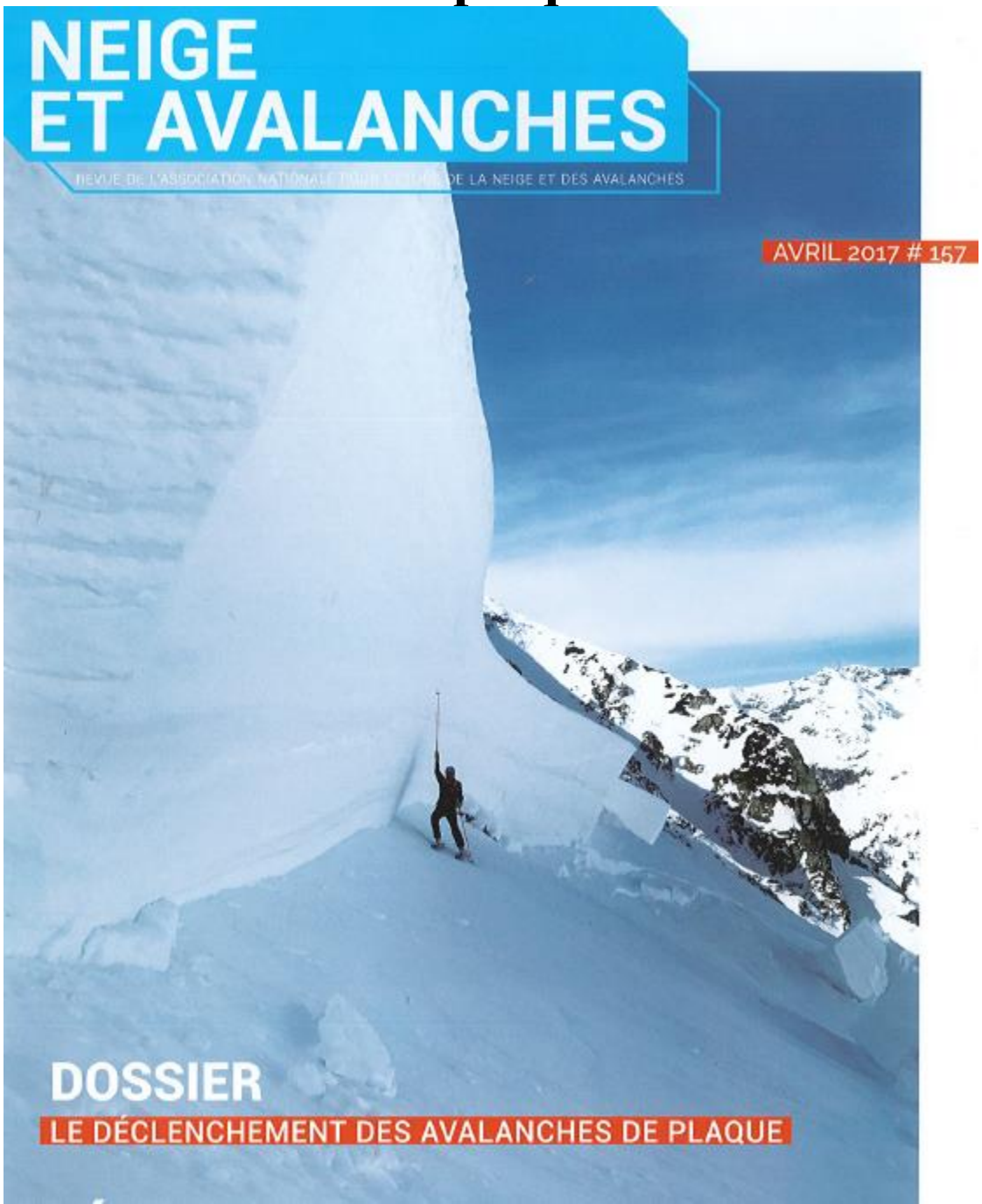
7.2. Classification

Tableau 1 : Classification morphologique des avalanches

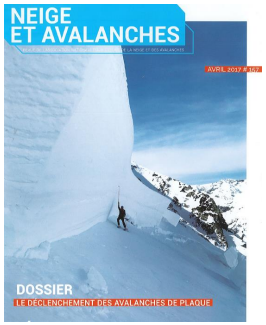
Zones	Critères		Caractères distinctifs
Zone de **départ**	**Type** de déclenchement		• Déclenchement **spontané** : causes liées à l'évolution du manteau neigeux (avalanche spontanée) • Déclenchement **provoqué** : causes extérieures au manteau neigeux (avalanche provoquée) – non humaines : corniche, sérac, animal, séisme... (avalanche provoquée naturellement) – humaines . involontaire (avalanche provoquée accidentellement) . volontaire (avalanche provoquée artificiellement)
	Géométrie du départ		• Départ **ponctuel** : avalanche partant d'un point (départ sous forme de poire, ou de cône) • Départ **linéaire** : avalanche partant d'une ligne (avalanche de plaque)
	Qualité de la neige	Teneur en eau liquide	• Nulle : avalanche de neige **sèche** • Faible : avalanche de neige **humide** • Forte : avalanche de neige **mouillée**
		Cohésion	• Faible : avalanche de neige **pulvérulente** • Faible à modérée : avalanche de **plaque friable** (tendre) • Forte : avalanche de neige de **plaque dure**
		Type de neige	• **Récente** : – non ventée : neige fraîche ou particules reconnaissables – ventée : particules reconnaissables ou grains fins • **Évoluée** : grains fins, faces planes, particules reconnaissables ou grains ronds
	Position du plan de glissement		• **Dans l'épaisseur** du manteau neigeux (avalanche de surface) • **Sur le sol** (avalanche de fond)
Zone d'**écoulement**	**Forme** du terrain		• **Pente ouverte** (avalanche de versant) • **Couloir** ou gorge (avalanche de couloir)
	Dynamique (ou type d'écoulement)		• **Avec nuage** de particules de neige : – au niveau du front (avalanche en aérosol) – derrière le front (avalanche avec panache) • **Sans nuage** (avalanche coulante)
	Neige reprise		• **Avec** ablation du manteau neigeux • **Sans** ablation du manteau neigeux
	Présence de blocs et/ou d'autres éléments		• **Avec** (blocs tabulaires, glace, rochers, arbres) • **Sans**
Zone de **dépôt**	**Rugosité** superficielle		• **Faible** (dépôt fin) • **Forte** (dépôt grossier : blocs, boules)
	Qualité de la neige		• **Humide** (dépôt humide) • **Sèche** (dépôt sec)
	Souillure visible		• **Avec** (avalanche souillée : terre, rochers, arbres) • **Sans** (avalanche propre)

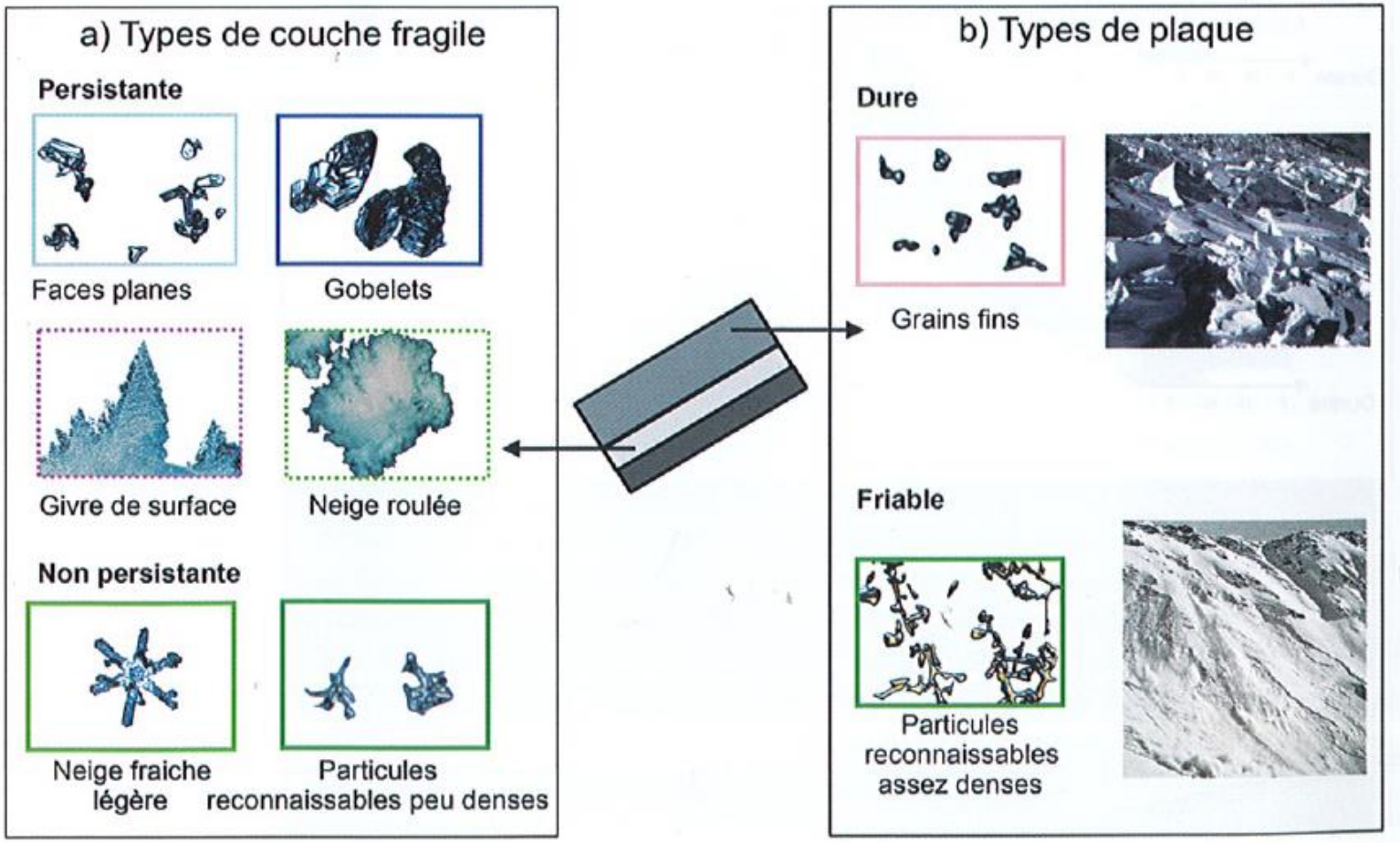
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/150928_guide%20PPR%20avalanches-ao%C3%BBt%202015-reduit.pdf

Les avalanches de plaques

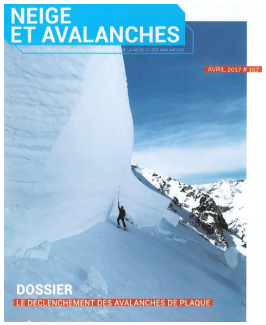


Les avalanches de plaques



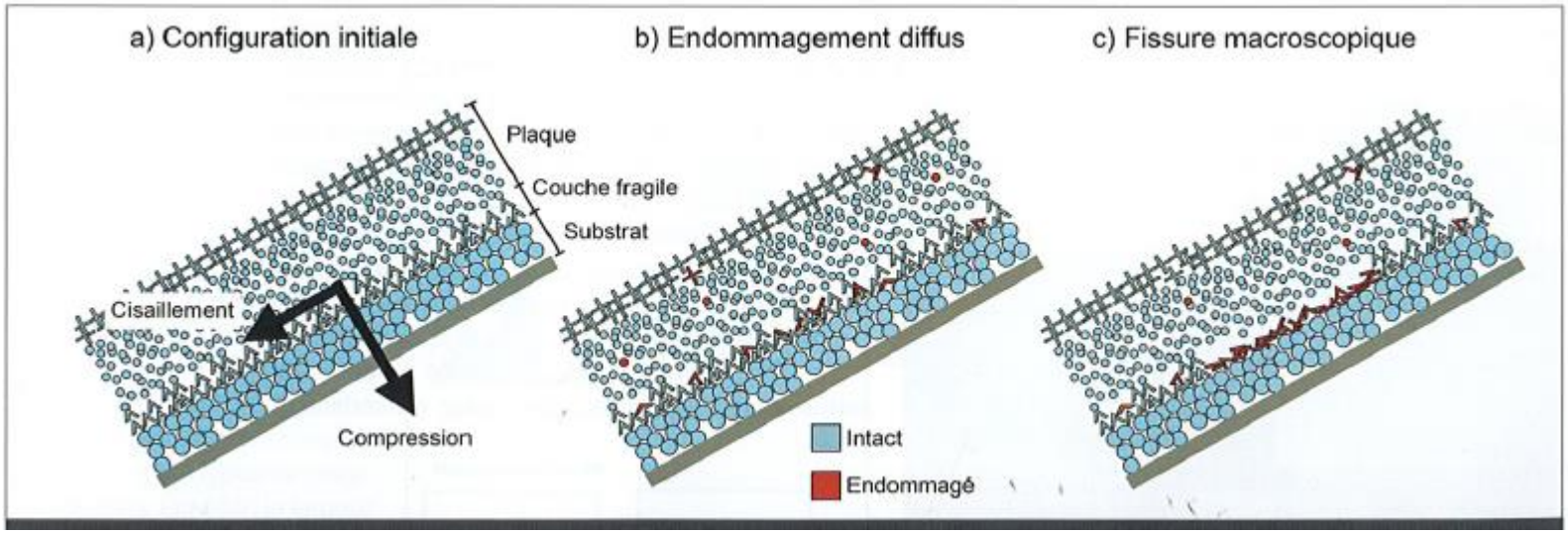


Les avalanches de plaques

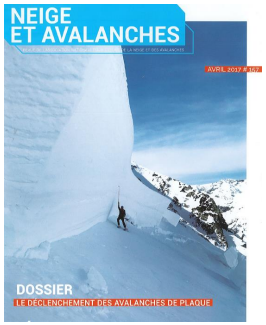


Les 3 étapes du déclenchement :

1- Initiation d'une rupture des ponts entre grains de neige **dans une couche fragile** sous une plaque relativement cohésive (enfoncement avec le Whumpf caractéristique) : **rupture par compression et cisaillement**.



Les avalanches de plaques



Les 3 étapes du déclenchement :

1- Initiation d'une rupture des ponts entre grains de neige **dans une couche fragile** sous une plaque relativement cohésive (enfoncement avec le Whumpf caractéristique) : rupture par compression et cisaillement.

2- **Propagation de cette rupture dans la couche fragile dans toutes les directions**

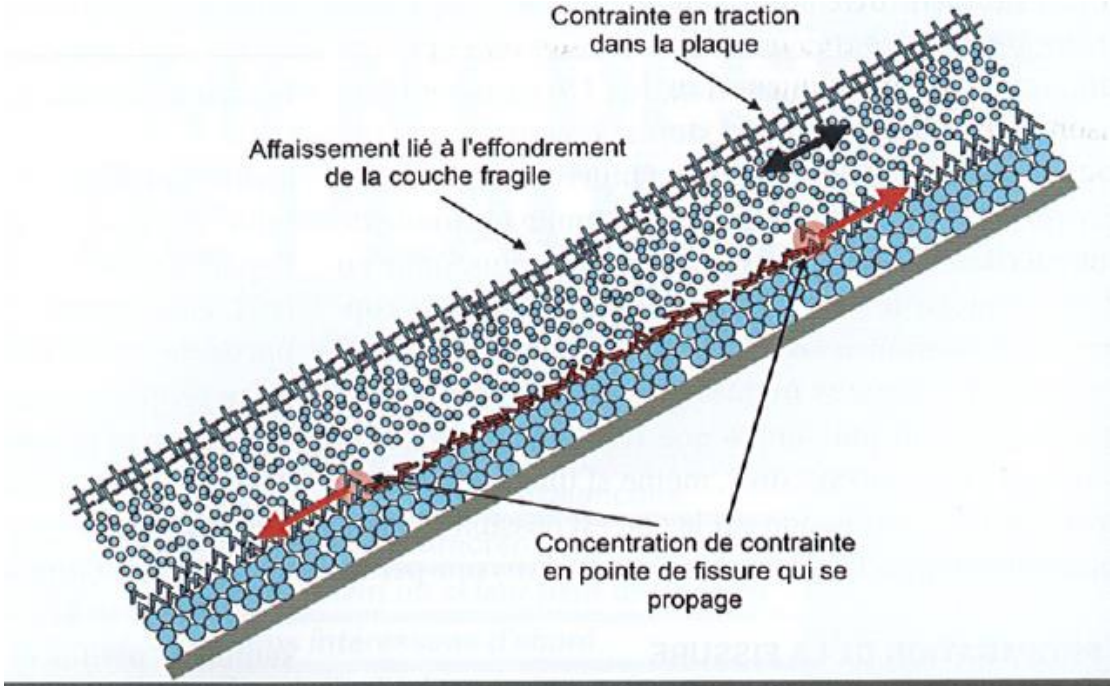
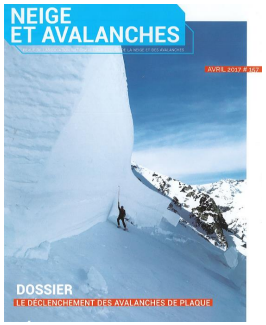


Figure 2 : propagation d'une fissure dans la couche fragile. Pour avoir propagation, il faut que la fissure soit de taille supérieure à la taille critique.

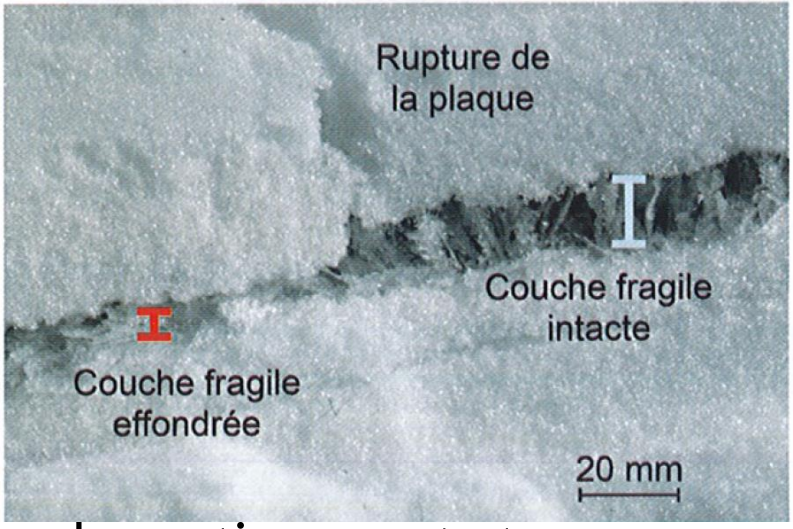
Les avalanches de plaques



Les étape du déclenchement :

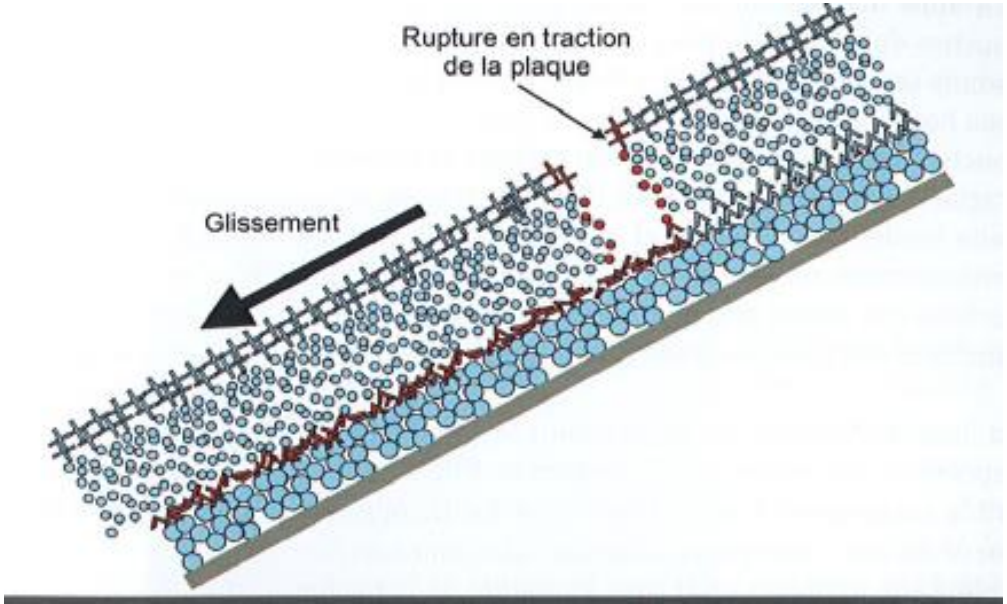
1- Initiation d'une rupture par compression et cisaillement.

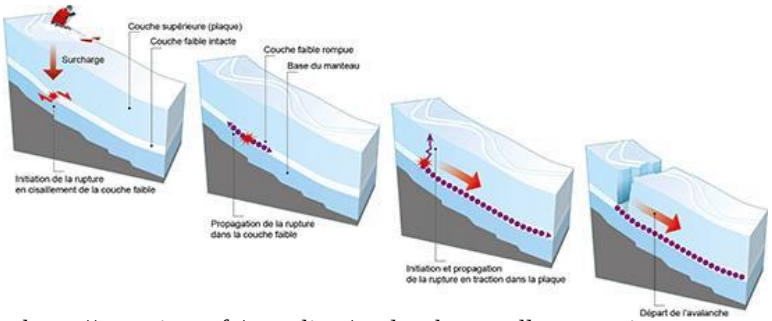
2- Propagation de cette rupture dans la couche fragile dans toutes les directions



3- **Rupture en traction** de la plaque dans la partie amont et glissement de la plaque dans la pente. Les forces de friction ne suffisent pas à retenir la plaque.

Déclenchement dans les pentes > 30°





https://www.inrae.fr/actualites/avalanches-quelles-connaissances

7.2. Classification des avalanches

Avalanche de poudreuse et développant un nuage d'aérosol qui coupe une route. Crédit photo: VALLA F.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche de poudreuse. Crédit photo: CASTELLE T.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche naturelle de poudreuse atteignant le camp de base à 5000 mètres sur le versant nord du K2 (8611 mètres, au Pakistan). Crédit photo: BEGHIN P.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche naturelle de poudreuse dans la face nord du Tilicho (7000 mètres, au Népal) suite à une forte chute de neige. Crédit photo: BRAUN K.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche de plaque friable consécutive à des fortes chutes de neige. Crédit photo: VALLA F.-Cemagref

7.2. Classification des avalanches

Avalanche de plaque déclenchée par des skieurs. Crédit photo: DAOLIO D.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche de neige dense, suite à un redoux hivernal ayant détruite un chalet. Crédit photo: VALLA F.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Chalet totalement détruit par une avalanche de poudreuse exceptionnelleCrédit photo: VALLA F.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Vue générale de l'avalanche des Lanches, le 25 février 1995 © Rapin François / Irstea

Vue générale d'une avalanche ayant ensevelie une demi-douzaine de chalets. Crédit photo: RAPIN F.-Cemagref.

7.2. Classification des avalanches

Avalanche à départ ponctuel

8- La gestion du risque avalanche

Risque = Aléa + Enjeu

Gestion du risque : mesures prises pour réduire au maximum les conséquences des avalanches :

- cartographie
- ouvrages de protection paravalanches,
- prévision du risque à l'échelle régionale et locale,
- déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif,
- réglementation,
- information,
- formation et encadrement des pratiquants des sports d'hiver,
- organisation des secours,
- …

8.1. Les acteurs

Gestion spatiale (localisation probable des avalanches) ➔ services de l'Etat :

- domaine de la recherche et de l'expertise : l'IRSTEA (Cemagref),

- domaine opérationnel : les services RTM (Restauration des terrains en montagne de l'ONF).

Gestion temporelle (prévoir en un lieu donné, à un temps donné, le risque de départ d'une avalanche) :

- à l'échelle régionale : Météo France (prévision du risque d'avalanche)

- a l'échelle locale : responsabilité des maires ou des préfets, et souvent mise en oeuvre par les services de sécurité des pistes des stations de ski ou, dans le cas des routes, par les directions départementales de l'équipement (Direction des routes du département).

8.1. Les acteurs

Secours : sous la responsabilité des préfets, par les gendarmes et les CRS de haute-montagne ainsi que les médecins du secours en montagne, avec, dans certains départements, les pompiers.

Sur les domaines skiables, les premiers intervenants sont la plupart du temps les pisteurs-secouristes, qui interviennent pour le compte du maire.

Des actions de prévention, d'information et de formation : effectuées par les professionnels, en stations de ski, par les clubs de pratiquants (CAF, FFME, etc), et par l'ANENA, qui réalise et diffuse également des documents pour tout type de public.

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

➔ connaissance du lieu où une avalanche peut se produire

➔ préalable indispensable à toute action de protection

➔ connaissance fondée sur la cartographie du risque.

cartographie du phénomène d'avalanche = **CLPA** (carte de localisation des phénomènes d'avalanche, anciennement carte de localisation probable des avalanches)

+ EPA : enquête permanente sur les avalanches

= enregistrements des savoirs locaux, basées sur **l'observation des sites d'avalanches** et sur **le recueil de témoignages**.

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.1. Historique

Fin du XIXe siècle : arbres abattus, constructions endommagées, routes coupées, morts…

➔ Paul Mougin, Ingénieur des Eaux et Forêts, lance l'idée d'un **système général d'observation des avalanches**.

-1900 : Savoie : enquête permanente sur les avalanches (EPA)

= chronique des événements avalancheux

- années 20 : Hautes-Alpes

- depuis 1965 : ensemble des massifs des Alpes et des Pyrénées

➔ EPA seul **dispositif régulier** d'observation des avalanches en France = **inventaire** des avalanches ayant eu lieu sur les sites observés

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.1. Historique

10 Février 1970 : Val d'Isère, une avalanche tue 39 adolescents dans un centre UCPA (Union des centres de plein air), sous tutelle de l'Etat.

A l'heure de l'essor des sports d'hiver, cette catastrophe bouleverse l'opinion publique. Le gouvernement doit réagir.

Une **carte inventaire** de tous les sites d'avalanche est mise en place sur décision du Conseil des Ministres :

carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA)

(anciennement appelée Carte de localisation Probable des Avalanches)

Fond de carte au 1/25000, les emprises maximales des avalanches connues sont reportées.

Attention, la CLPA n'est pas une carte d'Aléa

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.2. Commanditaires et prestataires

Pérennité de l'EPA et de la CLPA confirmée en 2002 pour une rénovation jusqu'en 2006 :

engagement du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) dans une perspective à long terme.

Depuis 2007, le dispositif se poursuit au travers de conventions annuelles dans le prolongement des mesures décidées et mises en place précédemment.

source : http://www.avalanches.fr/historique/ (consulté le 13/01/20)

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.2. Commanditaires et prestataires

Le MEDD confie la réalisation de l'EPA et de la CLPA à deux exécutants :

1- Services de terrain de l'ONF (Office national des forêts) : RTM (Restauration des Terrains de Montagne).

Tâche : recueillir les informations sur les nouveaux événements survenant, et les consigner.

2- Unité de recherche de l'IRSTEA (devenu l'INRAE au 01/01/2020) : division ETNA ou ETGR (Erosions torrentielles, neige et avalanches) basée à Grenoble.

Tâches : coordonner et centraliser les informations récoltées pour mettre à jour les bases de données. Et réalise, actualise les cartes et diffuse les informations.

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.2. Commanditaires et prestataires

EPA : MEDD finance :

1- le fonctionnement permanent (observation de nouveaux événements),
2- la rénovation jusqu'en 2006 du dispositif de l'EPA (mise à jour de la liste des sites observés, localisation sur cartes, mise sur Internet des résultats…).

CLPA : Le MEDD alloue un budget pour :

1- la mise à jour annuelle de la CLPA,

2- la réalisation d'une enquête approfondie tous les dix ans. A cette occasion, les cartes sont réactualisées et les départements et les régions concernés sont sollicités pour participer au financement.

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.3. Principe et méthodes : L'EPA

Nombre de sites limité

Choisis à l'origine en fonction des dégâts occasionnés en forêt.

Aujourd'hui, enjeux humains et connaissance scientifique privilégiés

Environ 4 200 **sites EPA**, reportés sur les **cartes d'observation** de l'EPA (carte où zones observées et endroits depuis lesquels les événements sont observés)

Fiches de site EPA et **photographies des sites** EPA (informations mises à jour chaque année)

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.3. Principe et méthodes : L'EPA

Agents de terrain de l'ONF (RTM) notent les caractéristiques de l'événement dans leur **carnet d'avalanche**, chaque fois qu'une avalanche a lieu sur un site EPA:

date, enneigement, altitude de départ, d'arrivée, type d'avalanche…

Informations reportées sur un avis d'avalanche, envoyé au Cemagref.

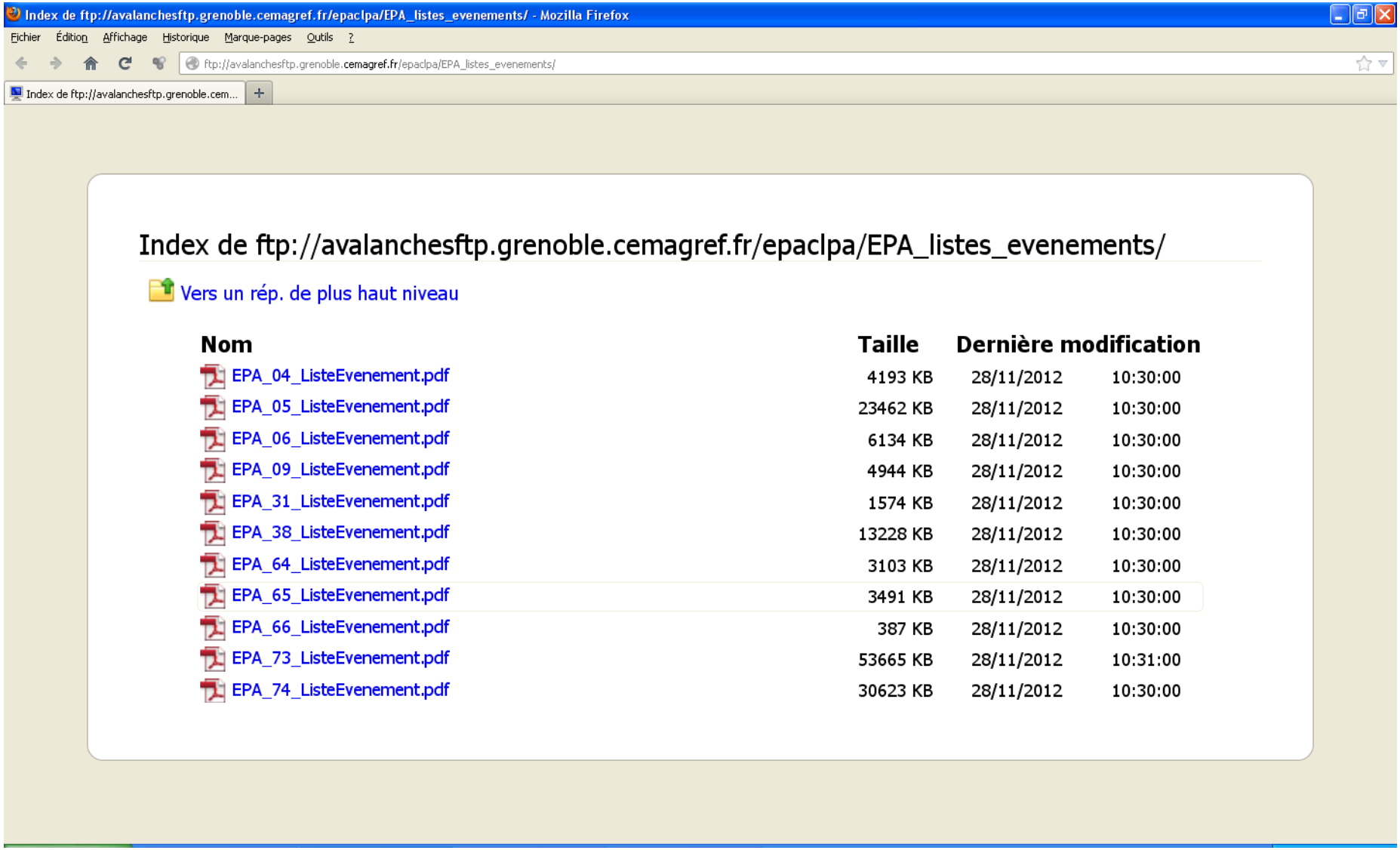
Constitution d'une base de données (Plus de 70 000 événements aujourd'hui disponibles) :

www.avalanches.fr

http://map.avalanches.fr/

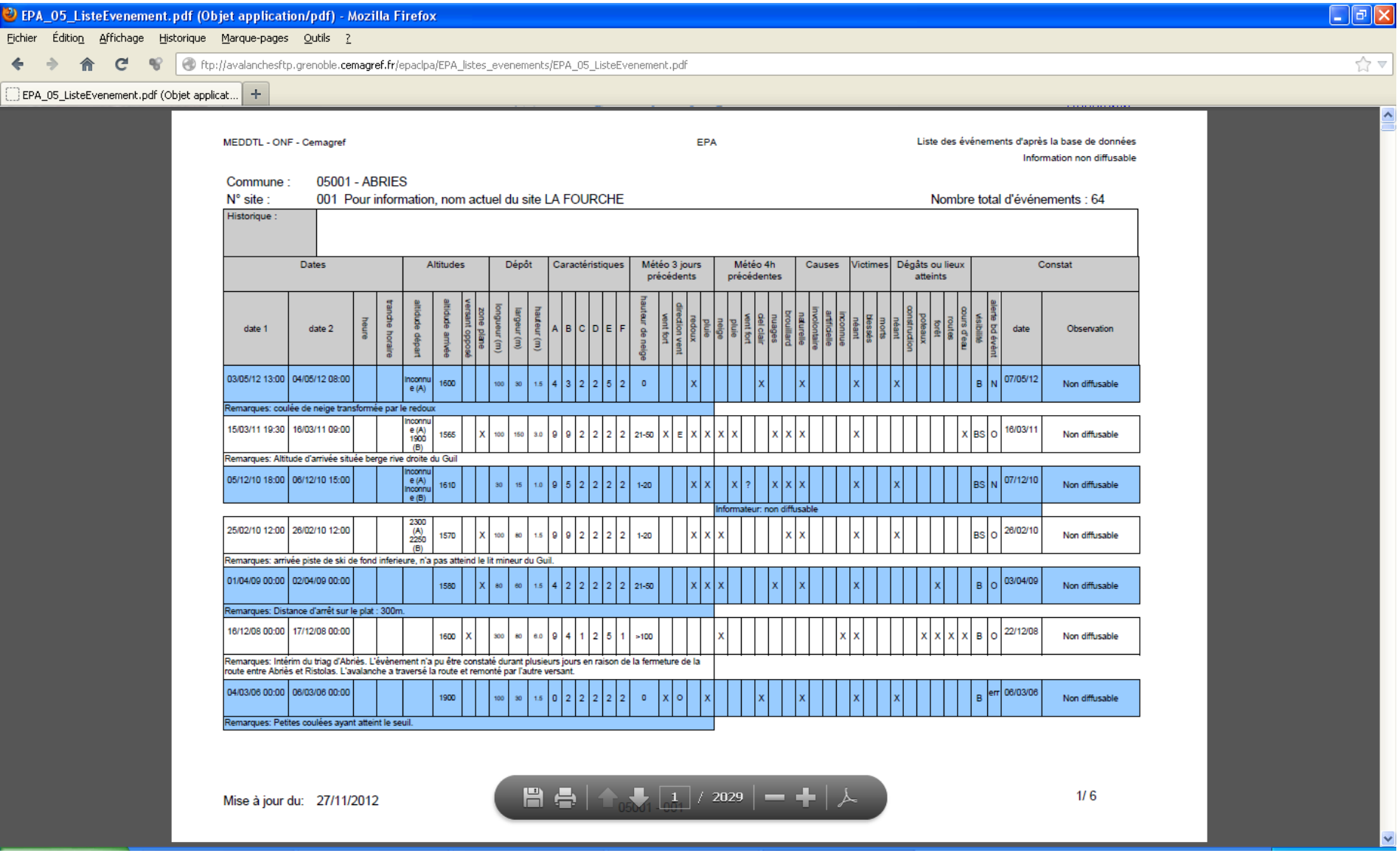
8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.3. Principe et méthodes : L'EPA www.avalanches.fr



8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.3. Principe et méthodes : L'EPA www.avalanches.fr



EPA_05_ListeEvenement.pdf (Objet application/pdf) - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

ftp://avalanchesftp.grenoble.cemagref.fr/epaclpa/EPA_listes_evenements/EPA_05_ListeEvenement.pdf

EPA_05_ListeEvenement.pdf (Objet applicat...

MEDDTL - ONF - Cemagref — EPA — Liste des événements d'après la base de données

Information non diffusable

Commune : 05001 - ABRIES

N° site : 001 Pour information, nom actuel du site LA FOURCHE — Nombre total d'événements : 64

Historique :

Dates				Altitudes				Dépôt			Caractéristiques							Météo 3 jours précédents				Météo 4h précédentes							Causes				Victimes			Dégâts ou lieux atteints						Constat			
date 1	date 2	heure	tranche horaire	altitude départ	altitude arrivée	versant opposé	zone plane	longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	A	B	C	D	E	F	hauteur de neige	vent fort	direction vent	redoux	pluie	neige	pluie	vent fort	gel clair	nuages	brouillard	naturelle	involontaire	artificielle	inconnue	relaté	blessés	morts	relaté	construction	poteaux	forêt	routes	cours d'eau	visibilité	alerte bd évent	date	Observation
03/05/12 13:00	04/05/12 08:00			Inconnue (A)	1600			100	30	1.5	4	3	2	2	5	2	0			X					X			X				X			X							B	N	07/05/12	Non diffusable
Remarques: coulée de neige transformée par le redoux																																											
15/03/11 19:30	16/03/11 09:00			Inconnue (A) 1900 (B)	1565		X	100	150	3.0	9	9	2	2	2	2	21-50	X	E	X	X	X	X			X	X	X					X									X	BS	O	16/03/11	Non diffusable
Remarques: Altitude d'arrivée située berge rive droite du Guil																																												
05/12/10 18:00	06/12/10 15:00			Inconnue (A) Inconnue (B)	1610			30	15	1.0	9	5	2	2	2	2	1-20			X	X	X		?		X	X	X					X			X							BS	N	07/12/10	Non diffusable
Informateur: non diffusable																																												
25/02/10 12:00	26/02/10 12:00			2300 (A) 2250 (B)	1570		X	100	60	1.5	9	9	2	2	2	2	1-20			X	X	X					X	X					X			X							BS	O	26/02/10	Non diffusable
Remarques: arrivée piste de ski de fond inferieure, n'a pas atteind le lit mineur du Guil.																																												
01/04/09 00:00	02/04/09 00:00				1580		X	80	60	1.5	4	2	2	2	2	2	21-50			X	X	X				X		X					X						X				B	O	03/04/09	Non diffusable
Remarques: Distance d'arrêt sur le plat : 300m.																																												
16/12/08 00:00	17/12/08 00:00				1600	X		300	60	6.0	9	4	1	2	5	1	>100					X									X	X				X	X	X	X	B	O	22/12/08	Non diffusable
Remarques: Intérim du triag d'Abriès. L'évènement n'a pu être constaté durant plusieurs jours en raison de la fermeture de la route entre Abriès et Ristolas. L'avalanche a traversé la route et remonté par l'autre versant.																																												
04/03/06 00:00	06/03/06 00:00				1900			100	30	1.5	0	2	2	2	2	2	0	X	O		X				X			X				X			X							B	err	06/03/06	Non diffusable
Remarques: Petites coulées ayant atteint le seuil.																																												

Mise à jour du: 27/11/2012

1 / 2029

1/ 6

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) : étude des événements passés

➔ **emprises des avalanches =** extensions maximales des événements connus.

➔ mise à jour chaque année. Tous les dix ans, une enquête récapitulative de mise à jour plus approfondie est menée.

➔ informations collectées selon deux processus indépendants :

- **photo-interprétation** réalisée à partir de **stéréophotographies** prises en été

- **recueil de témoignages ou enquête-terrain**

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

Tracé sur un fond de **carte IGN 1/25 000**,

couleurs différentes pour les limites provenant de l'interprétation des événements passés (orange) ou grâce au recueil de témoignage (rose).

+ indication des **dispositifs fixes de protection paravalanches**.

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

1- Étude par photo-interprétation

= étude stéréoscopique de couples de photographies aériennes en noir et blanc d'été, généralement au 1/30 000

➔ mettre en évidence certaines traces physiques ou géomorphologiques d'avalanches passées,

pour caractériser essentiellement le trajet et parfois la zone d'arrêt des avalanches :

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

1- Étude par photo-interprétation

- les dépôts : éboulis, blocs traînés, moraines nivales...,

-les traces de destruction : arbres cassés, parfois ruines d'habitations....

- les marques dans la végétation :

+ trouées en forêt selon la ligne de plus grande pente,

+ zones plus clairsemées ou de mélezin,

+ lignes d'arbres semblant plus jeunes (taille différente de celle des plantes environnantes) ou partiellement arrachés,

+ zones d'arbustes (aulnes, bouleaux plus ou moins buissonnants, sorbiers...),

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

1- Étude par photo-interprétation

- Difficulté de délimiter la zone d'arrêt :

➔traces en zone basse, souvent fortement anthropisée, disparaissent très vite.

- Etude stéréoscopique ➔ pour préciser les zones de départ :

= examen minutieux de la topographie, et facteurs favorables au déclenchement des avalanches :

pentes fortes (30° à 50°) de dénivelée suffisante, spécialement celles de profil longitudinal convexe, terrain lisse (éboulis fin, dalles, glacier, herbe couchée), présence de sources ou de végétation arbustives (rhododendron...)

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

2- Enquête sur le terrain

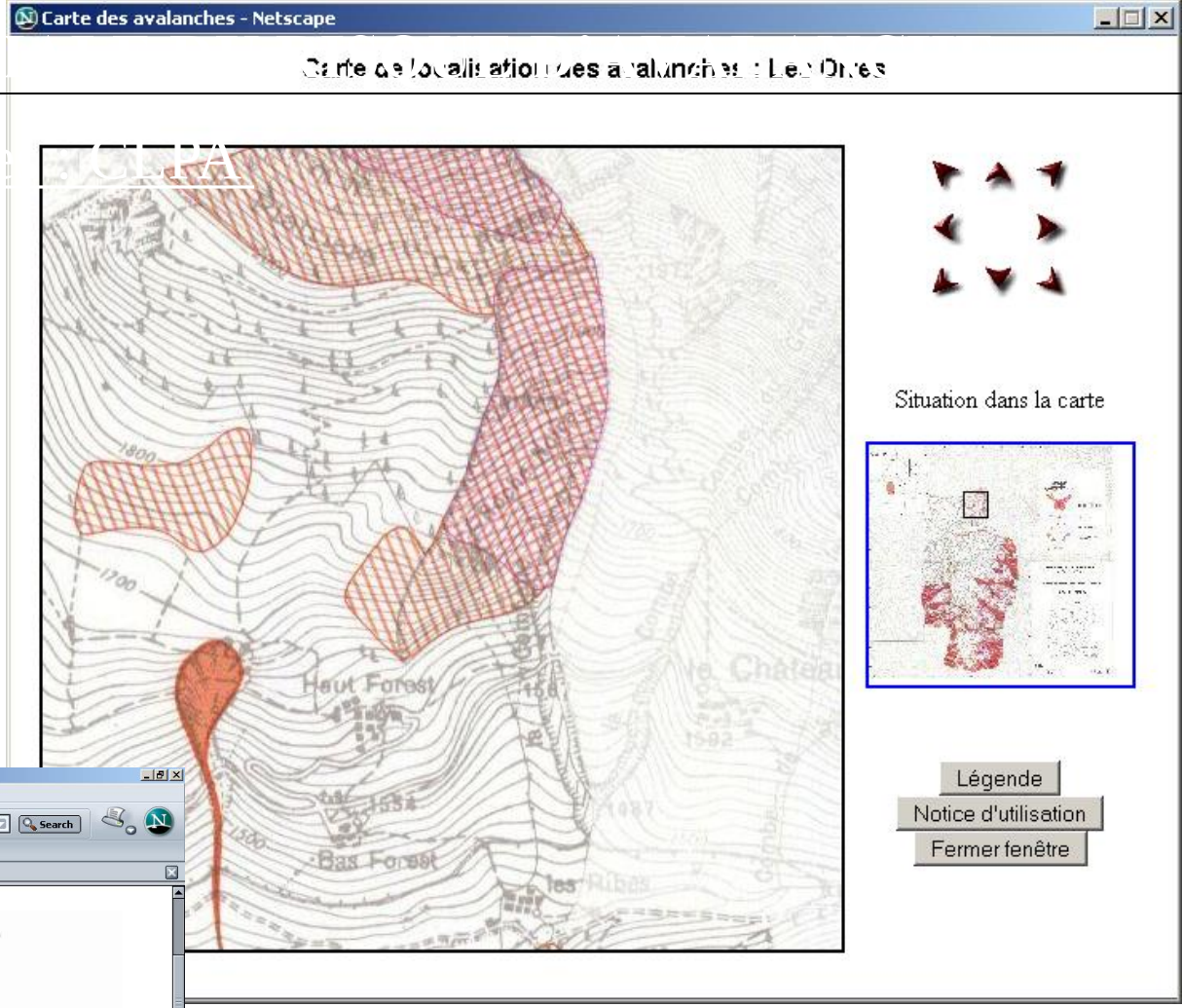
collecte et l'examen critique de tous les renseignements et documents d'archives,

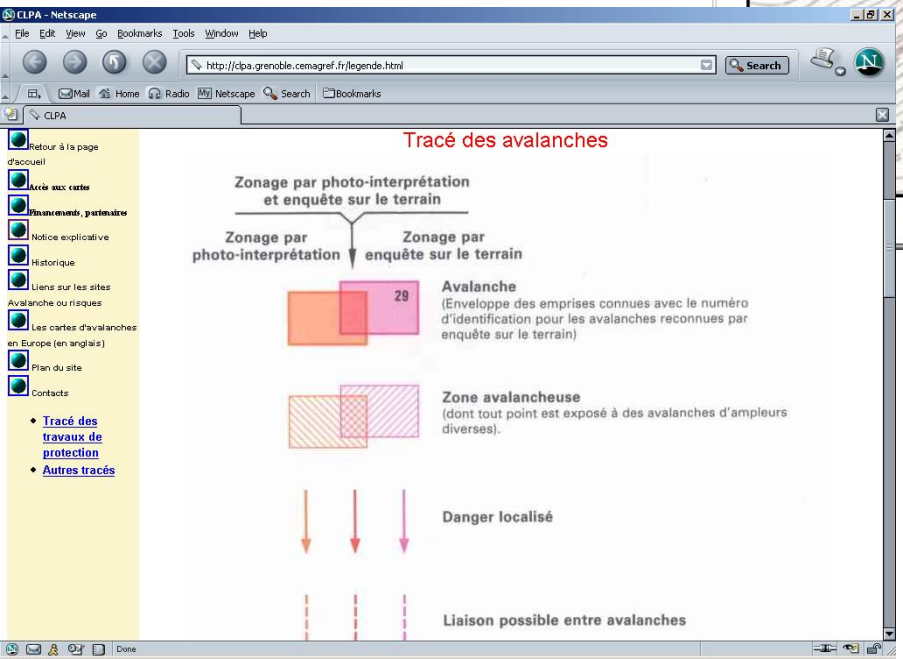
et leur confrontation au terrain grâce à un parcours systématique, au moins visuel, de toute la zone à cartographier.

Aux avalanches, s'ajoutent tous les travaux de protection fixes réalisés dans la zone d'étude.

Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009 - Station des Orres (05) – Diapositive de P. Rissler

3- Représentation

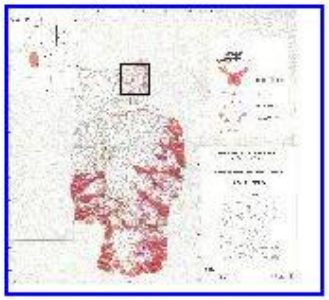




Carte des avalanches - Netscape

Carte de localisation des avalanches : Les Orres

Situation dans la carte



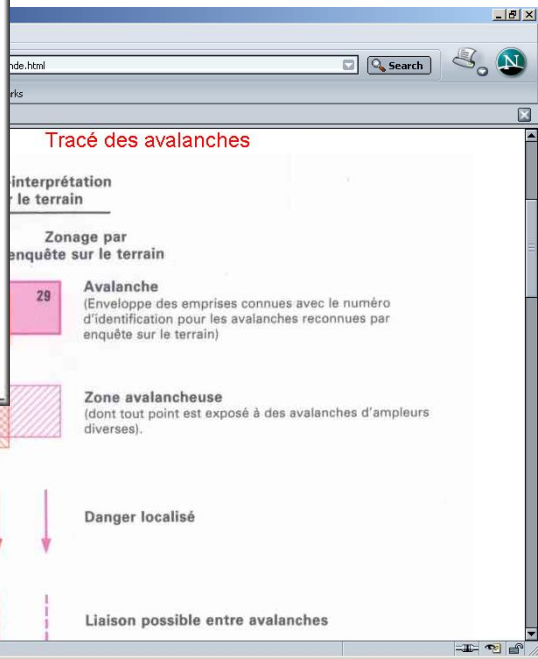
Légende

Notice d'utilisation

Fermer fenêtre

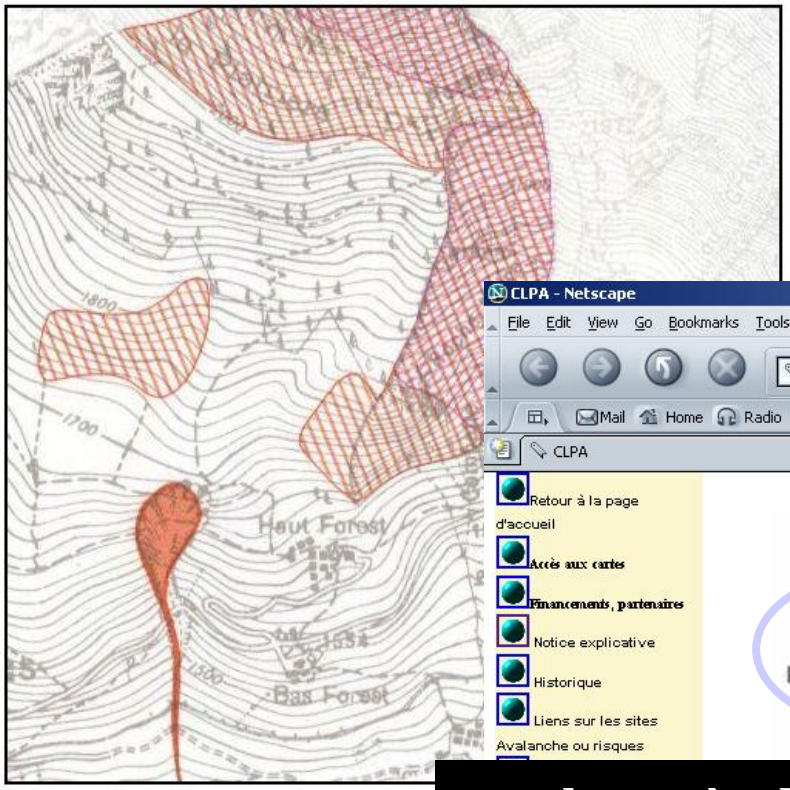
www.avalanches.fr

cemagref



Carte des avalanches - Netscape

Carte de localisation des avalanches : Les Orres



Situation dans la carte

CLPA - Netscape

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

http://clpa.grenoble.cemagref.fr/legende.html

Search

Mail Home Radio Netscape Search Bookmarks

CLPA

Retour à la page d'accueil

Accès aux cartes

Financements, partenaires

Notice explicative

Historique

Liens sur les sites Avalanche ou risques

Contacts

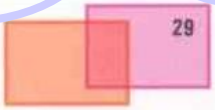
- Tracé des travaux de protection
- Autres tracés

Tracé des avalanches

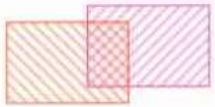
Zonage par photo-interprétation et enquête sur le terrain

Zonage par photo-interprétation

Zonage par enquête sur le terrain



Avalanche
(Enveloppe des emprises connues avec le numéro d'identification pour les avalanches reconnues par enquête sur le terrain)



Zone avalancheuse
(dont tout point est exposé à des avalanches d'ampleurs diverses).

Danger localisé

Liaison possible entre avalanches

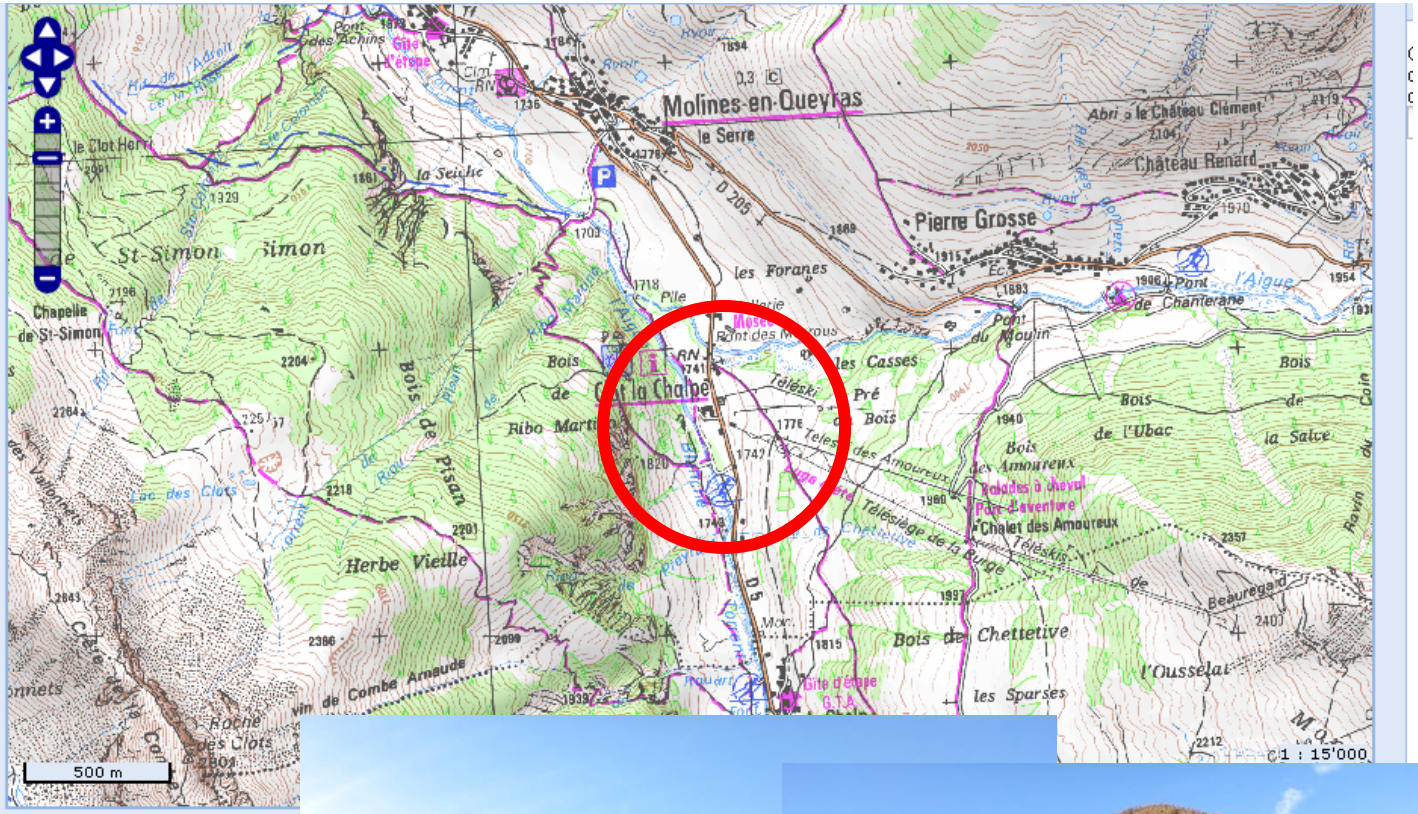
Done

Couleurs à plat

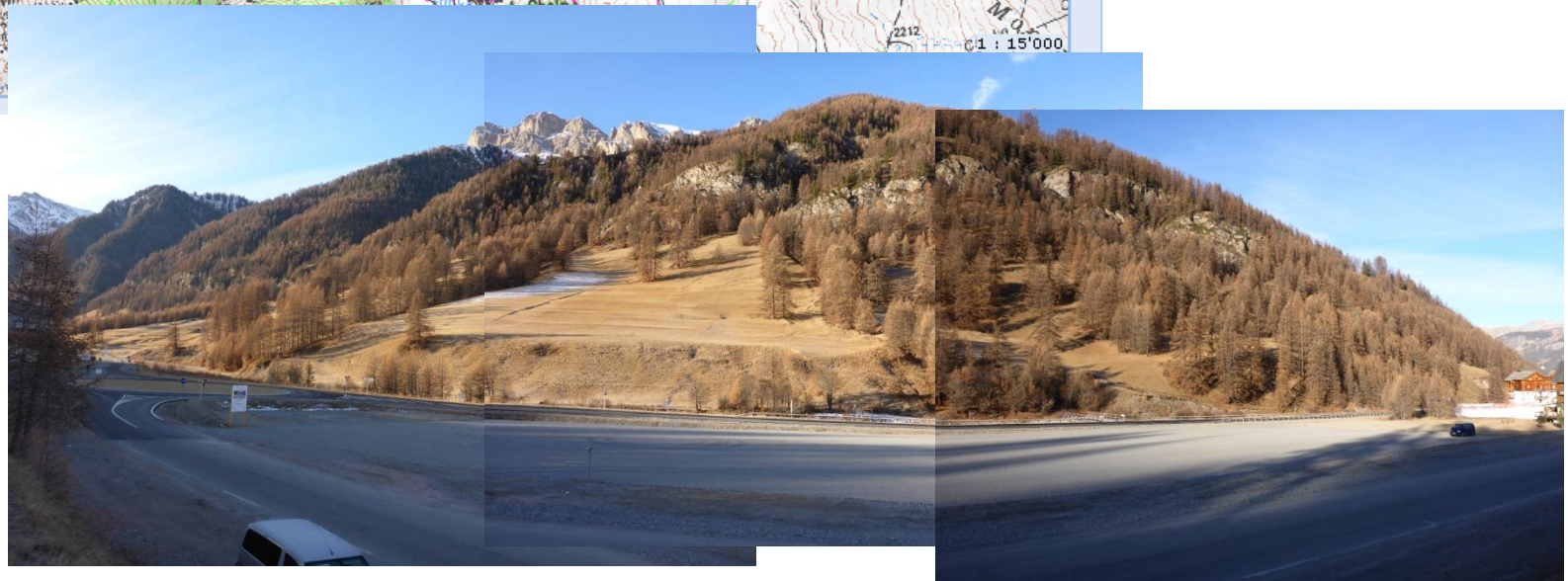
Zones en hachures

Attention : il n'existe aucune classification hiérarchisée entre ces différentes représentations.

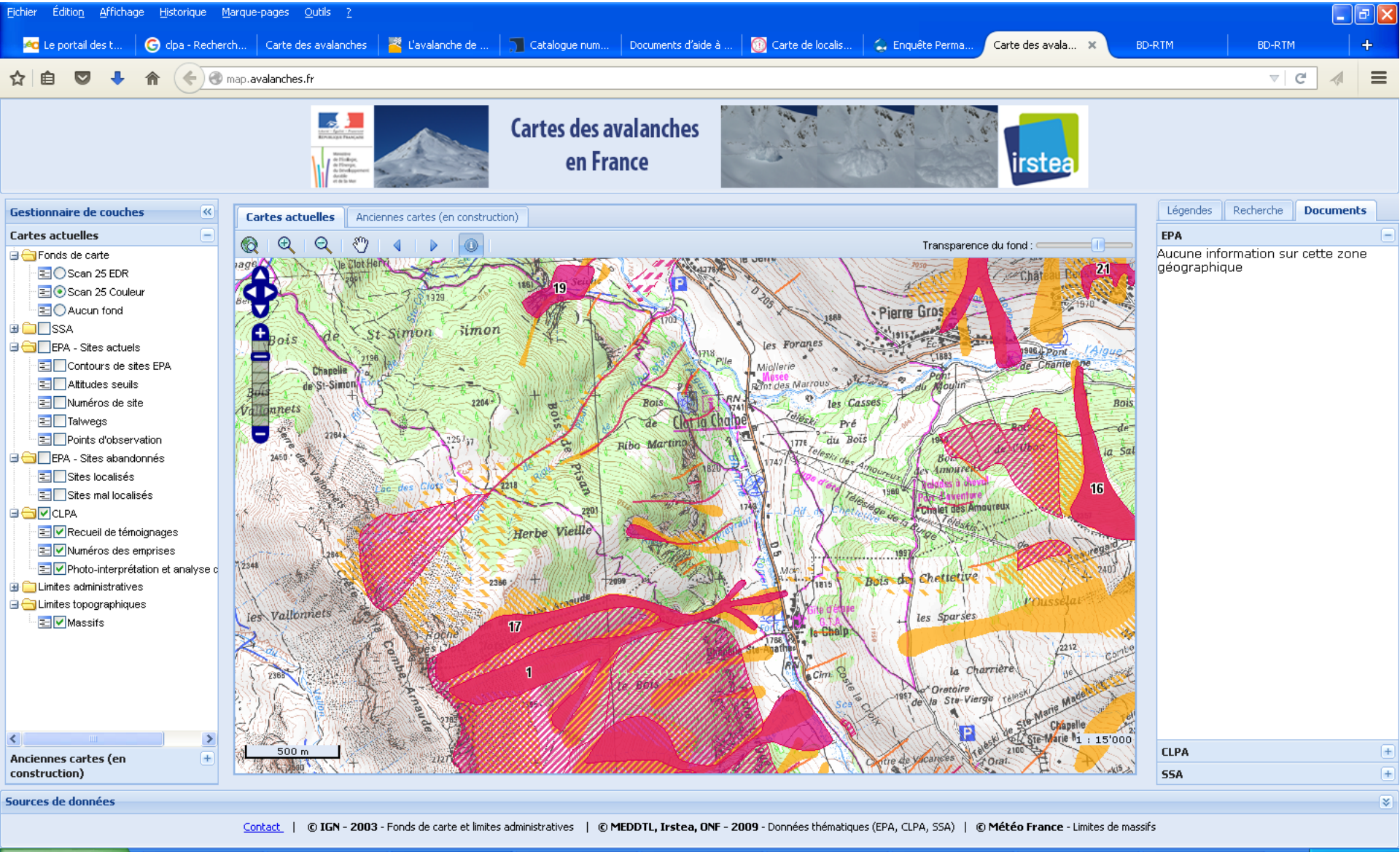
Nouveau Parking de la station de ski de Molines en Queyras (Décembre 2015)



DANGER avalanche?

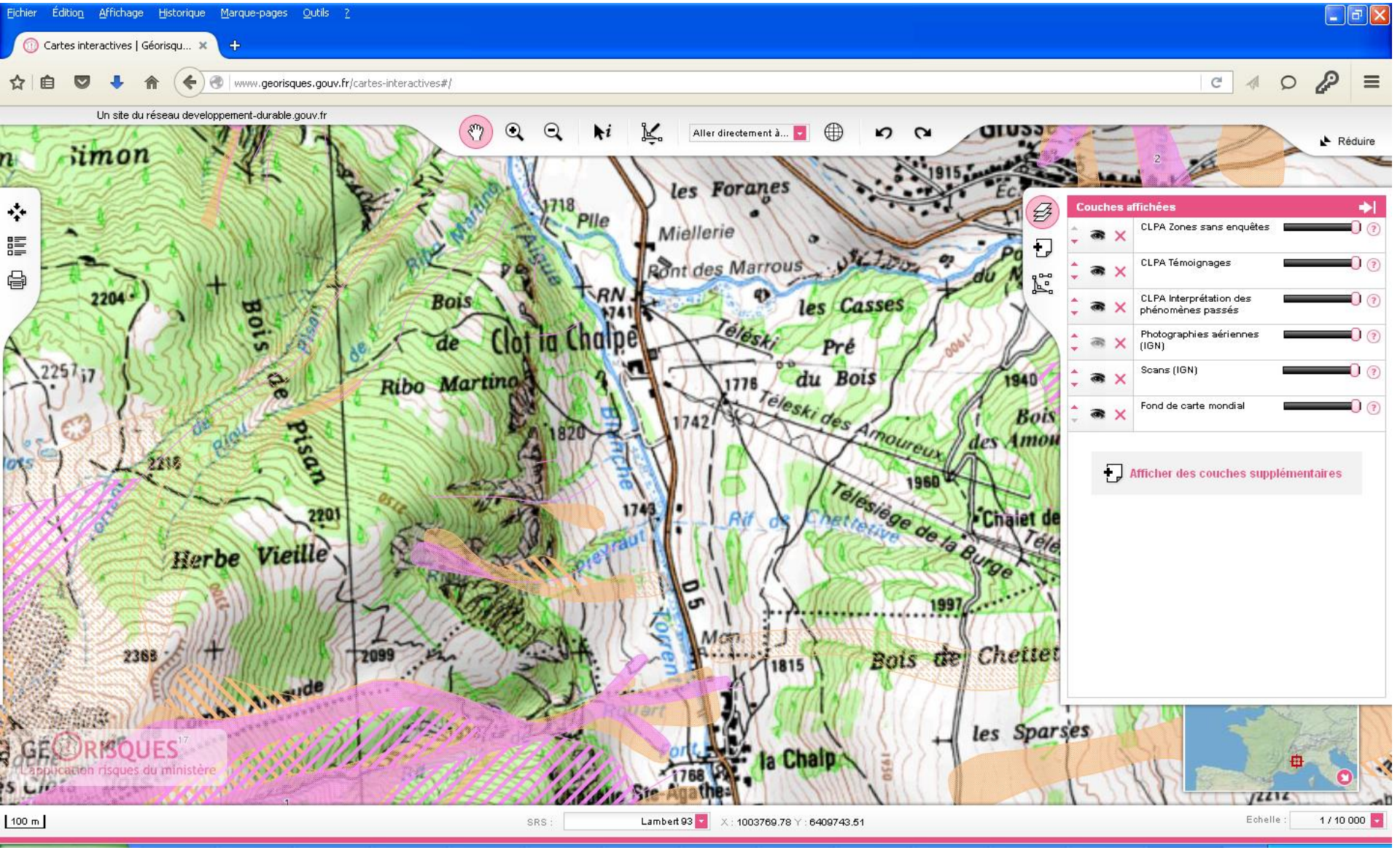


Nouvelle version des données thématiques sur SIG en ligne Janvier 2016



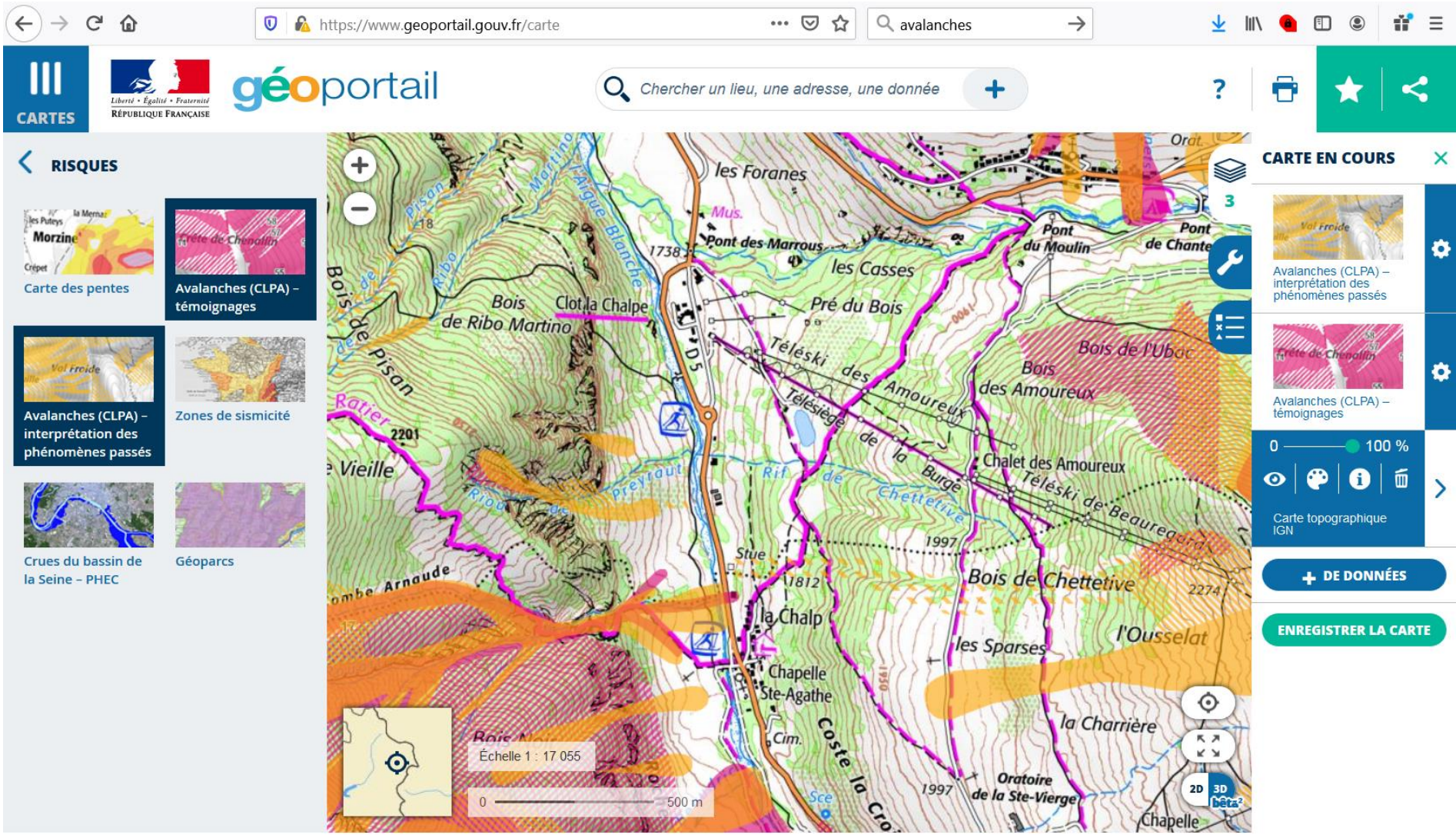
Nouvelle version des données thématiques sur SIG en ligne

Août 2016 : le portail www.georisques.gouv.fr



Données Avalanches de nouveau disponibles sur le géoportail en 2020

Accessible dans la thématique « Développement durable, énergie »



Voir le power-point : Lire une CLPA

CLPA – Saint Véran La Chalp (05) Queyr

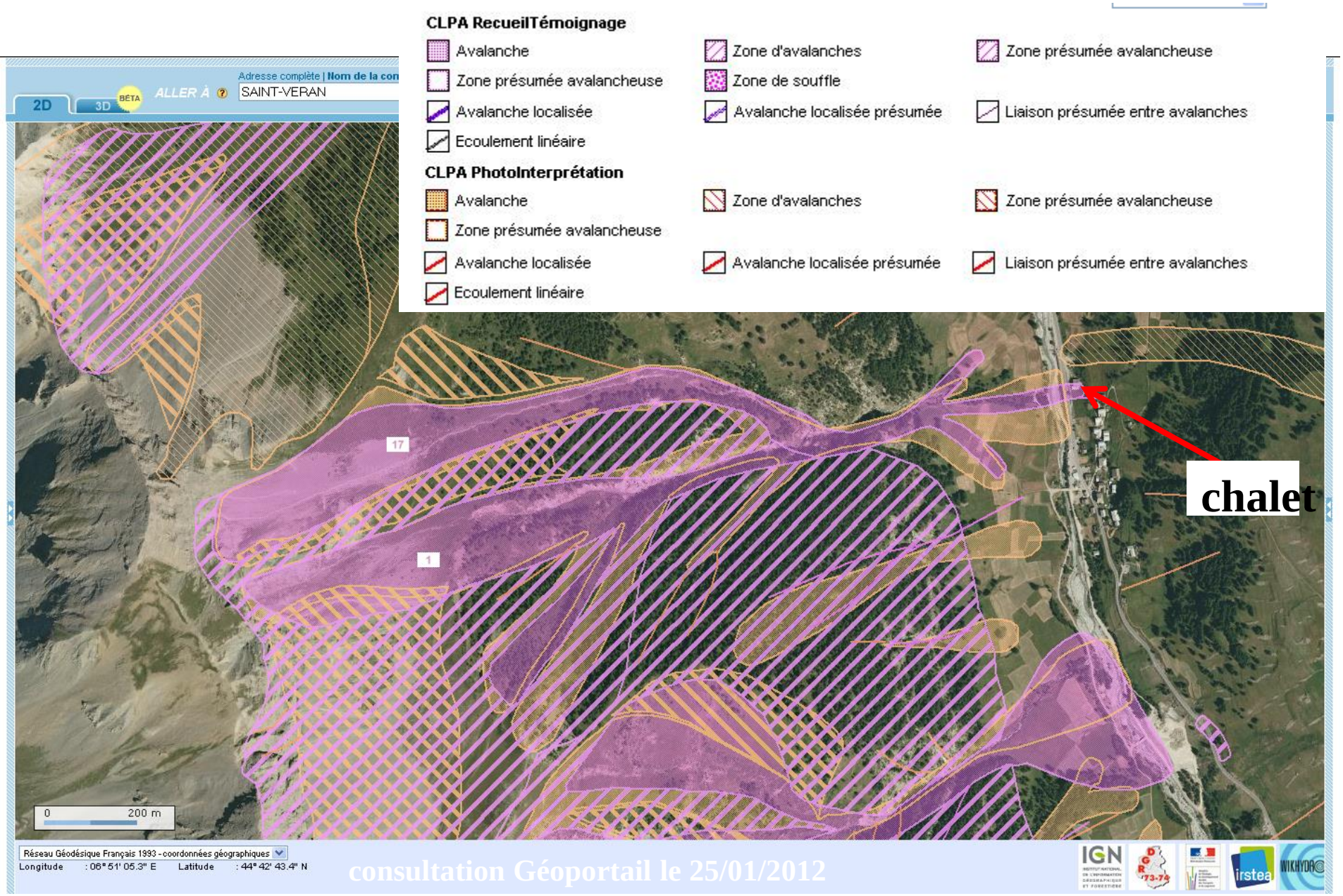
Mur de protection paravalanche du chalet

clichés du 24/01/2012

CLPA – Saint Véran La Chalp (05) Queyras

cliché du 24/01/2012

CLPA – Saint Véran La Chalp (05) Queyras



consultation Géoportail le 25/01/2012

http://www.geoportail.fr/administrations/visu2DLegendes.do?idcouche=Avalanches&profil=decouverte&territoire=metrop

Informations sur la couche

Avalanches

Avalanches

Propriétaires de cette couche

MEDAD

CEMAGREF

Description

Cette couche nous montre les données sur les avalanches.

> **Cliquez-ici pour consulter d'autres risques.**

> **Cliquez-ici pour plus d'informations sur cette couche.**

Légende de cette couche

1:8000

CLPA RecueilTémoignage

- Avalanche
- Zone d'avalanches
- Zone présumée avalancheuse
- Zone présumée avalancheuse
- Zone de souffle
- Avalanche localisée
- Avalanche localisée présumée
- Liaison présumée entre avalanches
- Ecoulement linéaire

CLPA PhotoInterprétation

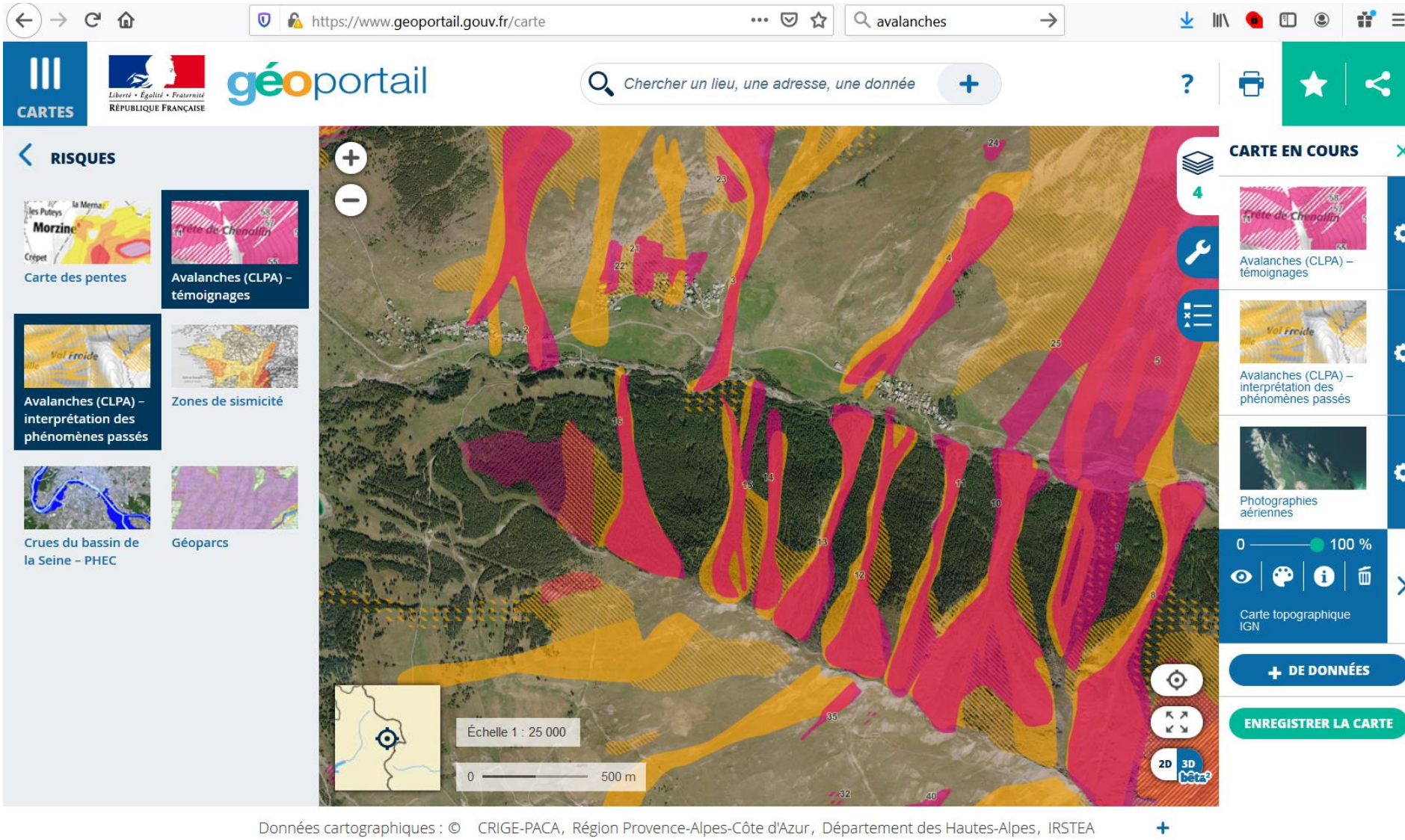
- Avalanche
- Zone d'avalanches
- Zone présumée avalancheuse
- Zone présumée avalancheuse
- Avalanche localisée
- Avalanche localisée présumée
- Liaison présumée entre avalanches
- Ecoulement linéaire

- Zone sans enquête

CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras

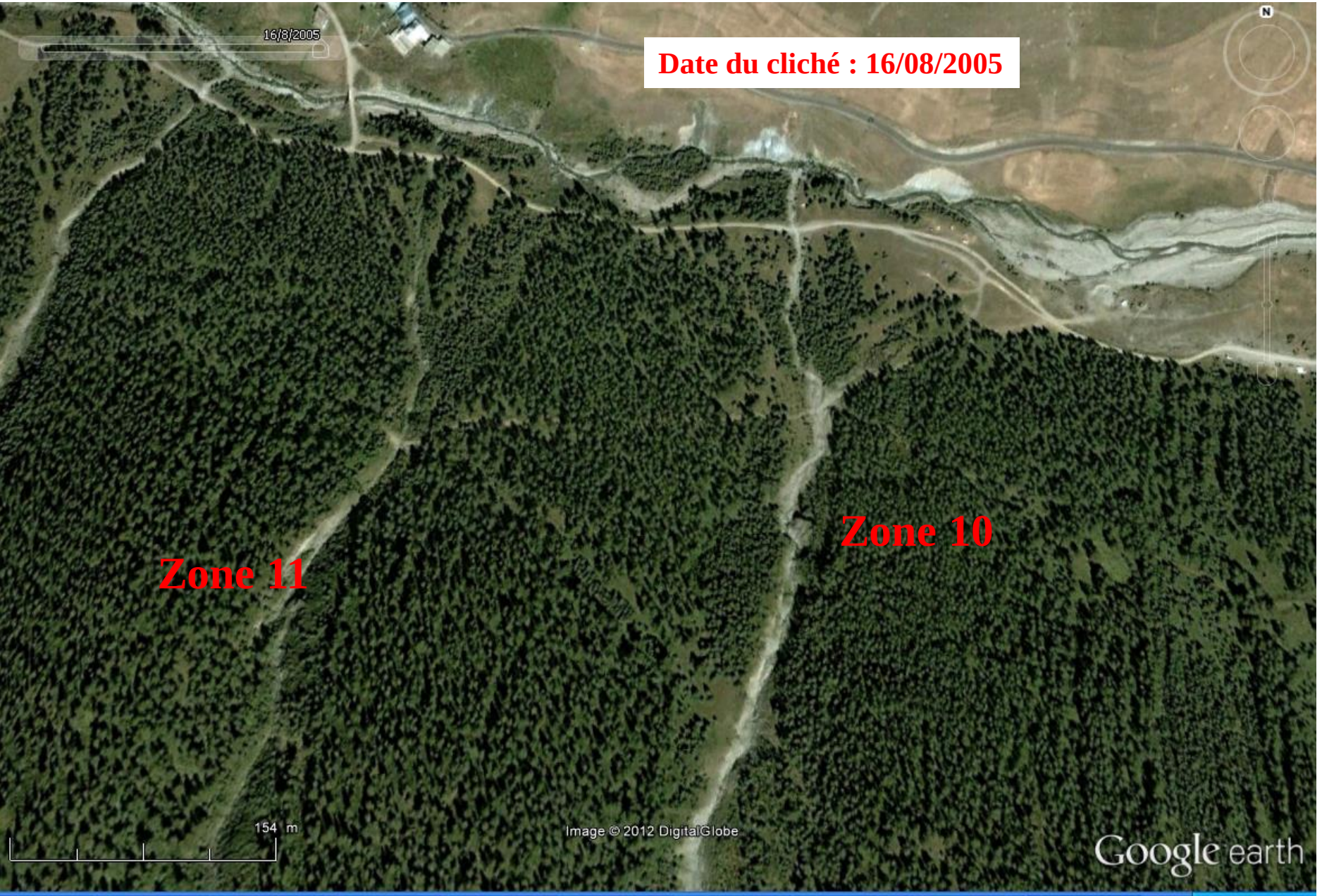
consultation Géoportail le 25/01/2012

CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras

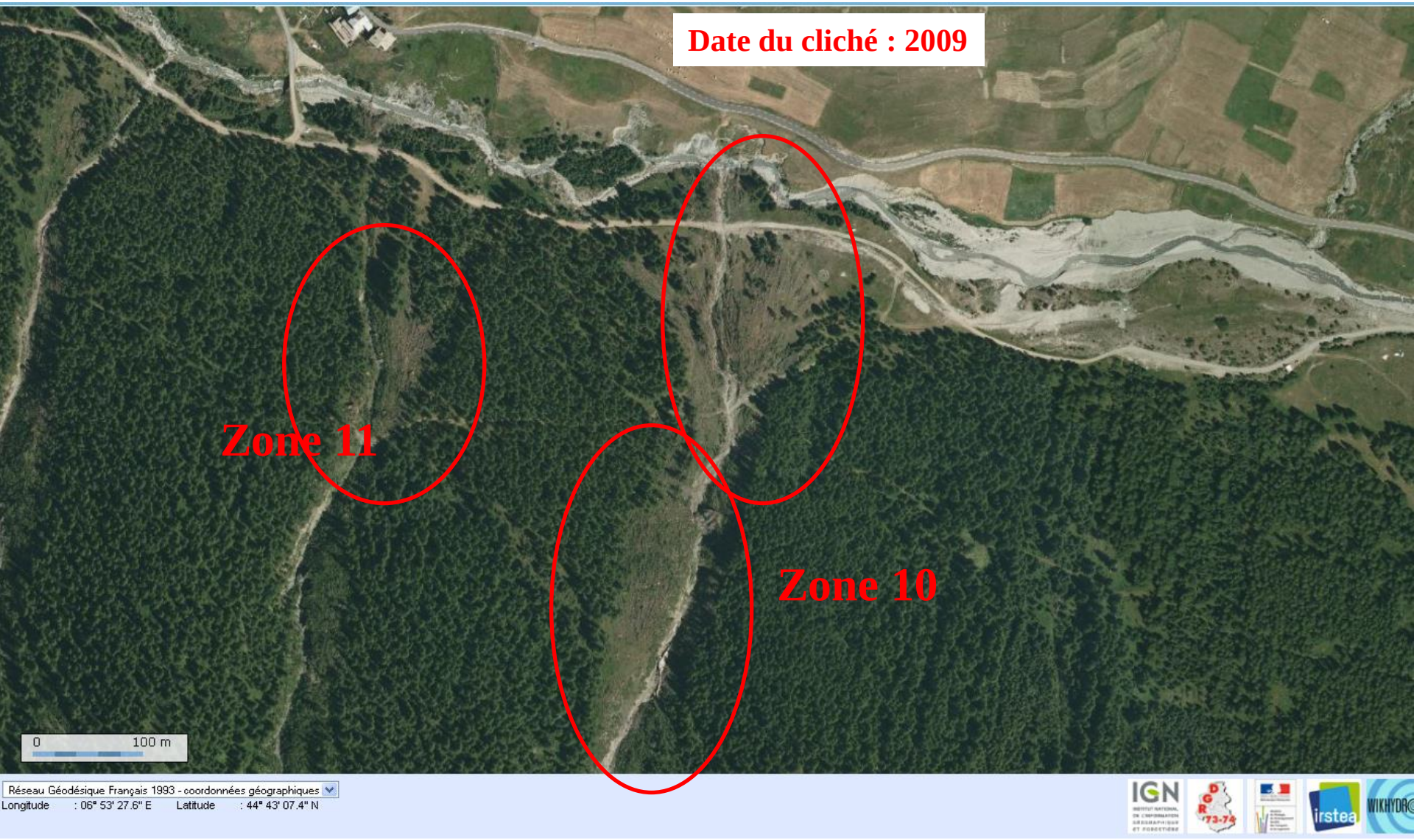


consultation Géoportail le 13/01/2020

CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras

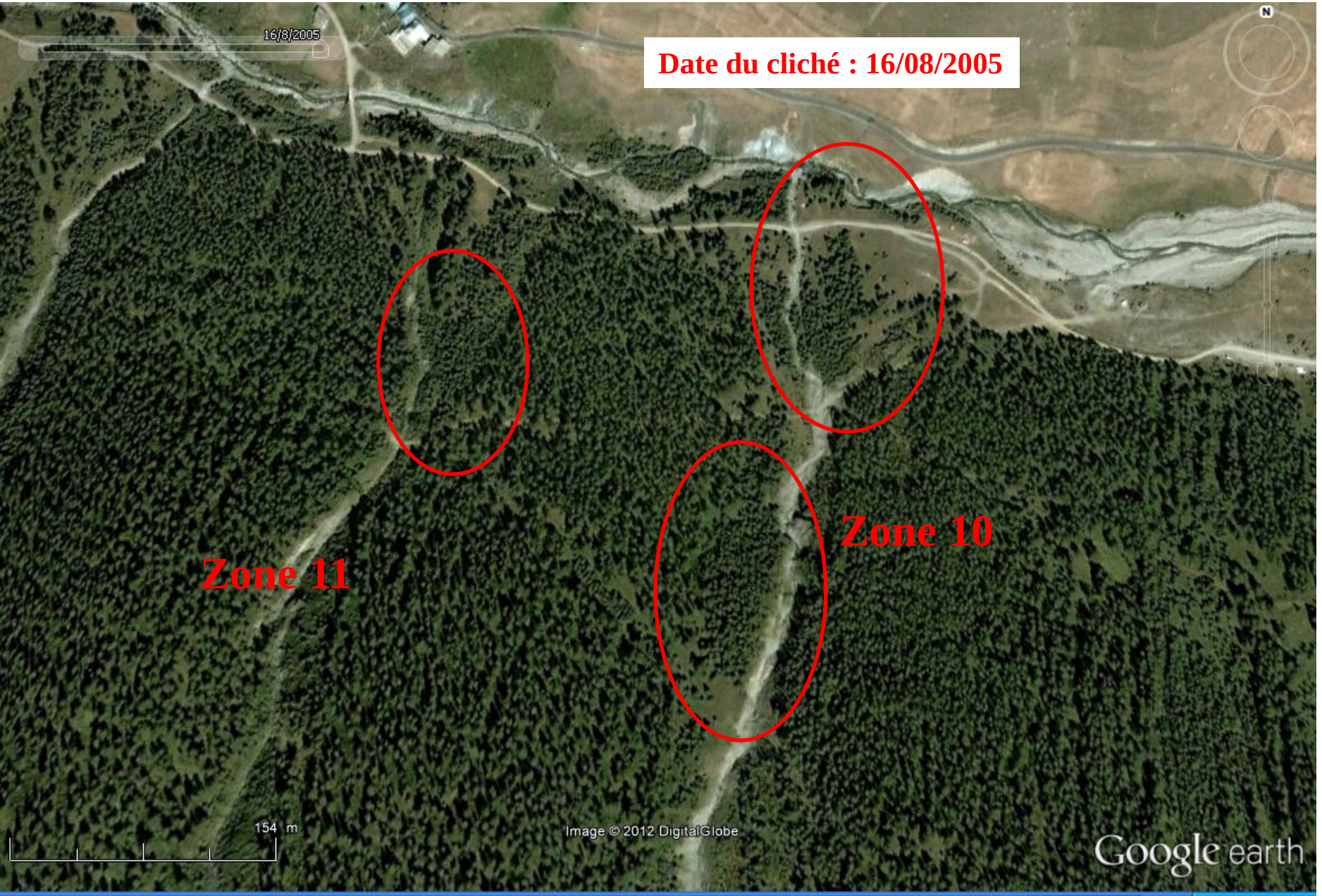


CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras



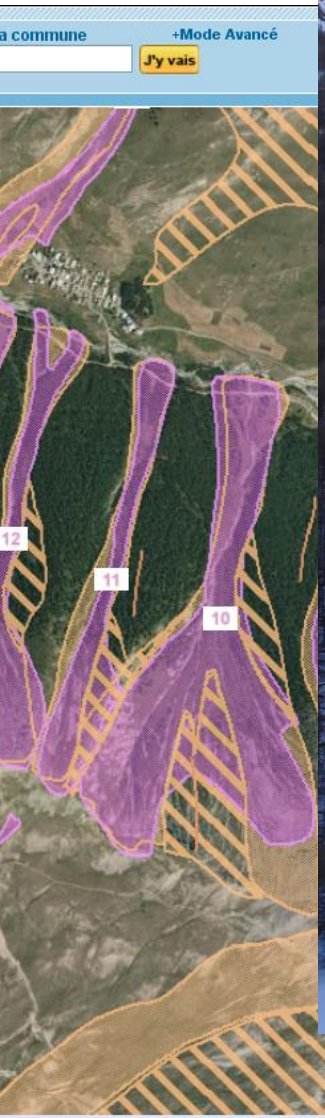
consultation Géoportail le 25/01/2012

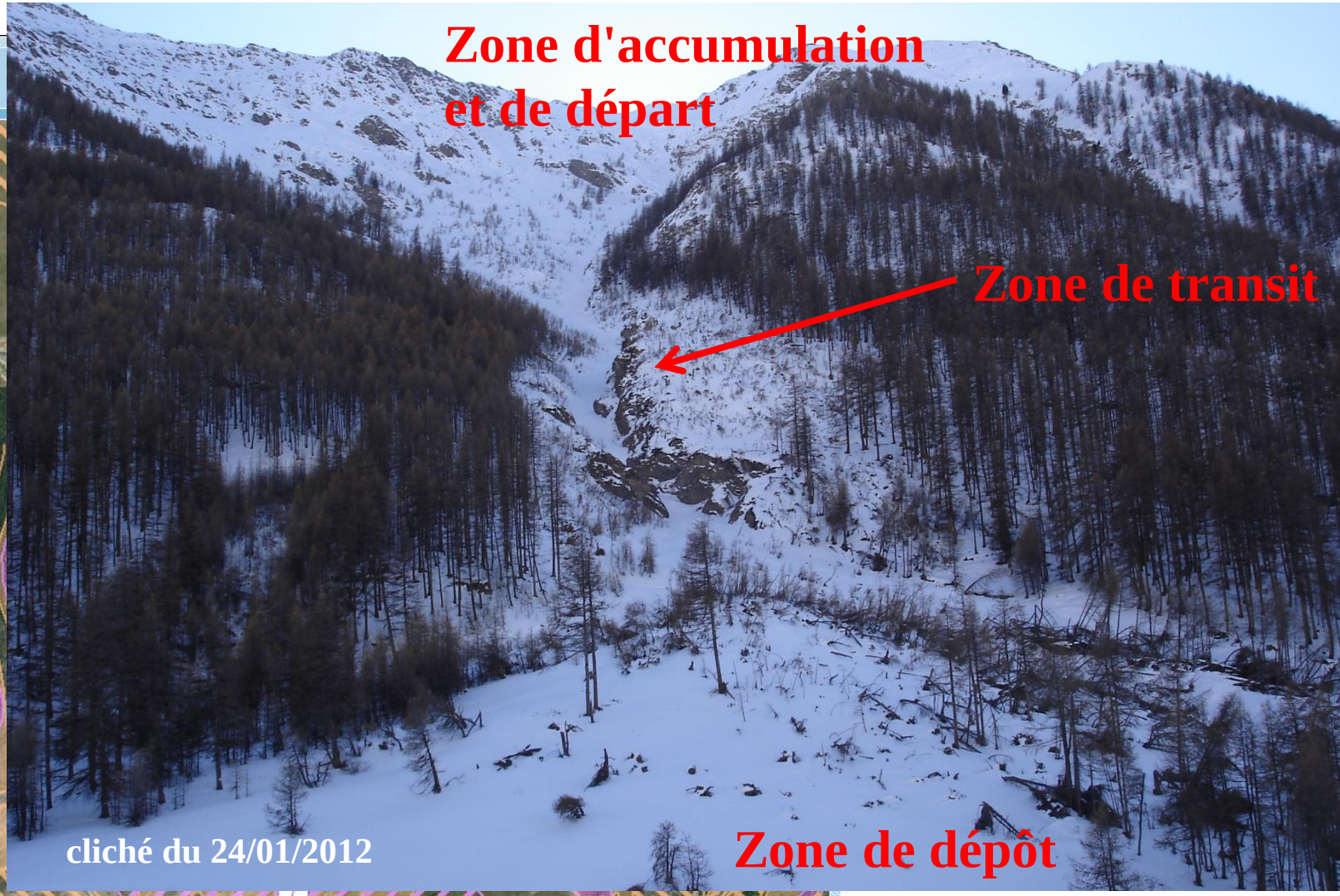
CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras



CLPA – Molines en Queyras - Fontgillarge (05) Queyras

Zone n°10





consultation Géoportail le 25/01

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

CLPA et PPR (Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles) :

- CLPA ne peut pas être utilisée directement comme une carte d'aléa

(carte d'aléa requiert le dessin d'un document différent où fréquence et intensité du phénomène sont prises en compte)

- insérée dans le dossier PPR au titre de "carte informative des phénomènes naturels [avalanches]"

- contours de la CLPA au 1/25 000 trop imprécis pour PPR (plan cadastral 1/5 000)

8.2. LA GESTION SPATIALE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.2.4. Principe et méthodes : CLPA

CLPA et EPA (Enquête Permanente sur les Avalanches) :

- site EPA : zone géographique définie, **puis observation de** tous les événements qui s'y produisent.

- emprise CLPA : **représente les limites** les plus larges d**es événements** les plus étendus que l'on connaisse.

➔ **Les sites EPA sont choisis alors que les emprises CLPA sont constatées.**

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

= mesures prises temporairement, lors de certaines périodes, pour diminuer les risques d'accidents d'avalanche

➔ Prévision temporelle du risque d'avalanche :

➔ nécessite des connaissances nivo-météorologiques pour interpréter l'évolution de la neige

(rappel : stabilité du manteau neigeux dépend des conditions météorologiques passées et présentes, qui déterminent l'évolution interne de la couverture de neige)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

Prévision temporelle du risque d'avalanche :

➔ partenariat :

- stations de sport d'hiver : observation
- Météo-France : prévision et diffusion de l'information.

8.3.1. Observer et mesurer

Réseau nivo-météorologique :

140 postes d'observations, entre 1000 et 2500m d'altitude

Pisteurs-secouristes, deux fois par jour : vent, température, épaisseur et qualité de la neige fraîche, phénomènes de chasse-neige sur les crêtes, avalanches observées etc.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Relevé hebdomadaire de l'évolution du manteau neigeux en stations de ski ➔ Sondage – battage

Battage = évaluation de la résistance de la neige à l'aide d'une sonde et d'un poids

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Relevé hebdomadaire de l'évolution du manteau neigeux en stations de ski ➔ Sondage – battage

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Relevé hebdomadaire de l'évolution du manteau neigeux en stations de ski ➔ Sondage – battage

Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009
Station des Orres (05)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Relevé hebdomadaire de l'évolution du manteau neigeux en stations de ski ➔ Sondage – battage

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

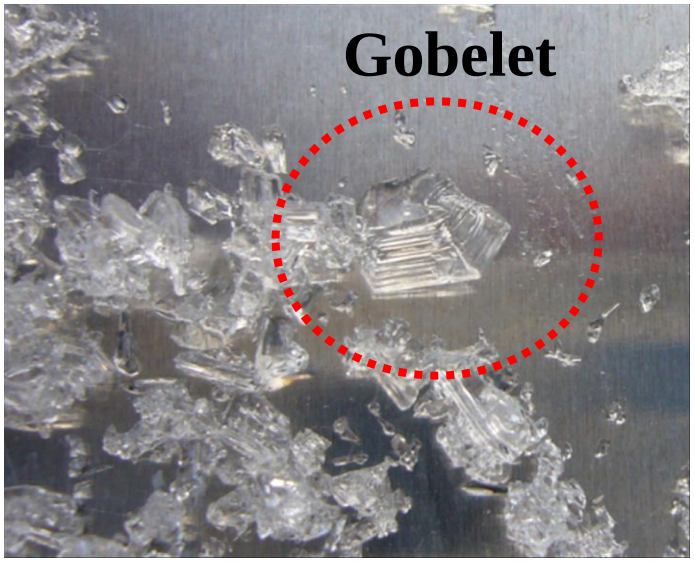
8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Relevé hebdomadaire de l'évolution du manteau neigeux en stations de ski ➔ Sondage – battage

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

Détermination à l'oeil



Détermination à la loupe

Carottage

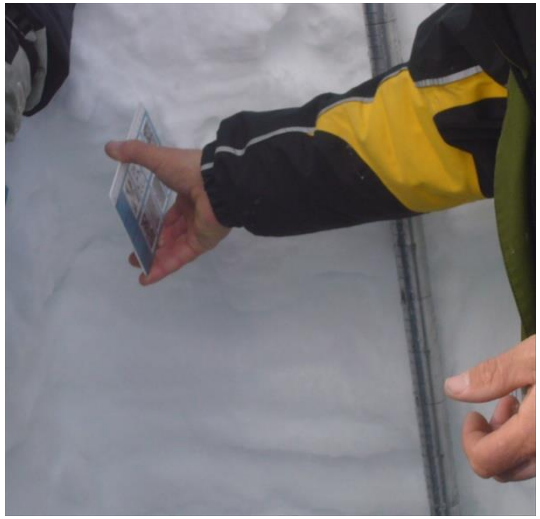
Pesée

Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009 - Station des Orres (05) – Diapositive de P. Rissler

Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009 - Station des Orres (05) – Diapositive de P

Repérage *des strates*

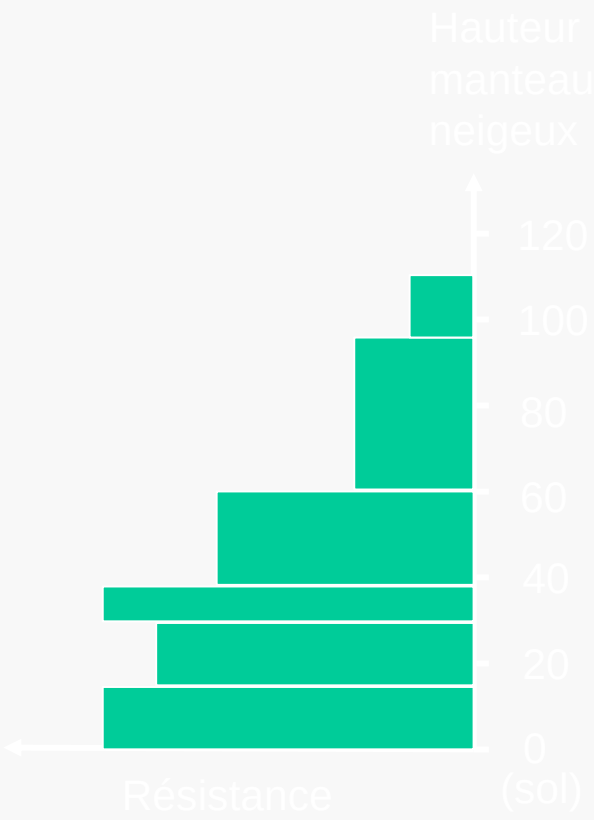
Dureté



Température

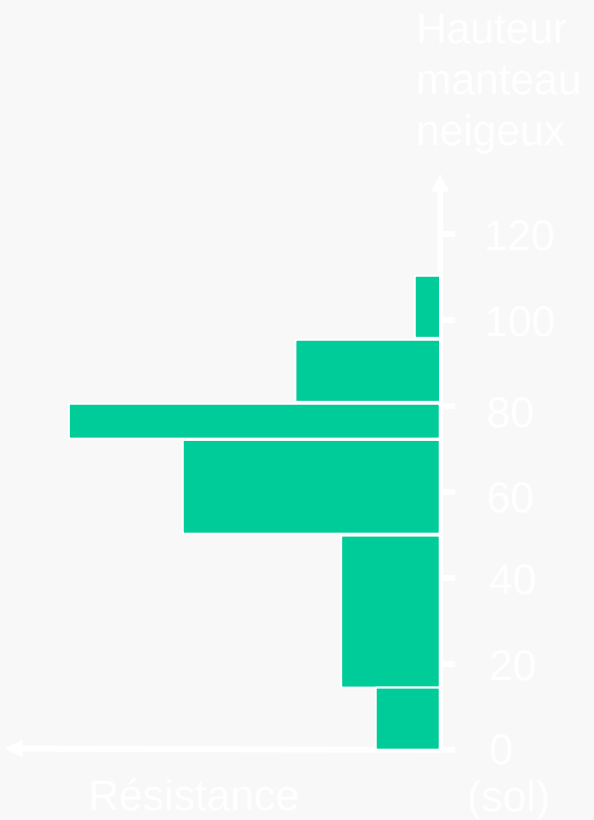
Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009 - Station des Orres (05) – Diapositive de P. Rissler

Profil 1



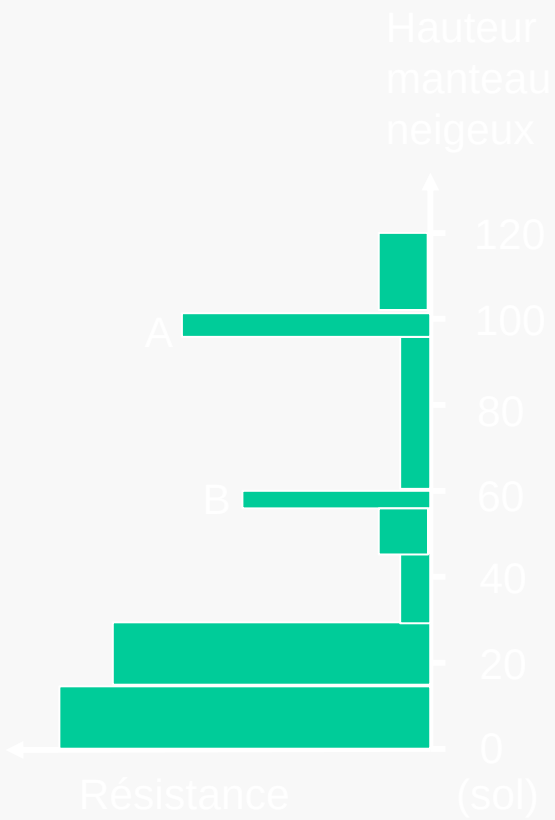
Manteau neigeux stable à la base

Profil 2

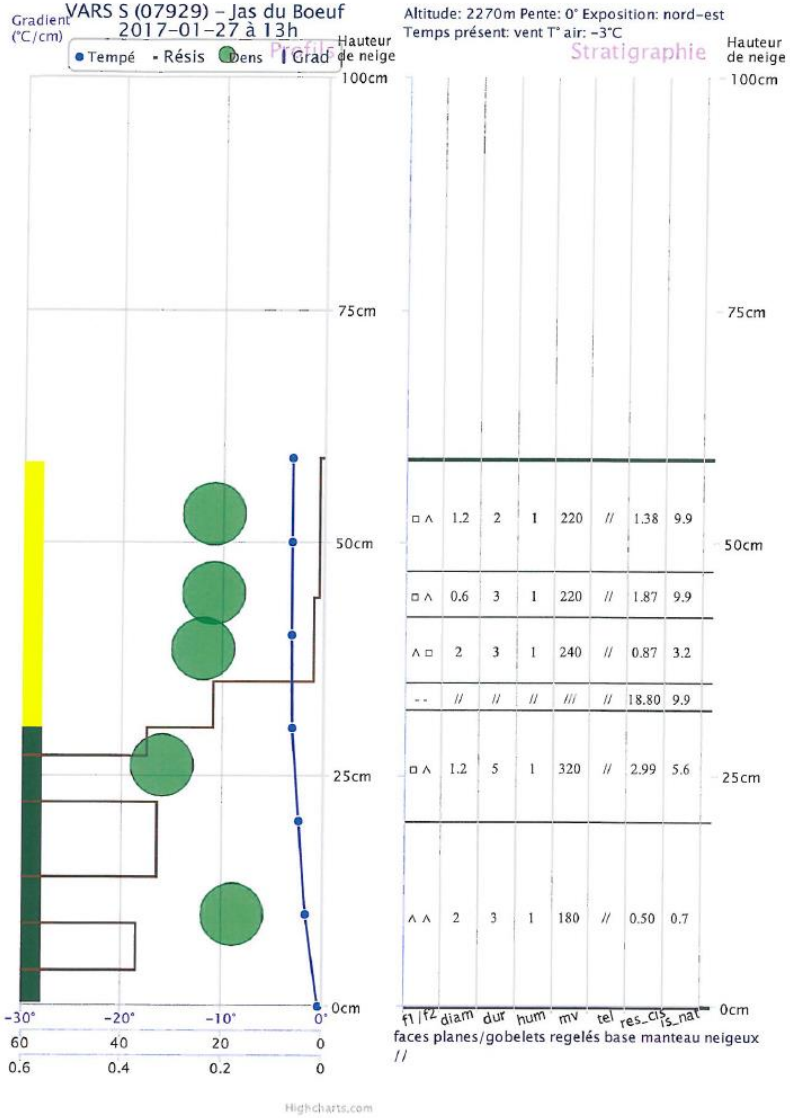


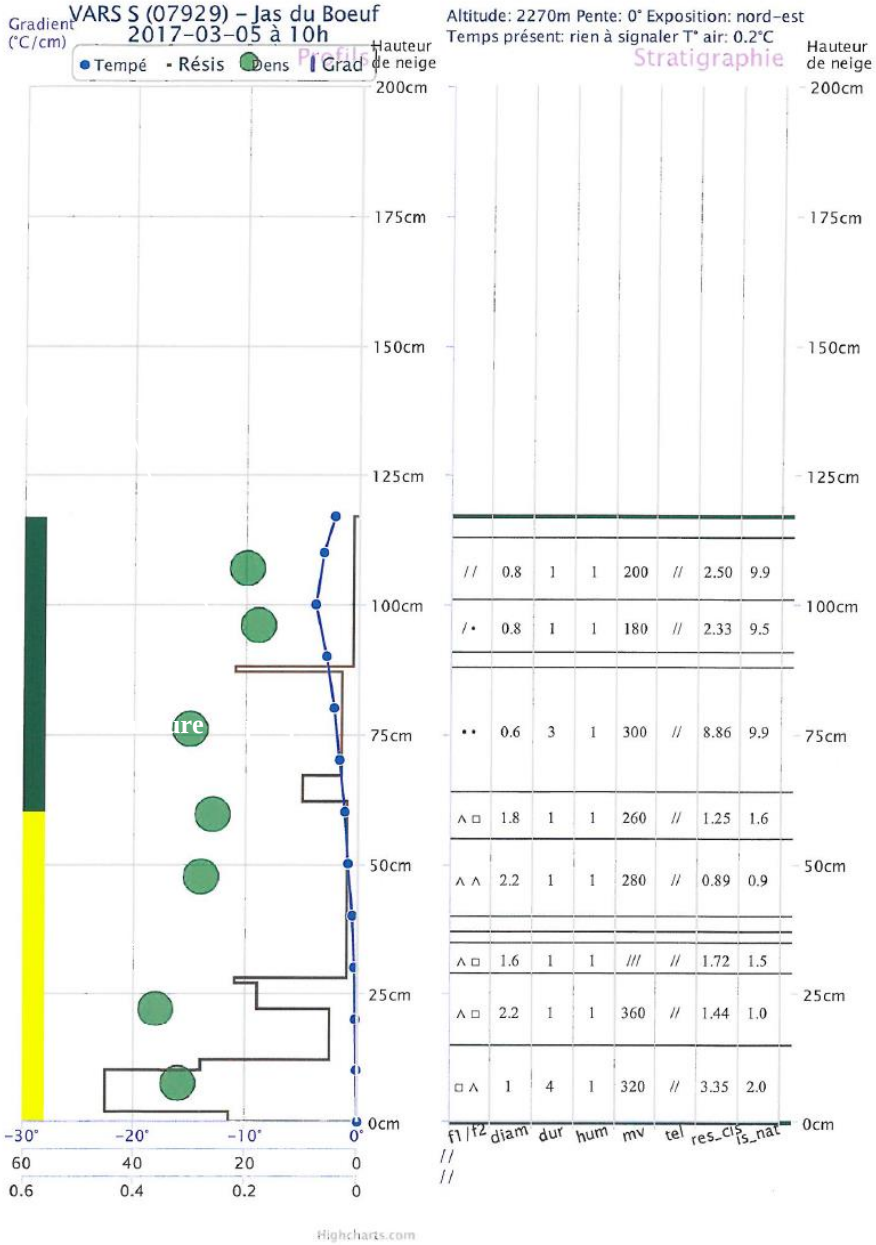
Manteau neigeux potentiellement instable à la base

Profil 3



Manteau neigeux potentiellement instable avec une structure de plaque entre A et B


VARS S (07929) – Jas du Boeuf
2017-01-27 à 13h
Altitude: 2270m Pente: 0° Exposition: nord-est
Temps présent: vent T° air: -3°C
Gradient (°C/cm)
Profils
Tempé
Résis
Dens
Grad
Hauteur de neige
100cm
75cm
50cm
25cm
0cm
Stratigraphie
-30°
-20°
-10°
0°
60
40
20
0
0.6
0.4
0.2
0
f1 f2 diam dur hum mv tel res_cis is_nat
faces planes/gobelets regelés base manteau neigeux
Highcharts.com


VARS S (07929) – Jas du Boeuf
2017-03-05 à 10h
Altitude: 2270m Pente: 0° Exposition: nord-est
Temps présent: rien à signaler T° air: 0.2°C
Gradient (°C/cm)
Profils
Tempé
Résis
Dens
Grad
Hauteur de neige
200cm
175cm
150cm
125cm
100cm
75cm
50cm
25cm
0cm
Stratigraphie
-30°
-20°
-10°
0°
60
40
20
0
0.6
0.4
0.2
0
f1 f2 diam dur hum mv tel res_cis is_nat
Highcharts.com

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.1. Observer et mesurer

Stations automatiques transférées quotidiennement par les pisteurs :

- température de l'air,
- pression atmosphérique,
- précipitations,
- humidité,
- vents à plusieurs niveaux,
- rayonnement,
- capteurs d'épaisseur totale du manteau neigeux,
- épaisseur de la neige fraîche,
- état de la surface de la neige,
- température de surface de la neige

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

+ Depuis 1982 : stations automatiques NIVOSE = mesures à haute altitude
conçues par le centre d'étude de la neige (CEN) de Météo-France.

Transmission des mesures :

- par le système ARGOS = satellite défilant et permettant de recevoir environ sept messages par jour,

- par le système Météosat = satellite géostationnaire Météosat et permet de recevoir un message au pas horaire.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

29 stations automatiques « Nivôse » entre 1600 et 3000m

Mesure :

- hauteur de neige par capteur à ultrasons (précision +/- 1 cm)
- humidité relative (± 5%)
- température de l'air (± 0,1°C)
- vitesse maximale du vent en m/s sur 10 mn
- vitesse moyenne du vent sur 10mn.

Consulté le 28/01/2021 : https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/precipitations/peut-prevoir-les-avalanches

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

20 stations NIVOSE

ALPES	**Haute- Savoie**	Les Aiguilles Rouges
	Savoie	Plagne-Bellecôte Bonneval/Arc Le Chevril Les Rochilles Les Saisies
	Isère	Chamrousse Le GuaLes Ecrins St. Hilaire du Touvet
	Hautes-Alpes	La Meije Col Agnel
	Alpes-de-Haute-Provence	Col de Restefond
PYRENEES	**Ariège**	Pyrénées Port d'Aula
	Haute-Garonne	Maupas
	Hautes-Pyrénées	Lac d'Ardiden
	Pyrénées Orientales	Canigou
	Pyrénées Atlantiques	Soum Couy
CORSE	**Massif du Cinto**	Corse Sponde
	Massif du Rotondo	Maniccia

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

Mesure de la hauteur de neige par EDF. Station refuge Peclet-Polset (Vanoise)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.2. Analyser, prévoir et diffuser l'information

8 centres départementaux montagne de Météo-France:

- Chamonix (74),
- Bourg-Saint-Maurice (73),
-Saint-Martin-d'hères (38),
-Briançon (05 et 04),
~~-Nice (06 et 04),~~
-Ajaccio (20),
-Perpignan (66 et Andorre),
-Toulouse (31 et 09),
-Tarbes (65 et 64).

➔collectent et analysent les données, puis élaborent et diffusent l'information

" neige et avalanche",

dont les bulletins d'estimation du risque d'avalanche (BRA) sur les massifs de leur département.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.2. Analyser, prévoir et diffuser l'information

La chaîne "**Safran-Crocus-Mepra**" (Modèles numériques) :

➔fournir aux prévisionnistes avalanches départementaux de Météo-France :

- un suivi des conditions météorologiques,
- nivologiques
- et des évaluations des risques d'avalanches naturels et accidentels à l'échelle du massif.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

Safran = Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Atmosphériques pour la Nivologie

➔ reconstitue les champs météorologiques au voisinage de la surface des massifs montagneux

➔ calcule au pas horaire par versants et tranches d'altitudes :
température,
humidité,
vent,
précipitations et leur phase,
nébulosité,
rayonnements solaires direct et diffus,
rayonnement atmosphérique.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

Crocus : reçoit les informations du modèle SAFRAN

➔ crée, fait évoluer puis disparaître le manteau neigeux.

➔ un modèle unidimensionnel.

➔ originalité : simule l'évolution (ou métamorphose) des différents types de neige composant le manteau neigeux.

Mepra : en fin de chaîne,

➔ évalue les risques d'avalanches, de types naturels ou accidentels, que peut présenter le manteau neigeux ainsi simulé.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

SAFRAN-CROCUS-MEPRA (SCM) :

- utilisation routinière pour la PRA
- modèles de recherches pour études hydrologique, climatique et biologique.
- pour études fondamentales sur le manteau neigeux.

Depuis 2015, SCM a été remplacé par S2M :
SAFRAN – SURFEX/ISBA-Crocus – MEPRA (S2M)

SURFEX/ISBA : meilleure prise en compte des échanges thermiques à l'interface sol-neige

2021 : un article de synthèse dans Earth System Science Data
https://doi.org/10.5194/essd-2021-249

Vernay, M., Lafaysse, M., Monteiro, D., Hagenmuller, P., Nheili, R., Samacoïts, R., Verfaillie, D., and Morin, S.: The S2M meteorological and snow cover reanalysis over the French mountainous areas, description and evaluation (1958–2020), Earth Syst. Sci. Data Discuss. [preprint]

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

SAFRAN-CROCUS-MEPRA :

- utilisation routinière pour la PRA
- modèles de recherches pour études hydrologique, climatique et biologique.
- pour études fondamentales sur le manteau neigeux.

L'avenir : Suivi de l'activité avalancheuse par détection sismique

hiver 2002-2003 : installation de deux systèmes expérimentaux de Détection Sismique des Avalanches (DSA) en Isère :

-à Saint Christophe en Oisans (dans le massif de l'Oisans, à 1700 m)

-au Gleyzin (dans le massif de Belledonne à 1600 m).

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

L'avenir : Suivi de l'activité avalancheuse par détection sismique

➔ détecte et enregistre les signaux sismiques, puis les analyse et identifie ceux qui ont été générés par des avalanches.

➔informations objectives et rapides sur les avalanches : de nuit comme par mauvais temps.

- 15 x plus d'avalanches détectées par DSA que par observations directes ;
- informations objectives : très utiles pour valider des outils d'aide à la Prévision du Risque Avalanche ou pour vérifier la qualité des bulletins ;
- information rapide : aide précieuse pour le prévisionniste (ou un gestionnaire local) en période de crise.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

http://www.slf.ch/
Institut Suisse pour l'étude de la neige et des Avalanches

Depuis 2009, un projet vise à tester différents systèmes pour la détection automatique des avalanches sur plusieurs sites suisses, et ainsi surveiller des secteurs complets (distance ≥ 2 km, angle ≥ 40°) au lieu d'un seul parcours d'avalanche.

En coopération avec les responsables d'avalanche locaux, le SLF teste 3 méthodes :

- la solution acoustique (microphones),
- la détection par écho d'ondes électromagnétiques (radar)
- ou encore par transducteurs électro-mécaniques (capteurs sismiques ou géophones).

Les technologies ont été en partie améliorées et en outre combinées les unes avec les autres en prévision de l'hiver 2011/2012., au cours duquel les mesures devront montrer quelle technologie et quelle approche peuvent répondre aux exigences d'un système opérationnel de détection des avalanches conforme aux normes RAMS.

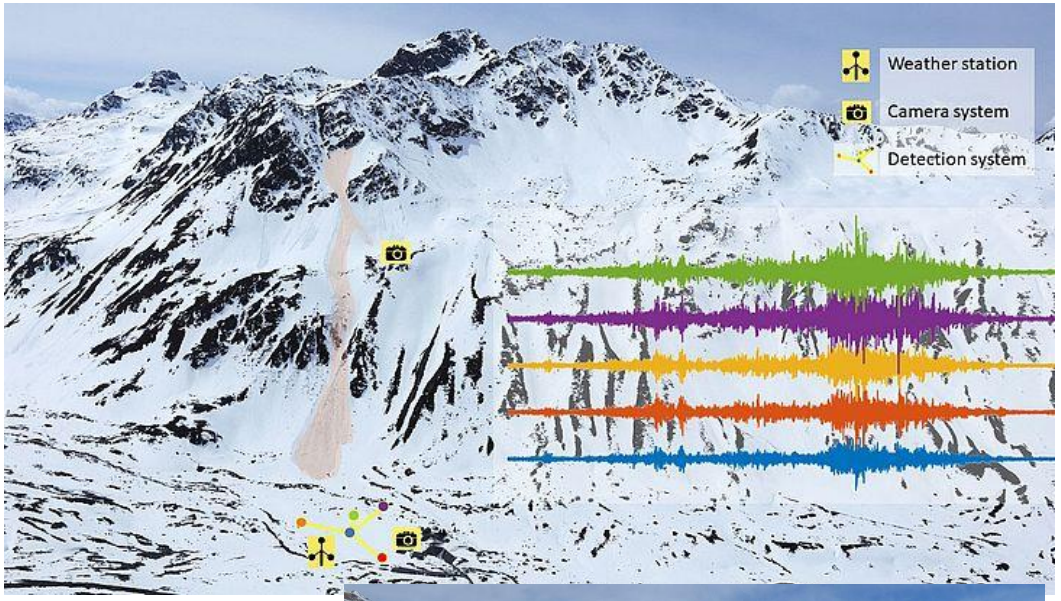
http://www.slf.ch/ueber/organisation/warnung_praevention/projekte/lawinendetektion/index_FR **Consulté le 10/01/12**

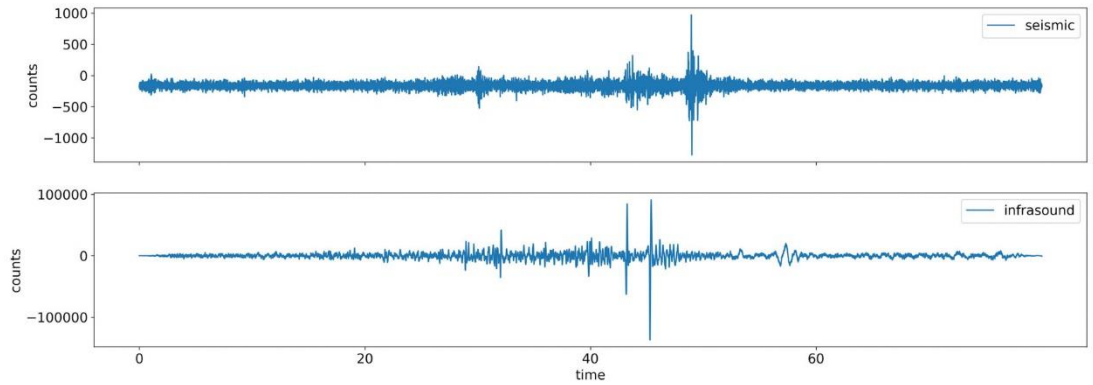
8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

http://www.slf.ch/
Institut Suisse pour l'étude de la neige et des Avalanches

2022

Détection des avalanches par le son et les mouvements du sol





https://www.slf.ch/fr/news/2021/11/installations-de-detection-davalanches-dans-la-vallee-de-la-dischma.html
Consulté le 25/01/2022

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.3. Échelle européenne du risque d'avalanche

➔ public pratiquant la montagne hors des pistes balisées et ouvertes

Échelle de risque d'avalanche (à partir de la saison 2018/2019) – Version France				
	Indice de risque	**Icône**	**Stabilité du manteau neigeux**	**Probabilité de déclenchement**
5	**Très fort**		L'instabilité du manteau neigeux est généralisée.	De nombreux départs spontanés de très grandes avalanches, parfois d'ampleur exceptionnelle, sont à attendre, y compris en terrain peu raide*.
4	**Fort**		Le manteau neigeux est faiblement stabilisé dans la plupart* des pentes suffisamment raides.	Déclenchements d'avalanches probables même par faible surcharge** dans de nombreuses pentes suffisamment raides*. Dans certaines situations, de nombreux départs spontanés de grandes, et parfois très grandes avalanches, sont à attendre.
3	**Marqué**		Dans de nombreuses* pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément à faiblement stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles parfois même par faible surcharge** et dans de nombreuses pentes suffisamment raides*, surtout dans celles généralement décrites dans le bulletin. Dans certaines situations, quelques départs spontanés de grandes, et parfois très grandes avalanches, sont possibles.
2	**Limité**		Dans quelques* pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément stabilisé. Ailleurs, il est bien stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles surtout par forte surcharge** et dans quelques pentes suffisamment raides*, généralement décrites dans le bulletin. Des départs spontanés de très grandes avalanches ne sont pas à attendre.
1	**Faible**		Le manteau neigeux est bien stabilisé dans la plupart des pentes.	Les déclenchements d'avalanches ne sont en général possibles que par forte surcharge** dans de très rares pentes raides*. Seules des coulées ou des avalanches de taille moyenne peuvent se produire spontanément.

http://www.anena.org/8912-echelle-de-risque-d-avalanche-et-nouveaux-pictogrammes.htm

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

Bulletin d'Estimation du Risque Avalanche (BRA ou BERA) :

- **s'adresse à tous ceux qui vont hors des pistes balisées et ouvertes**

- **donne un niveau de risque par massif**

- **rubrique « stabilité » : altitudes et orientations des pentes où les conditions sont estimées les plus douteuses (ou les plus sures), et évolution du risque en cours de journée**

- **outil d'aide à la décision**

- **comportement en fonction du niveau d'expérience de chaque utilisateur**

Il est recommandé :
- de ne pas se fixer un seuil chiffré pour unique critère de décision, du type "en risque 2, je vais partout, en risque 4 je ne sors pas !"

Zones Alpes, Pyrénées et Corse couvertes par les BRA

Savoie (73)
4. Bauges
5. Beaufortin
6. Haute-Tarentaise
7. Maurienne
8. Vanoise
9. Haute-Maurienne

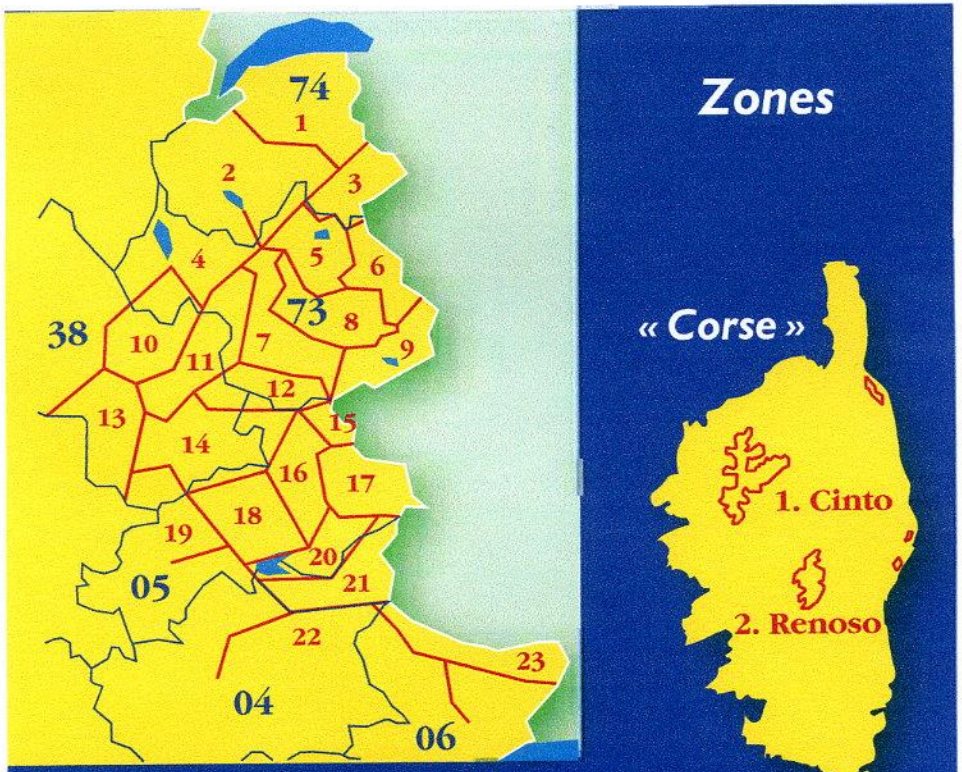
Haute-Savoie (74)
1. Chablais
2. Aravis
3. Mont-Blanc

Isère (38)
10. Chartreuse
11. Belledonne
12. Grandes-Rousses
13. Vercors
14. Oisans

Alpes-de-Haute Provence (04)
21. Ubaye

Hautes-Alpes (05)
15. Thabor
16. Pelvoux
17. Queyras
18. Champsaur
19. Dévoluy
20. Embrunais-Parpaillon

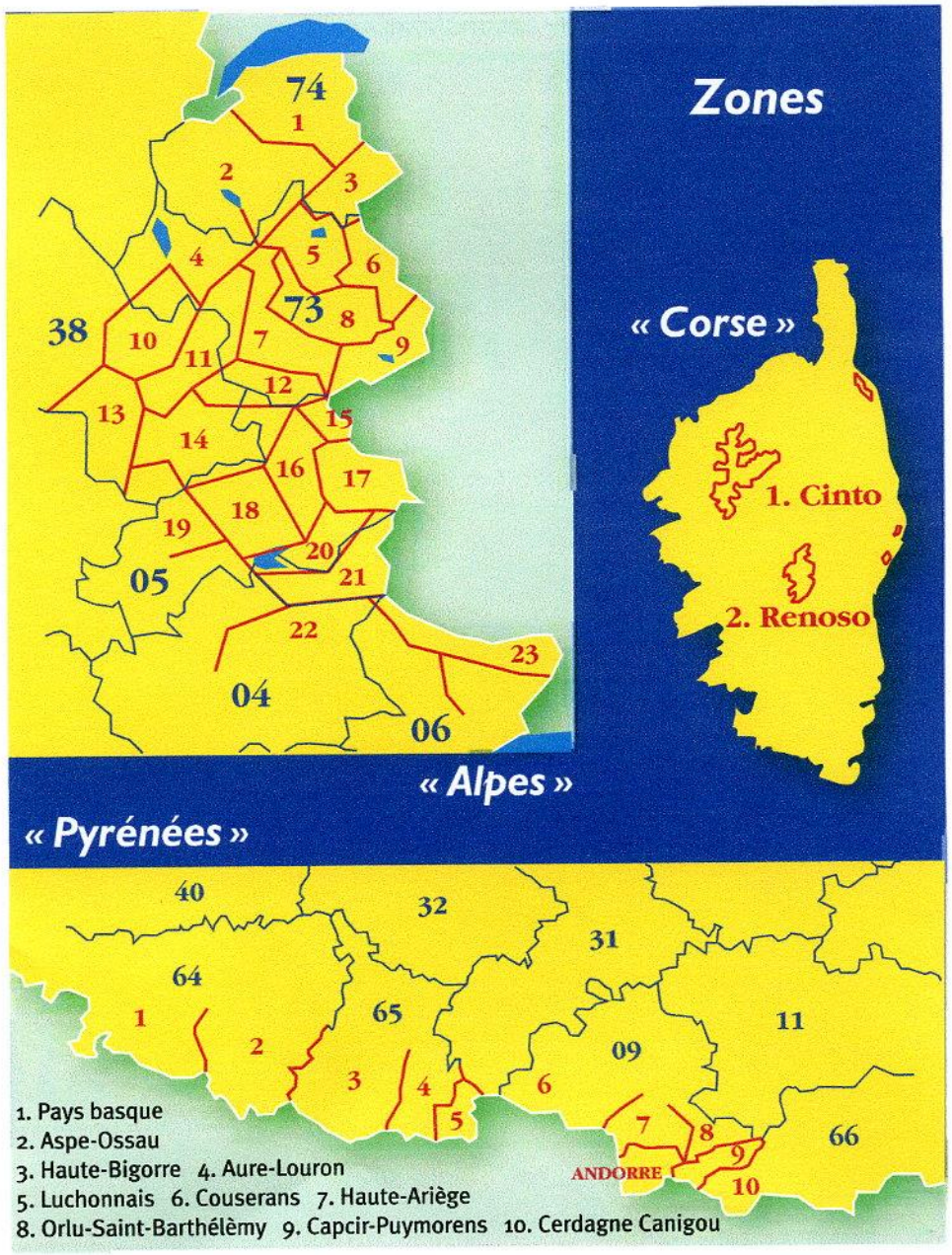
Alpes-Maritimes (06)
22. Haut-Var - Haut-Verdon
23. Mercantour



2. Aravis
3. Mont-Blanc

21. Ubaye

23. Mercantour



8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.4. Déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif

➔ déclenchement volontaire artificiel préventif des avalanches à l'aide d'explosifs

- services de sécurité des pistes des stations de ski

- DDE

➔ Choix du moment où l'avalanche aura lieu

➔ mesures de sécurité (absence de personnes dans les zones d'écoulement et d'arrêt probables)

➔ avalanches moins importantes (dès 20 à 30 cm de neige fraîche

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.4. Déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif

Plan d'Intervention pour le Déclenchement des Avalanches (PIDA)

PIDA = outil réglementaire

Tirs pour le déclenchement préventif d'une avalanche doit obligatoirement avoir lieu dans le cadre d'un PIDA.

PIDA définit par la circulaire du 24 juillet 1980,

+ Arrêté du 3 mars 1982 relatif au contrôle de l'emploi des produits explosifs

Le maire établit le PIDA et publie un arrêté municipal auquel il est annexé

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.4. Déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif

Plan d'Intervention pour le Déclenchement des Avalanches (PIDA)

PIDA = carte

- sites où peuvent être déclenchées des avalanches (points de tirs)

- limites précises des avalanches à déclencher

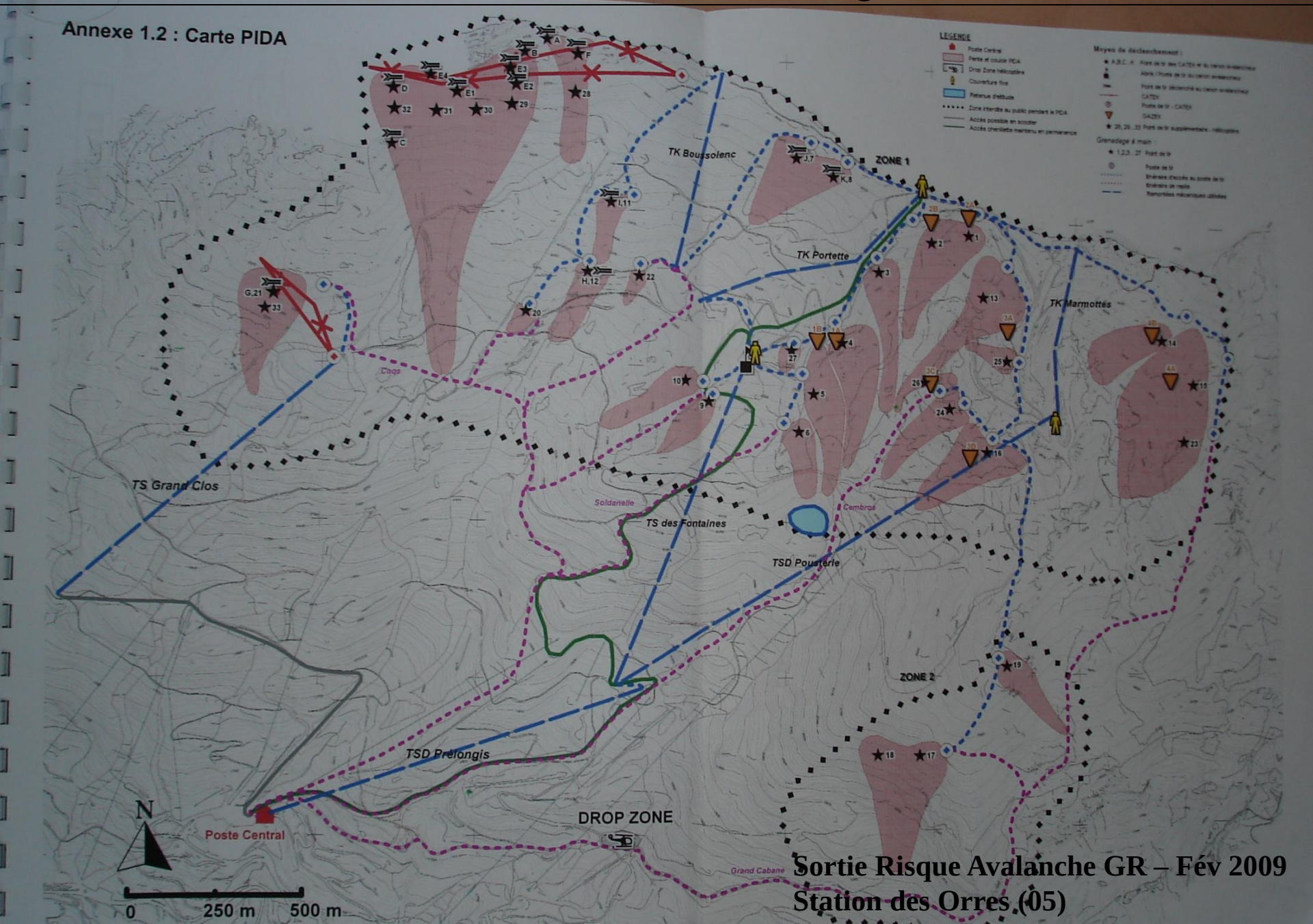
- extension maximale prévisible de l'avalanche

- zone interdite au public pendant l'opération de déclenchement

- l'itinéraire aller-retour des équipes de déclenchement

- les emplacements des installations fixes …

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE



Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009
Station des Orres (05)

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.4. Déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif

Plan d'Intervention pour le Déclenchement des Avalanches (PIDA)

Document :

- personnes impliquées dans les opérations de déclenchement, avec leurs responsabilités et leurs qualifications.

- quantités maximales de produits explosifs à utiliser dans chaque cas et, s'il s'agit d'un déclenchement à distance, le type d'installation utilisé.

8.3. LA GESTION TEMPORELLE DU RISQUE D'AVALANCHE

8.3.4. Déclenchement artificiel des avalanches à titre préventif

PIDA et CLPA (Carte Localisation des phénomènes d'avalanches)

- non comparable

- exemple : dans la légende de la CLPA : phénomènes dits "localisés" (de largeur réduite) ➔ n'indique pas que les effets puissent être négligés

- PIDA doit prévoir "celles que l'on n'a jamais vues" ➔ avalanche plus étendue que sur la CLPA

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

RISQUE = ALEA + ENJEU

Aléa = phénomène physique : l'avalanche (qqsoit son origine)

Enjeu = humain, économique, écologique…

La prévention sur le terrain est le plus souvent associée à l'action de protection (hormis l'information du public)

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

Résoudre "l'équation" :

site géographique

+ phénomène avalancheux

+ objectif de protection

+ contraintes techniques, financières, réglementaires

= solution de protection acceptable

➔ connaissance indispensable

➔ proposition évolue dans le temps avec, par exemple, la connaissance d'un nouveau phénomène avalancheux, la modification de l'objectif à protéger ou l'apport de nouvelles techniques.

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

Objectifs de protection : enjeux

Lieux habités	Voies de communication	Domaines skiables	Aménagements industriels
- maison - restaurant d'altitude, - hameau, - village	- Voirie : route nationale, départementale, communale - chemin de fer	- remontée mécanique (pylône, gare) - piste balisée (ski alpin, ski de fond) - hors-pistes	- installation d'enneigement artificiel - barrage - ligne électrique

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

Protection contre les avalanches, suivant 2 stratégies interconnectées :

1- Durée de la protection :
- la **défense permanente :** techniques opérationnelles sans intervention humaine ;
- la **défense temporaire :** techniques nécessitant l'observation préalable des conditions nivo-météorologiques et impliquant, par conséquent, une prise de décision humaine ; elle tend à protéger pendant un temps limité lors de forts risques.

2- Point d'intervention sur l'avalanche :
- **la défense passive :** maîtriser, modifier ou détecter l'écoulement de l'avalanche

- **la défense active :** maîtriser, modifier ou détecter les conditions de départ de l'avalanche.

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

Protection	Permanente	Temporaire
Passive (écoulement de l'avalanche)	- Déviation : galerie , tremplin, tourne, digue, étrave - Freinage : tas, dent, obstacle ajouré - Arrêt : mur, digue (stockage : plage de dépôt) - Adaptation, renforcement des constructions au site/phénomène ; esquive - Avertissement, alerte : signalisation, D.R.A. (détecteur routier d'avalanche).	- Réglementation : interdiction, évacuation, consigne
Active (départ de l'avalanche)	- Modification de la rugosité du sol : banquette (étroite), fauchage, drainage - Reboisement : plantation - Fixation et soutien du manteau neigeux : râtelier, claie, filet - Utilisation de l'action du vent : barrière à neige, virevent, toit-buse	- Damage - Déclenchement artificiel avec les skis à l'explosif : à la main, hélicoptère, avalancheur, CATEX, (canon) au gaz : GAZEX, AVALHEX

8.4 Les travaux de

Protection permanente active (ancrage de la neige)

Type d'action	Modification de la surface du sol			Utilisation de l'action du vent		Soutien du manteau neigeux	
	Reboisement	Activités agricoles	Terrassement	Déplacement d'un dépôt	Modification d'un dépôt	Rigide	Souple
Type d'ouvrage	Plantation	Drainage, fauchage	Banquette étroite (l=1m)	Barrière à neige	Vire-vent, toit-buse	Râtelier, claie	Filet
Équipement visé par la protection	Différé dans le temps	Zone étendue ou éloignée mais peu sensible ou très marginale		Zone étendue ou éloignée : urbanisation, route ... Aide aux ouvrages de soutien		Zone étendue ou éloignée : urbanisation, route ... Parfois domaine skiable	
Niveau de sécurité	Moyen (zone de départ, hauteur)	Faible (seulement contre avalanche de fond)		Moyen (si bien placé)		Très bon (mais assez variable)	Bon (mais assez variable)
Niveau de coût (investissement)	Moyen : très faible à l'unité mais sur grande surface			Cher	Très cher	Très cher	Cher
Avantages	Agrément ; lutte contre l'érosion	Technique simple	Association avec reboisement	Bon rapport qualité-coût si couple site-ouvrage parfaitement adapté		Technique solide	Discret ; Si chute de petits blocs
Inconvénients	Durée initiale sans protection ; Risque de dégradations	Pérennité douteuse	Reprise d'érosion ; Entretien difficile Banquettes larges à bannir à priori	Chute de neige sans vent ou avec vent dans la mauvaise direction : Surveillance hivernale ; Implantation délicate		Efficacité diminuée en cas de neige sans cohésion | bonne cohésion	
Remarques	Conditions écologiques ; Investissement "productif"	Zone à faible enneigement uniquement ; Efficacité très restreinte contre phénomène majeur		Permanente ou amovible ; Auto-orientable	Division en 2 sous-bassins - Suppression de corniche	Doit couvrir toute la zone de départ ; Placement en lignes continues ; Emergence indispensable ; Entretien impératif	

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Petites banquettes boisées

- réalisées manuellement

- décollement à la pelle et retournement des mottes de gazon alpin (ne pas trancher complètement la motte de gazon à retourner, de manière à conserver son ancrage par les racines)

- largeur des terrasses = environ 60 cm

- espacement de 0,50 m pour les pentes à 45°, à 1,50 m pour les pentes à 25° environ.

- fonction principale : à terme, reboisement

+ augmentent la rugosité du sol pour la première couche de neige (mais attention au-dessus à la métamorphose)

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

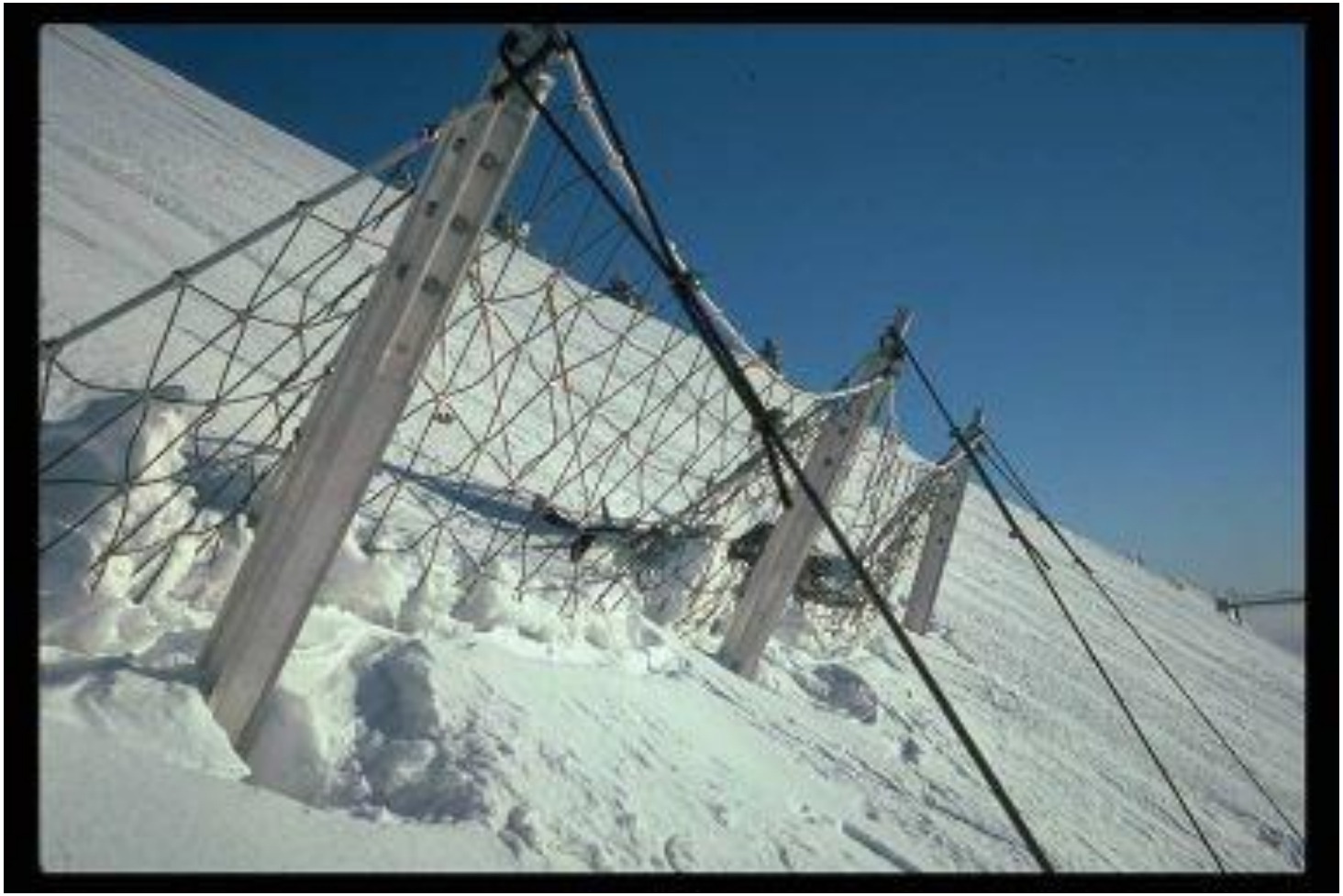
Filets paravalanches

= ouvrages souples en câble de maille décimétrique (forme triangle ou losange)

+ base des filets ancrée dans le sol vers l'amont de la pente.

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Filets paravalanches



8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Filets paravalanches

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Râteliers paravalanches

- ouvrages rigides
- perpendiculaire au sol
- hauteur = 3 à 5 m
- longueur = 5 à 6 m

Claies paravalanches

- traverses parallèles au sol sur montants perpendiculaires au sol

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Râteliers paravalanches

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Râteliers paravalanches

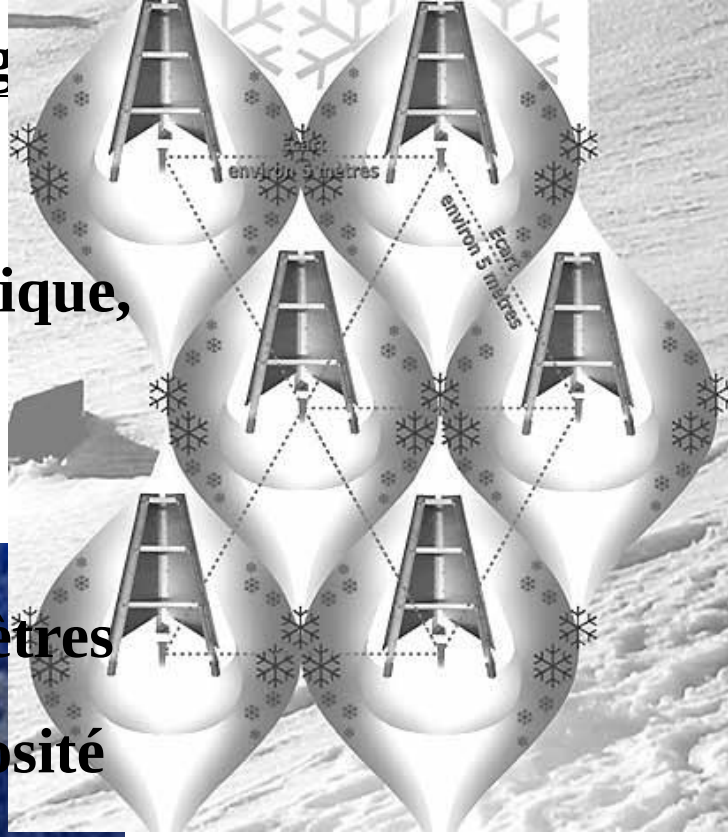
8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Claies et rateliers

8.4.1. Protection permanente active (ancrag

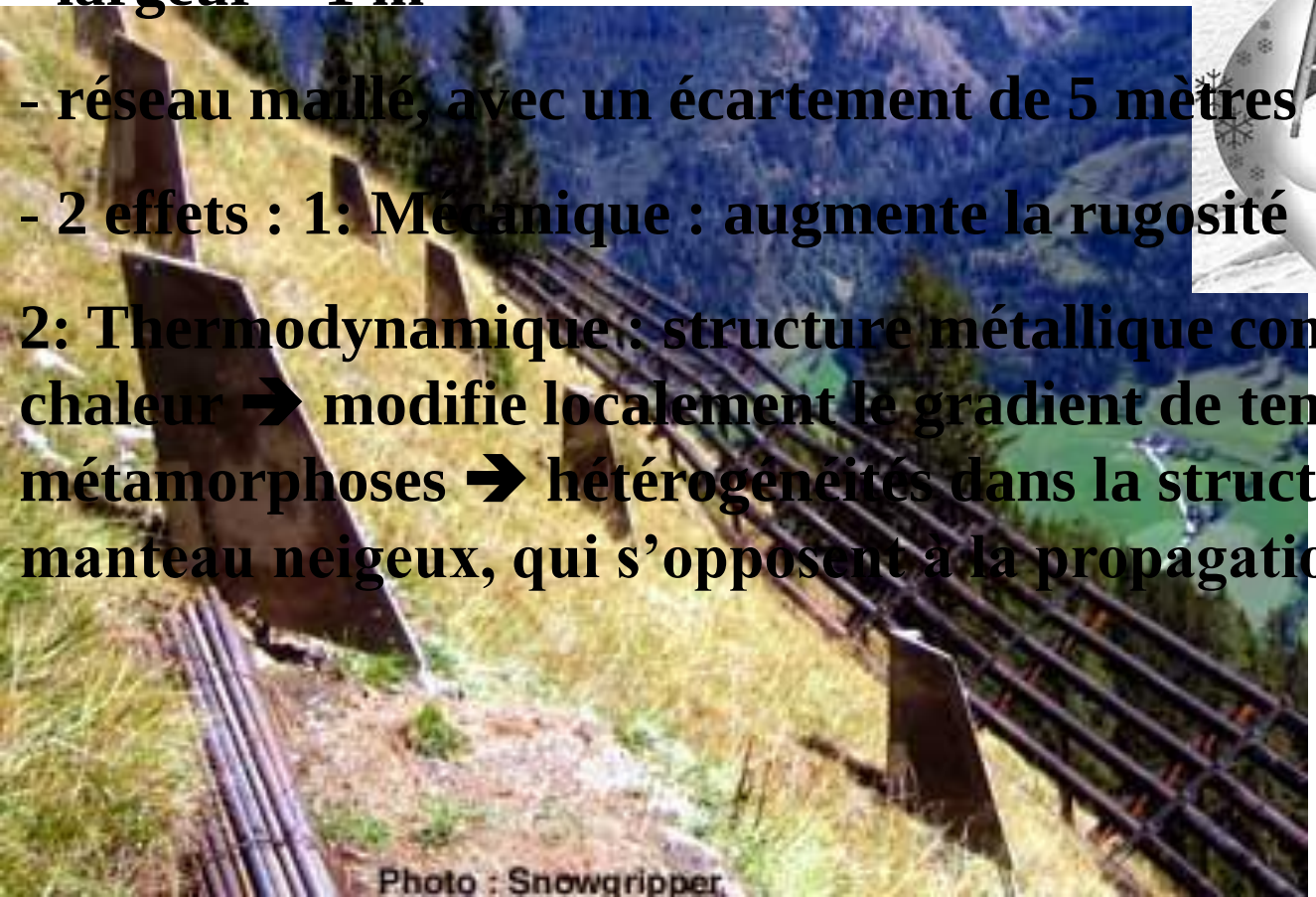
Snowgripper

- construction métallique de forme prismatique,
- hauteur = 1 à 1,5 m
- largeur = 1 m



- réseau maillé, avec un écartement de 5 mètres
- 2 effets : 1: Mécanique : augmente la rugosité

2: Thermodynamique : structure métallique conductrice de chaleur ➔ modifie localement le gradient de température ➔ métamorphoses ➔ hétérogénéités dans la structure verticale du manteau neigeux, qui s'opposent à la propagation d'une cassure.



8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Ouvrages à vent

➔ **Pour modifier le dépôt de la neige dans la zone de départ.**

➔ **énergie du vent pour provoquer l'accumulation de la neige dans un endroit plus favorable que le dépôt naturel.**

- ex : éviter la surcharge dans les versants sous le vent ou la formation de corniches.

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Ouvrages à vent

Ouvrages linéaires

-obstacle freine la vitesse du vent et provoque le dépôt de la neige à son voisinage.
- anciens ouvrages en pierres sèches ou en planches clouées sur des poteaux enfoncés dans le sol.
- aujourd'hui en matériaux synthétiques pour démontage au printemps

-- nécessite ouvrage perpendiculaire au vent

8.4.1. Protection permanente active (ancrage de la neige)

Ouvrages à vent

Vire-vents

- même effet mais localisé (comme un arbre seul sur une pente)

Pupitres

- prolongent artificiellement la crête ou l'arête du terrain

Toits-buses

- principe Venturi
- utiliser la force du vent pour empêcher l'accumulation de neige

8.4 Les travaux de prévention du risque avalanche

Protection permanente passive (maîtriser l'écoulement)

Type d'action	Déviation			Freinage	Arrêt	Auto-protection
	Vers le haut	Latéralement dans une direction	Latéralement dans deux directions	Ralentissement Dissipation d'énergie	Blocage ; stockage	Prescriptions architecturales / au site et au phénomène
Type d'ouvrage	Tremplin, galerie, tunnel	Tourne, digue	Étrave	Tas, dents, plage de dépôt	Mur, digue, plage de dépôt	Renforcement, aveuglement
Équipement visé par la protection	Linéaire :route, chemin de fer…	Zone étendue ou éloignée : urbanisation, route…	Ponctuel : pylône, habitation	Zone étendue et éloignée : urbanisation, route…	Zone étendue et rapprochée : urbanisation, route…	Ponctuel : pylône, habitation
Niveau de sécurité	Très bon (si assez long)	Bon (mais variable)	Bon (si assez haut)	Faible (mais variable, bon si à la limite des dépôts extrêmes)		Bon (mais assez variable)
Niveau de coût (investissement)	Très cher	Moyen (mais très variable)	Cher	Bon marché (tas), très cher (dents)	Bon marché (digue), cher (mur)	Très bon marché (sauf exceptions) par rapport aux solutions à posteriori
Avantages	Sécurise l'itinéraire tous temps	Rapport qualité - prix	S'ajoute facilement	Diminution de la distance naturelle d'arrêt (si l'ouvrage est dans cette zone)		Discret
Inconvénients	Longueur accrue car diminution de pente à l'amont	Ne convient pas pour aérosol ; Conservation de hauteur libre ; Direction (s) et angle(s) à respecter ;		Conservation de la hauteur et du volume libres ; Nécessité d'une assez grande surface ; Dimensionnement vis à vis du phénomène majeur seulement		Doit être envisagée dès la conception
Remarques	Attention à la largeur en virage	Meilleur avec mur amont vertical ; Attention si autre ouvrage voisin		Nécessité de réseau	Meilleur avec mur amont vertical	Sensibilisation des personnes

8.4.2. **Protection permanente passive** (maîtriser l'écoulement)

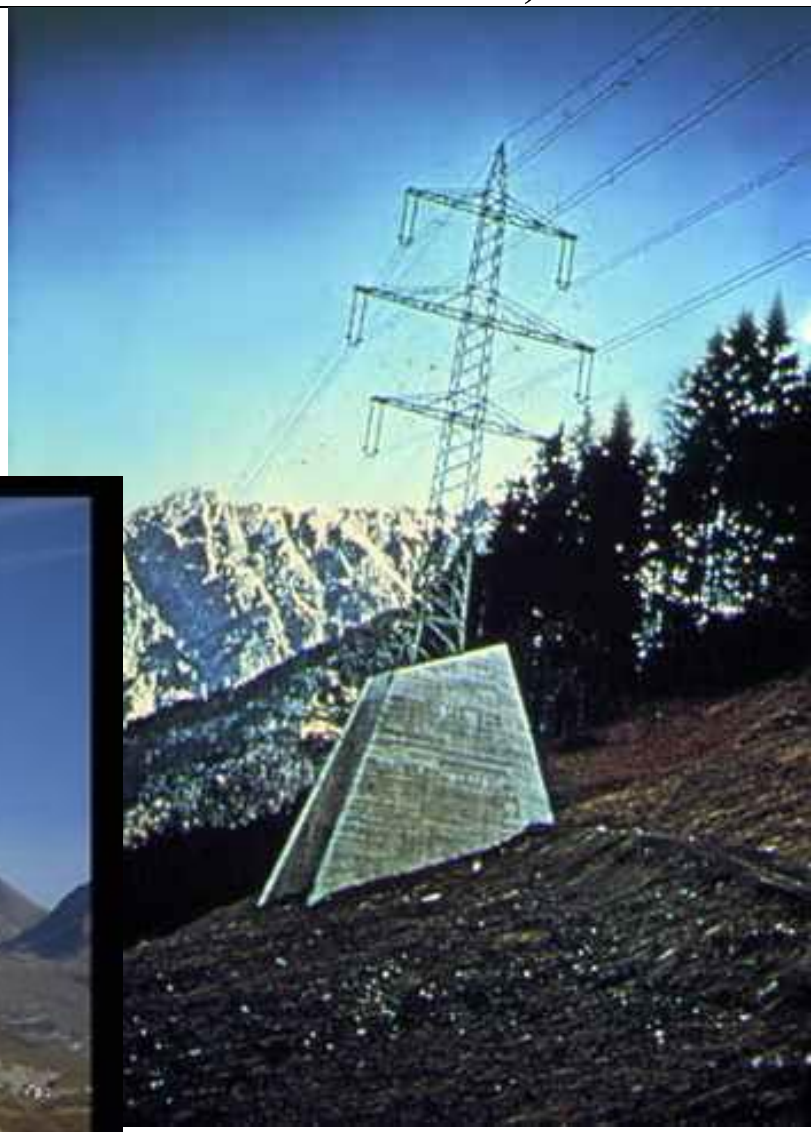
Galerie paravalanche

8.4.2. Protection permanente passive (maîtriser l'écoulement)

Étraves

8.4.2. **Protection permanente passive** (maîtriser l'écoulement)

Étraves



8.4.2. **Protection permanente passive** (maîtriser l'écoulement)

Digues

Ex : tunnel du Mont-Blanc, une des digue empêche le débordement latéral de l'avalanche, la digue inférieure contenant la masse neigeuse.

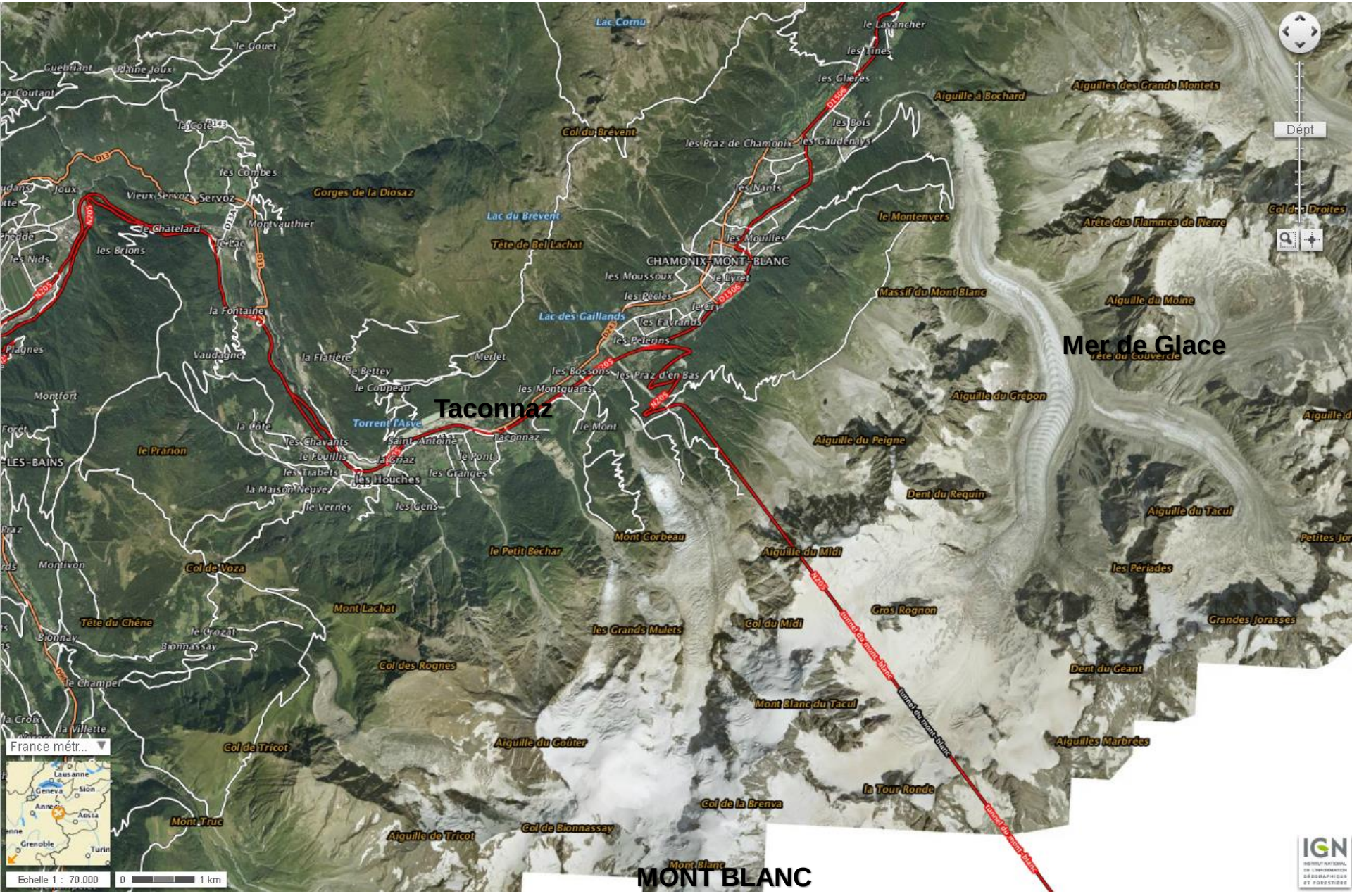
Ouvrages ralentisseurs

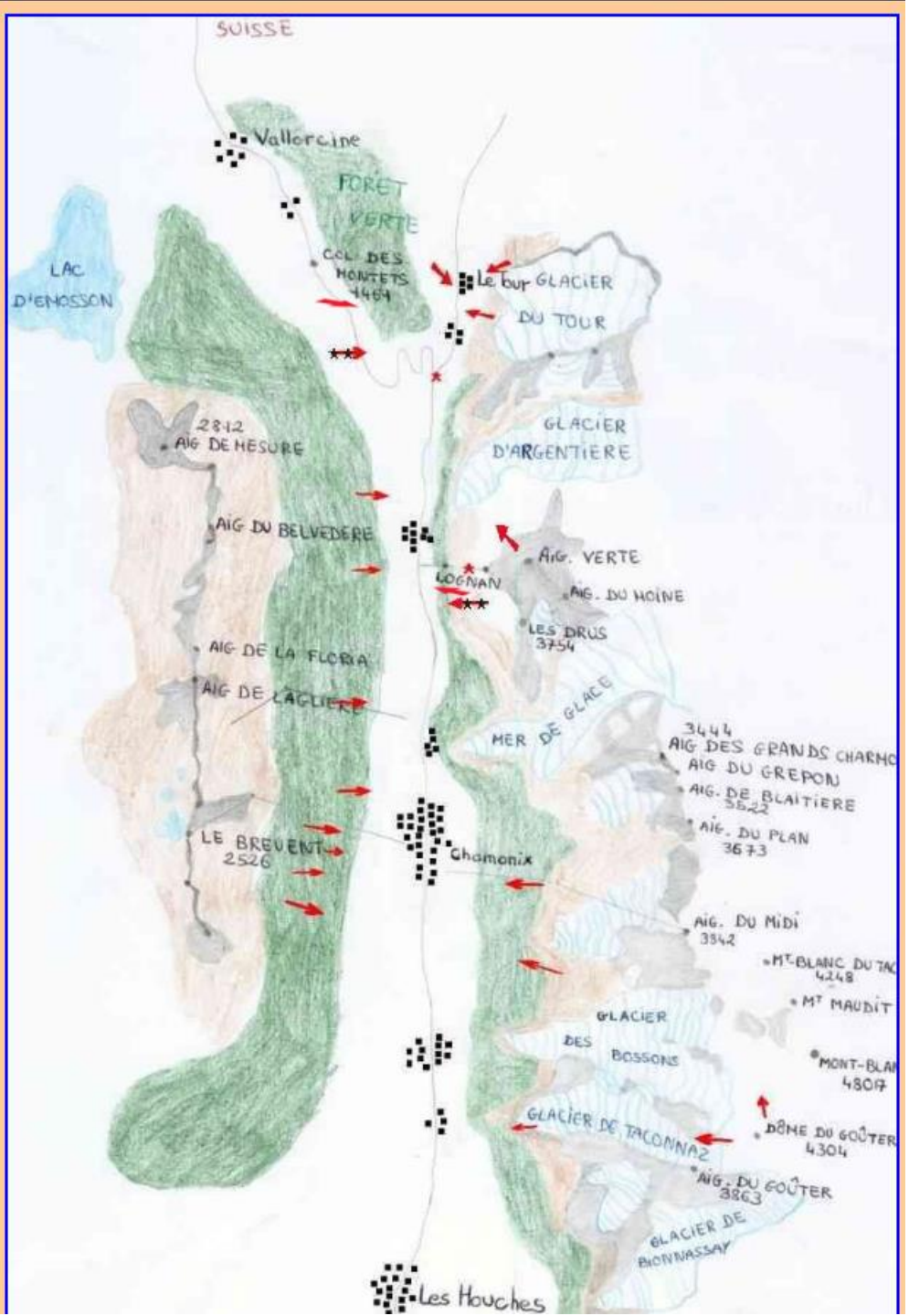
= série d'obstacles qui dissipe l'énergie de l'avalanche par augmentation de la rugosité du sol et donc limite son extension.

Le choix de la nature et de la disposition des obstacles dépend de la topographie du site à traiter :
- en épis dans un couloir,
- en quinconce au débouché du couloir, sur le cône de déjection,

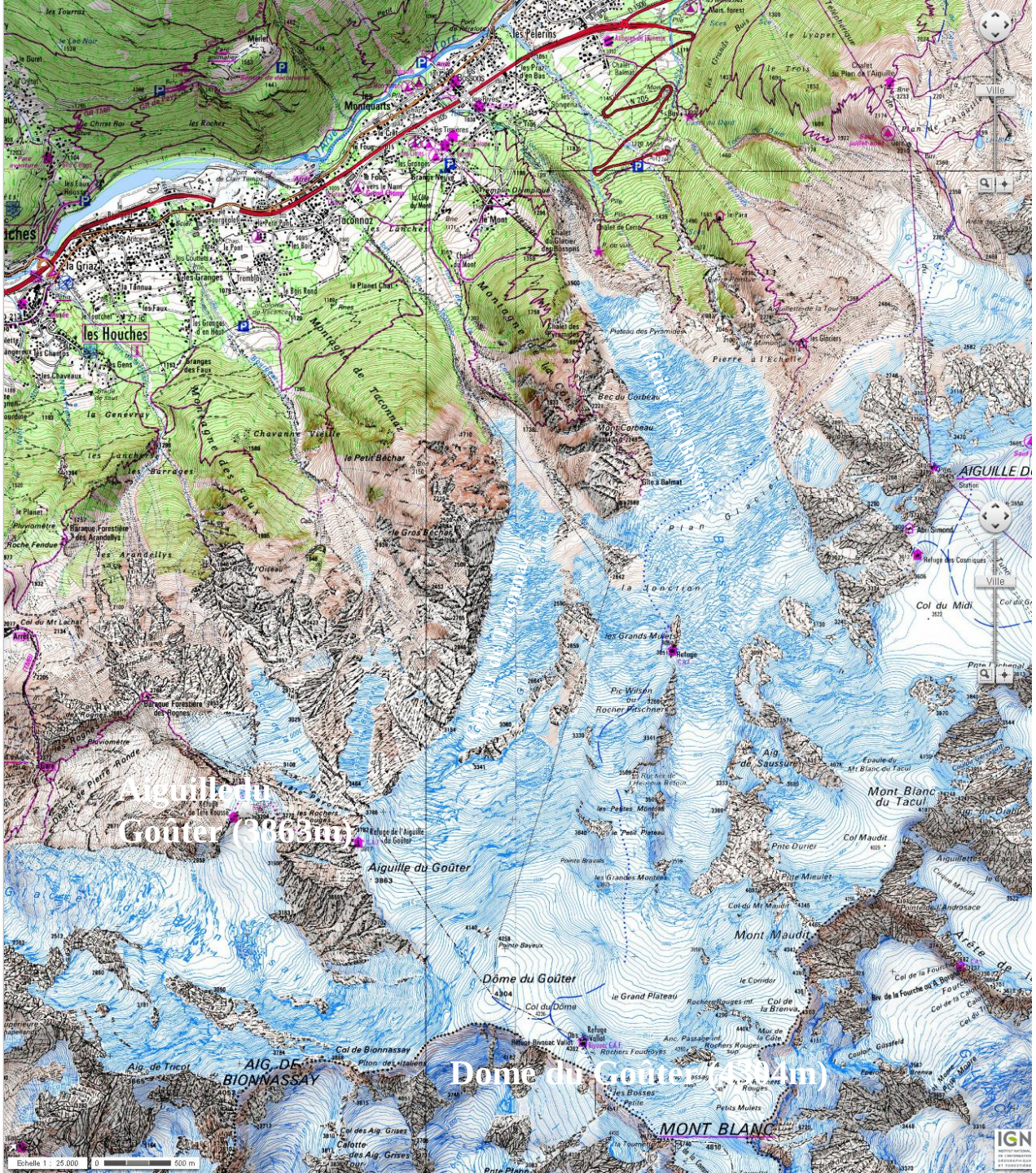
Exemple du paravalanche du Taconnaz

Exemple du paravalanche du Taconnaz



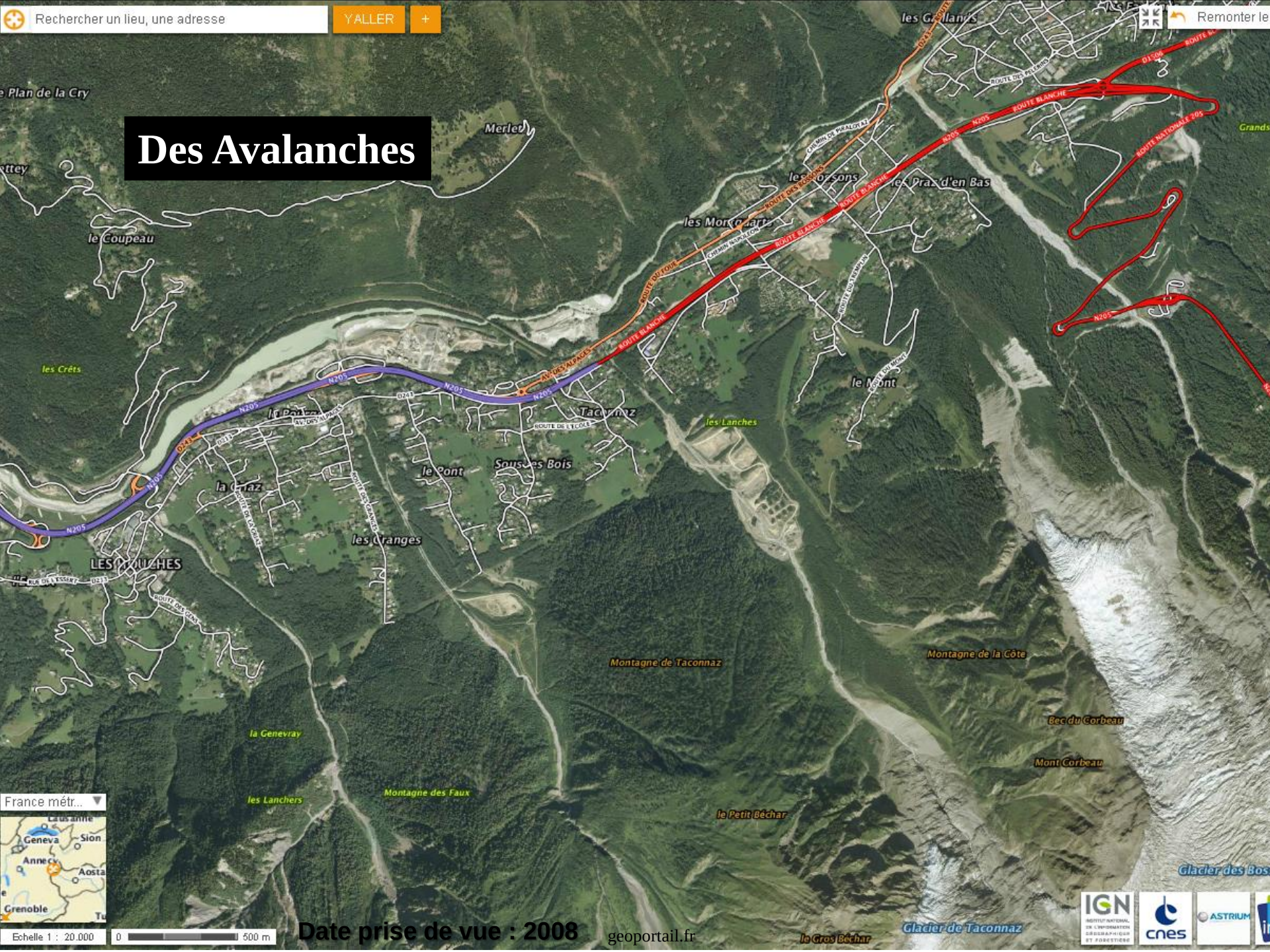


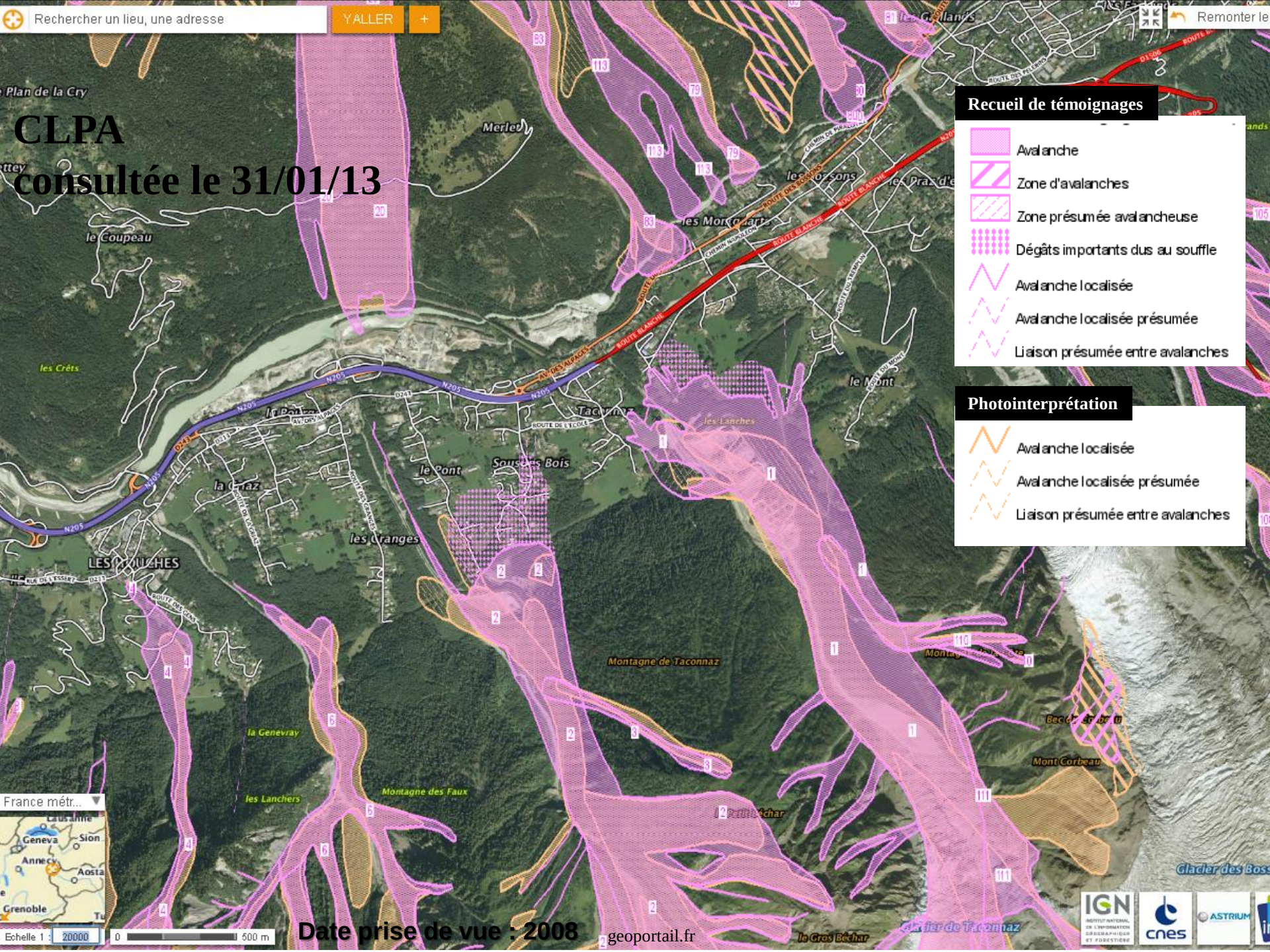
http://chamonicime.fr/avalanch/carte.htm



geoportail.fr

Exemple du paravalanche du Taconnaz

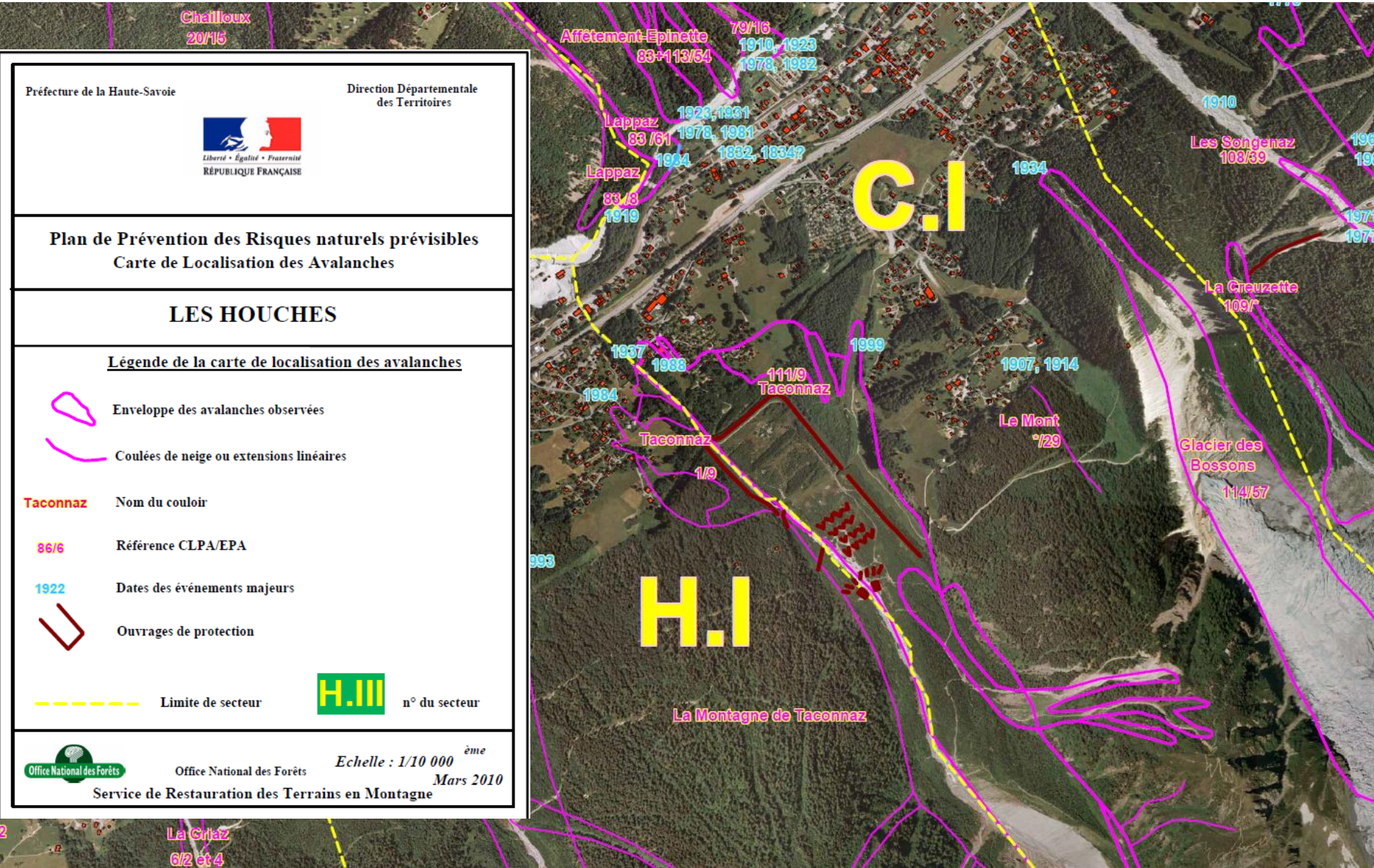

Rechercher un lieu, une adresse
YALLER
+
Remonter le
Des Avalanches
les Gallandys
Plan de la Cry
Merlet
le Coupeau
les Crêts
les Prazd'en Bas
le Mont
les Lanches
Sous les Bois
le Pont
la Praz
les Granges
Montagne de Taconnaz
Montagne de la Côte
Bec du Corbeau
Mont Corbeau
la Genevray
les Lanchers
Montagne des Faux
le Petit Béchar
Glacier des Bos
Glacier de Taconnaz
le Gros Béchar
ROUTE BLANCHE
N205
D43
France métr...
Lausanne
Geneva
Sion
Annecy
Aosta
Grenoble
Echelle 1 : 20.000
0
500 m
Date prise de vue : 2008
geoportail.fr
IGN
cnes
ASTRIUM


Rechercher un lieu, une adresse
YALLER
Remonter le
CLPA
consultée le 31/01/13
Recueil de témoignages
Avalanche
Zone d'avalanches
Zone présumée avalancheuse
Dégâts importants dus au souffle
Avalanche localisée
Avalanche localisée présumée
Liaison présumée entre avalanches
Photointerprétation
Avalanche localisée
Avalanche localisée présumée
Liaison présumée entre avalanches
Plan de la Cry
Merlet
les Orsons
le Coupeau
les Crêts
le Mont
les Laneches
le Pont
Sous les Bois
la Graz
les Granges
LES TOUCHES
Montagne de Taconnaz
la Genevray
les Lanchers
Montagne des Faux
Mont Corbeau
le Gros Béchar
Glacier de Taconnaz
Glacier des Bos
France métr...
Geneva
Sion
Annecy
Aosta
Grenoble
Echelle 1 : 20000
0
500 m
Date prise de vue : 2008
geoportail.fr
IGN
cnes
ASTRIUM

Les PPR de Haute-Savoie en ligne, accès par commune :

http://www.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=75153&id_article=150725&masquable=OK

Les Houches – Chamonix : carte de localisation de avalanches



Exemple du paravalanche du Taconnaz

Des avalanches qui atteignent régulièrement les habitations (1984, 20 mars 1988, 17 février 1990)

http://chamonicime.fr/avalanch/tem19.htm

https://avalanches.cemagref.fr/stocakge-images/avalc_10.jpg/view

Exemple du paravalanche du Taconnaz

En 1990-91 :
contruction du paravalanche du Taconnaz pour arrêter les avalanches de neige dense

L'avalanche du 20 mars 1988 servit d'aléa de référence
(Ancey - http://www.toraval.fr/livre/chap8.pdf)

Photo année?, avant 2008

http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

Exemple du paravalanche du Taconnaz

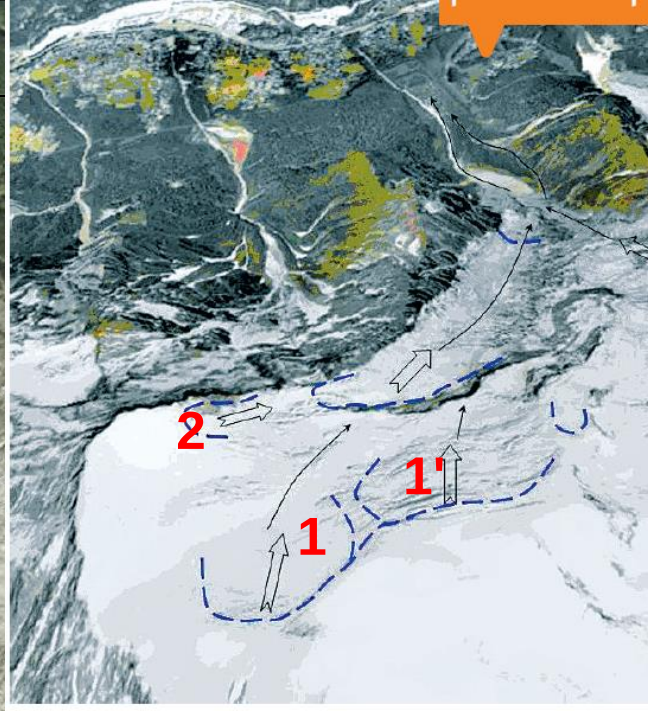
Les avalanches du Taconnaz

Zones de départ
Zone d'écoulement
Zone d'arrêt

extrait de Naaim et al 2010 IRSTEA – SET revue n°2

http://www.irstea.fr/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/SET_02_article_04_0.pdf

Exemple du paravalanche du Taconnaz



zone d'écoulement

3

2 zones de départ

1'

1

Date prise de vue : 2008

Rechercher un lieu, une adresse
YALLER
+
Echelle 1 : 30.000
0
1000 m
IGN
geoportail.fr

Exemple du paravalanche du Taconnaz

zone d'arrêt
pente 13°

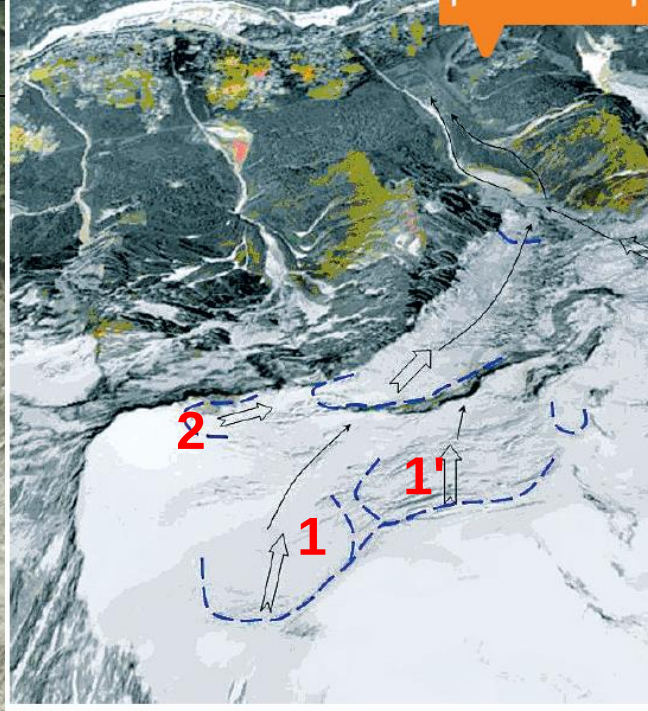
Moraine

B

A

3

zones d'écoulement :
A =400 m large, 1800 m long
pente 31°
B = altitude < 2150 m
300 m large, 900 m long
pente 30°



1 et 1' : 3300 à 4000 m altitude
Zone glacière, 200 ha, pente moyenne 30°
Limite inférieure = zone de séracs = rupture de pente = ligne de déclenchement préférentielle

2 : 2800 à 3300 m altitude
80 ha

3 : 2000 à 2600 m altitude
pente 25°

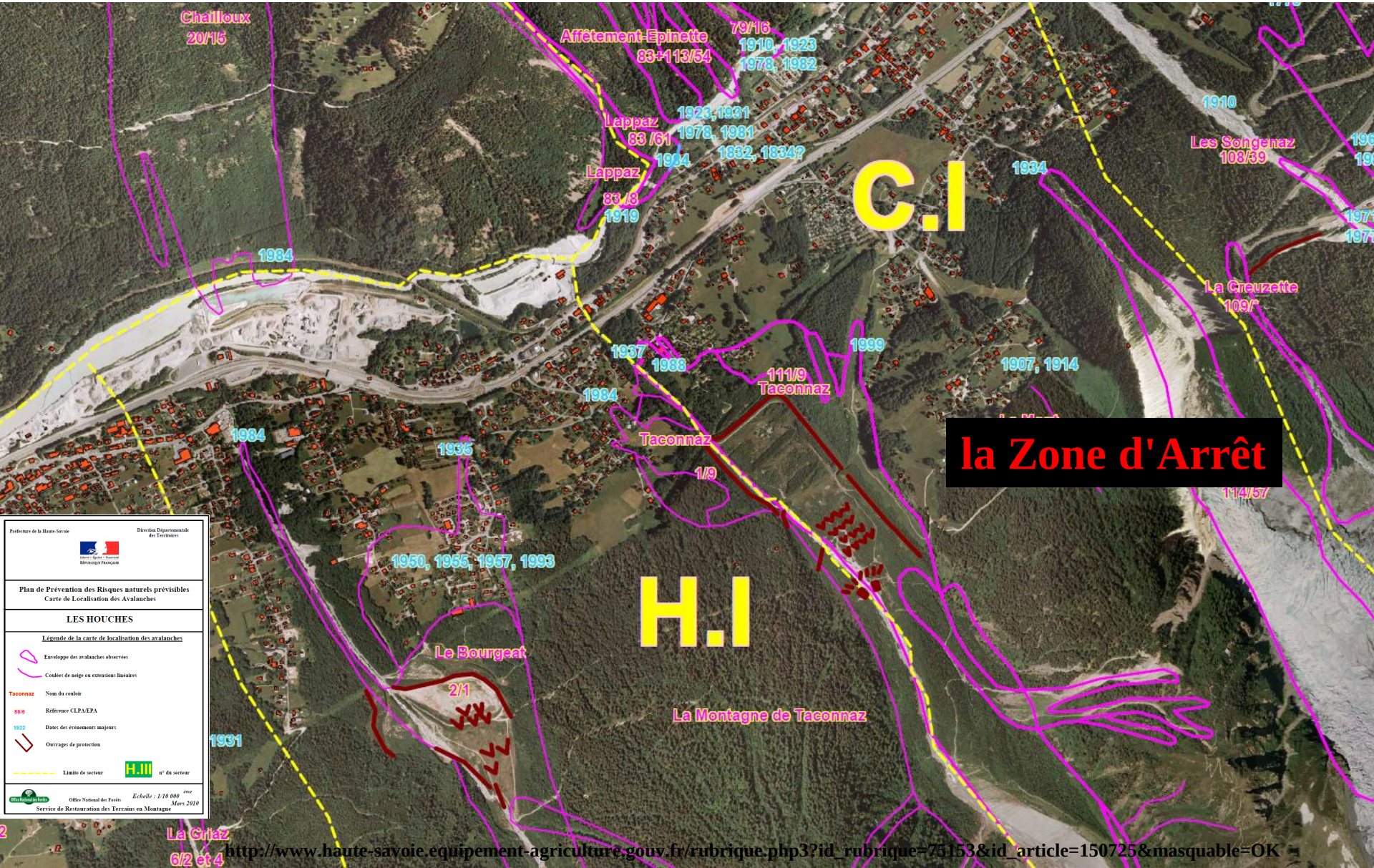
2 zones de départ
1'
1

Date prise de vue : 2008

geoportail.fr

Exemple du paravalanche du Taconnaz

Les Houches – Chamonix : carte de localisation de avalanches



http://www.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=75153&id_article=150725&masquable=OK

Exemple du paravalanche du Taconnaz

http://cliophoto.clionautes.org/picture.php?/530

Zone de départ

http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

u paravalanche du

Zone de départ

Exemple du paravalanche du Taconnaz

1ère ligne de défense, des déflecteurs en béton armé (1m d'épaisseur) pour couper l'avalanche et l'obliger à s'élargir.

2ème ligne de défense, des pyramides rocheuses pour casser la puissance de l'avalanche.

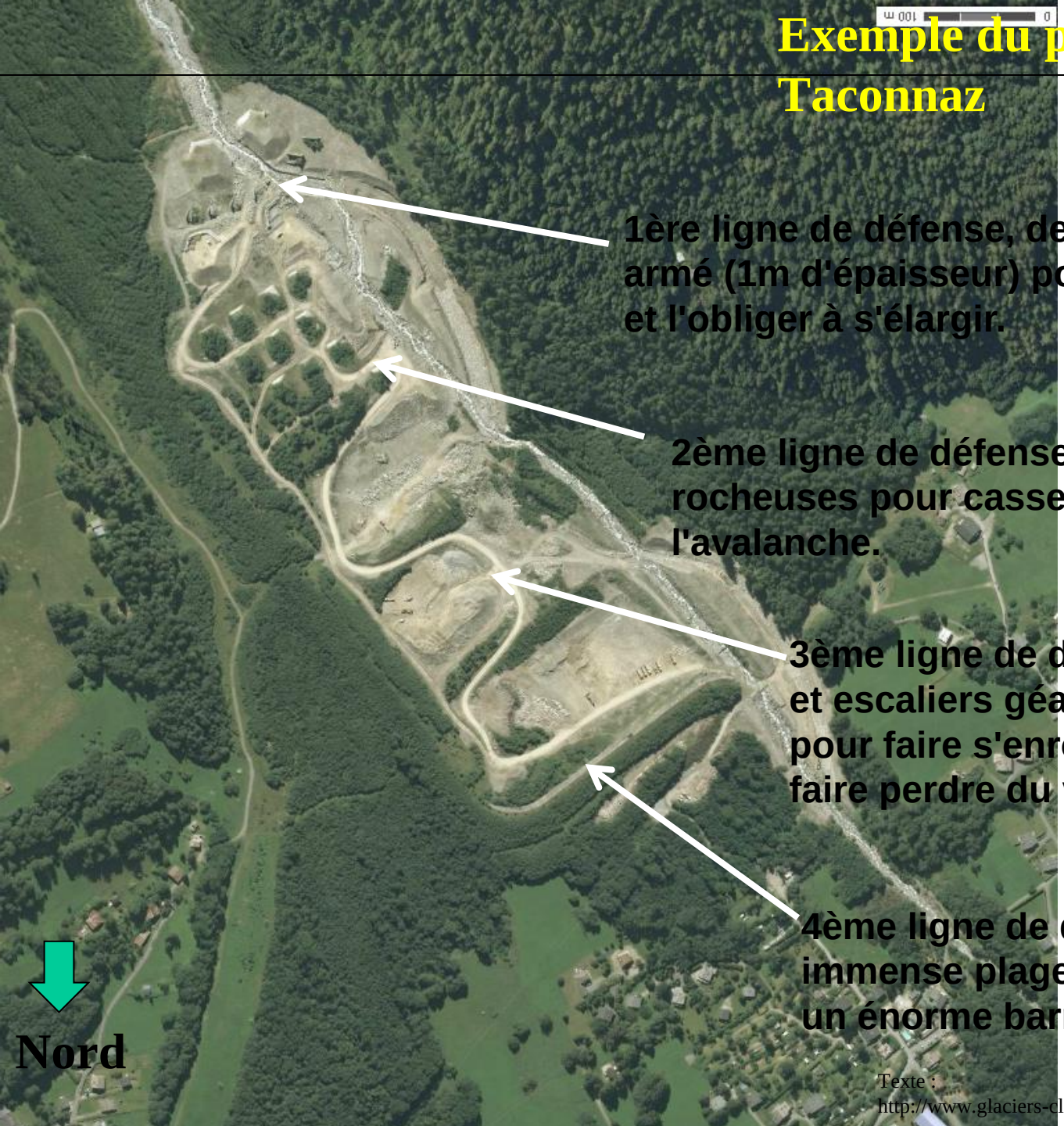
3ème ligne de défense, des monticules et escaliers géants,
pour faire s'enrouler l'avalanche, et lui faire perdre du volume par dépôts.

4ème ligne de défense, une immense plage de dépôt fermée par un énorme barrage.

http://julotek.skyrock.com/2149435711-Paravalanche-Taconnaz-vue-d-ensemble.html

Texte :
http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

Exemple du paravalanche du Taconnaz



1ère ligne de défense, des déflecteurs en béton armé (1m d'épaisseur) pour couper l'avalanche et l'obliger à s'élargir.

2ème ligne de défense, des pyramides rocheuses pour casser la puissance de l'avalanche.

3ème ligne de défense, des monticules et escaliers géants,
pour faire s'enrouler l'avalanche, et lui faire perdre du volume par dépôts.

4ème ligne de défense, une immense plage de dépôt fermée par un énorme barrage.

Nord

Texte :
http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

Exemple du paravalanche du Taconnaz

1ère ligne de défense, de
armé (1m d'épaisseur) p
et l'obliger à s'élargir.

Nord

Exemple du paravalanche du Taconnaz

Nord

http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

1 Photographie du dépôt de l'avalanche de février 1999 à Taconnaz, montrant les débordements latéral et frontal.

le 11 février 1999, une avalanche arrive dans le paravalanche de Taconnaz, et déborde par les digues frontales et latérales

extrait de Naaim et al 2010 IRSTEA – SET revue n°2

le 11 février 1999, une avalanche arrive dans le paravalanche de Taconnaz, et déborde par les digues frontales et latérales

➔ brisant au passage deux lames déflectrices et déstructurant deux tas freineurs.

http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

Exemple du paravalanche du Taconnaz

Entre 2000 et 2010 :

Des études pour redimensionner l'ouvrage afin de :
- retenir les avalanches denses jusqu'à l'événement centennal
- réduire la pression développée par l'écoulement en aérosol

Les études sont réalisées par le Cemagref (commande du SIVOM (syndicat intercommunal à vocations multiples) de la Haute Vallée de l'Arve)

http://www.irstea.fr/la-recherche/unites-de-recherche/etgr/suivi-du-dispositif-paravalanche-de-taconnaz

extrait de Naaim et al 2010 IRSTEA – SET revue n°2

Exemple du paravalanche du Taconnaz

Modélisation numérique et sur modèle réduit

extrait de Naaim et al 2010 IRSTEA – SET revue n°2

- Volume à stocker pour l'événement centennal : 1,6 10^6 m^3
- Effet des aménagements, dimensionnements

$$F(T,V) = m_2 + \frac{1}{\beta_2}\left[1 - \left[\frac{-1}{\eta_2}\ln\left(1-\frac{1}{T}\right) - \frac{\eta_1}{\eta_2}\left(1-\beta_1(V-m_1)\right)^{\frac{\delta_1}{\beta_1}}\right]^{\frac{\beta_2}{\delta_2}}\right]$$

3 Modèle réduit en laboratoire de la zone d'arrêt inclinée à 13° et alimentée en matériau granulaire à l'aide d'un canal de pente ajustable.

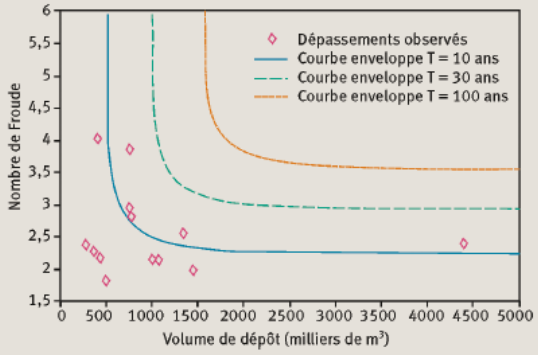
© Cemagref.

1 Précipitation contennale (m) sur trois jours, la durée des enregistrements à Vallorcine, Chamonix et Les Houches est respectivement de 40, 77 et 32 années

Site	Précipitation	Borne inférieure à 70 %	Borne supérieure à 70 %
Vallorcine	2,28	1,84	2,71
Chamonix	2,04	1,51	2,58
Les Houches	1,06	0,89	1,23

Source : Météo-France.

6 Cas bivarié : courbes enveloppes pour différentes périodes de retour



Source : Cemagref.

© Cemagref.

4 Effets d'étalement induit par les trois rangées de tas, tests de laboratoire en modèle réduit.

http://www.irstea.fr/la-recherche/unites-de-recherche/etgr/suivi-du-dispositif-paravalanche-de-taconnaz

Exemple du paravalanche du Taconnaz

2010 : extension du paravalanche

http://www.glaciers-climat.fr/Taconnaz/Glacier_de_Taconnaz.html

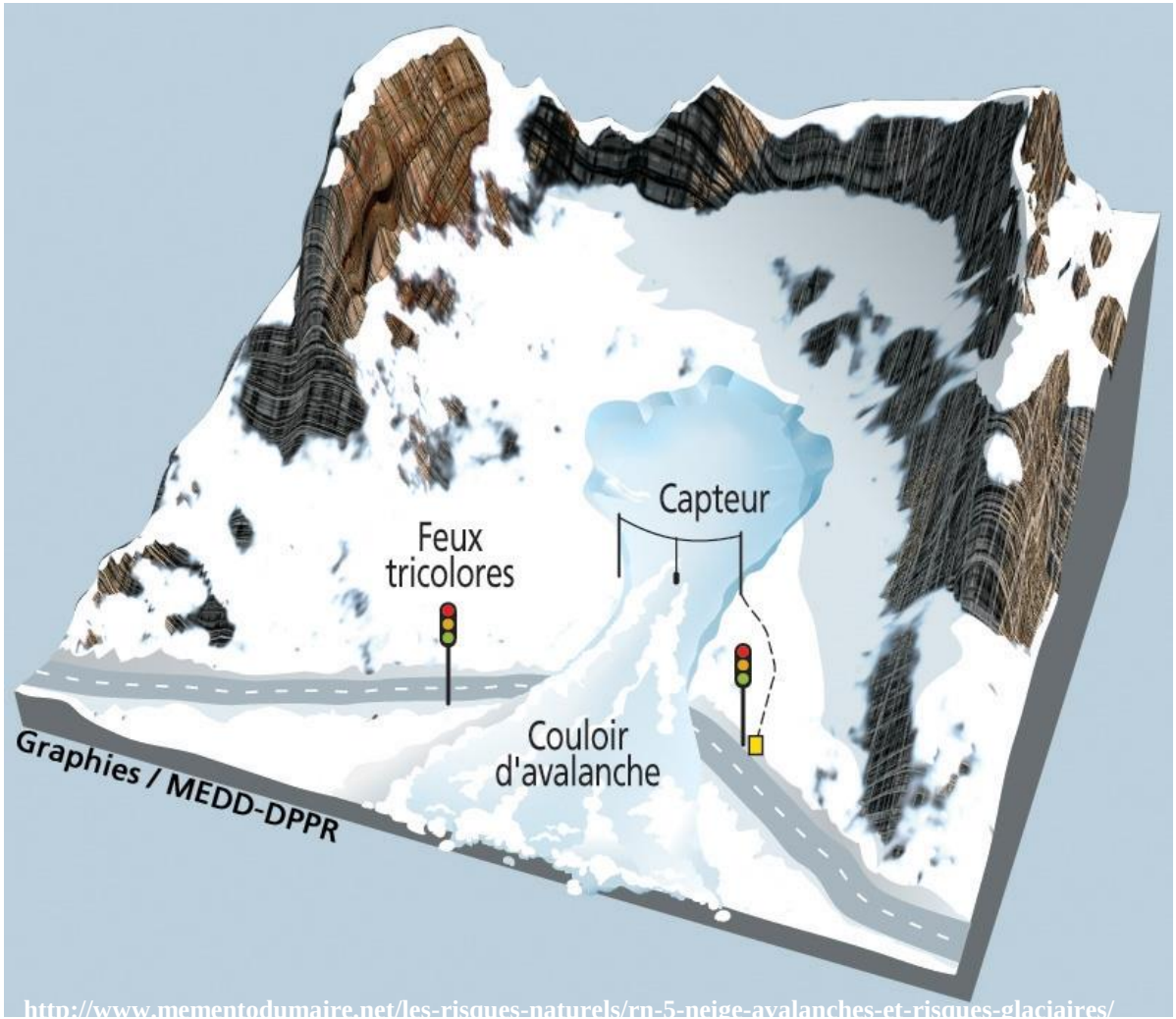
8.4 Les travaux de

Protection temporaire passive

TYPE D'ACTION	PRESCRIPTIONS RÉGLEMENTAIRES CONTRAIGNANTES			AVERTISSEMENT	AVERTISSEMENT	
	Interdiction	Évacuation	Consignation	Signalisation	Signalisation	Détecteur Routier d'Avalanche
TYPE D'OUVRAGE	Pouvoir de police du Maire : arrêté (éventuellement précédé d'un ordre oral) ; Gestion des RD par le Président du Conseil Général, des RN par le Préfet ; Avis d'une commission de sécurité ; En cas de défaillance, substitution possible par le Préfet			Drapeau à damier : noir et jaune (danger), noir (danger aigu généralisé)	Panneaux routiers	DRA ; Détections (câbles, radar) dans le couloir, transmission radio, feux sur la voirie
ÉQUIPEMENT VISÉ PAR LA PROTECTION	Zone étendue ou linéaire : route, domaine skiable	"Ponctuel" : immeuble, hameau, chantier		Domaine skiable	Route	
NIVEAU DE SÉCURITÉ	Moyen : dépend de la qualité et de la rapidité de la commission de sécurité et du dispositif permettant son information			Faible	Moyen : dépend de l'opportunité	Bon (mais surveillance du bon fonctionnement)
NIVEAU DE COÛT(Investissement)	Très faible (mais variable)			Très faible	Faible	Moyen (sauf exceptions)
AVANTAGE	Très bon rapport qualité-prix ; Pouvoirs étendus ; Urgence ;Facile à engager			Simplicité	Simplicité	Automatique
INCONVÉNIENT	Nécessité de péril grave ; Intervention ni intempestive, ni inadéquate ; Difficile à arrêter ; Problèmes de décision, de responsabilité ; Conduit à prévoir des "plans de secours ou d'intervention"			Pas ou peu connu	Risque de banalisation	Adaptation indispensable du couloir et de la voirie ; Entretien indispensable
REMARQUE	Aucune indemnité n'est alors accordée au propriétaire menacé malgré l'éventuelle importance des pertes économiques résultantes			Protection "juridique"	Protection "**permanente**"	

8.4.3. Protection temporaire passive

Détecteur routier d'avalanche (DRA)



http://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-5-neige-avalanches-et-risques-glaciaires/

8.4 Les travaux

Protection temporaire active : déclenchement artificiel

Type d'action		Au pied	À l'explosif				AU GAZ	
			À la main	Hélicoptère	Avalancheur	CATEX	GAZEX	AVALHEX
Matériel spécifique		Skis, corde, ARVA, pelle, sonde	Skis, cordelette, (luge), ARVA, pelle, sonde	Caisse de rangement des explosifs ; inflammateurs	Lanceur pneumatique ; Flèche ; Explosif liquide (mélange)	Câble (tournant) transporteur ; Options : descendeur, commande automatique	Centrale des gaz (oxygène et propane) ; Tube ouvert fixe (dragon)	Hydrogène ; Ballon gonflé à l'air
Équipement visé par la protection		Domaine skiable		Insensible (piste,....) ; Domaine vierge à connaître	Domaine skiable	Domaine skiable, routes		
Niveau de sécurité		Très faible pour le pratiquant	Moyen (mais variable)	Moyen (mais variable)	Bon	Bon	Très bon	Très bon
Niveau de coût	Investissem.	Très bon marché			Moyen	Cher	Très cher	Moyen
	Fonction.	Moyen		Très cher	Cher	Cher	Moyen	Moyen
Avantage		Plutôt facile (avec organisation préalable très rigoureuse)		Pratique ; Rapide ; Bonnes observations préalables et postérieures	Bonne précision ; Discret ; Pas de stockage explosif ; Tous temps	Traite plusieurs couloirs parallèles ou sur 2 versants ; Tous temps	Pas d'explosifs ; Rapide ; Sécurité de l'opérateur	
							Tous temps	Démontable l'été
Inconvénient		Très dangereux	Déplacements parfois dangereux ; Conditions de visibilité	Conditions de vent et de visibilité ; Efficacité ; Pb du raté de tir ; Autorisation	Portée à 2000 m ; Dénivelée < 400 m ; Problème du raté de tir	Implantation, accès ; Givre, vent, foudre ; Gestion ; Fiabilité des descendeurs	1 couloir par tube/pylône Très grand froid, foudre ; soumis à la réglementation du déclenchement artificiel (PIDA)	

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

consignes de plan de tir définies dans le plan d'intervention pour le déclenchement des avalanches (PIDA)

Câble transporteur d'explosif (CATEX)

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

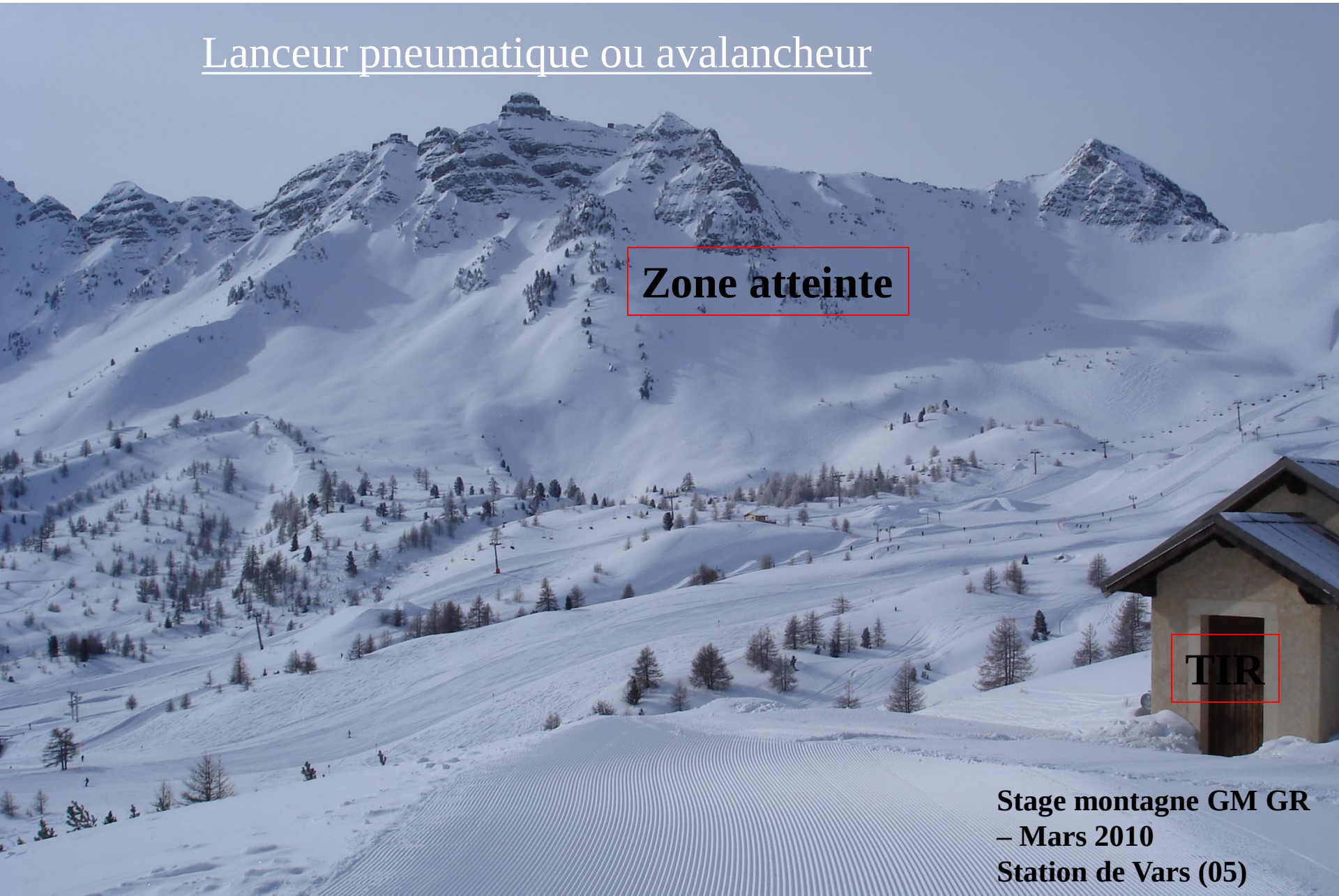
Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

Lanceur pneumatique ou a

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

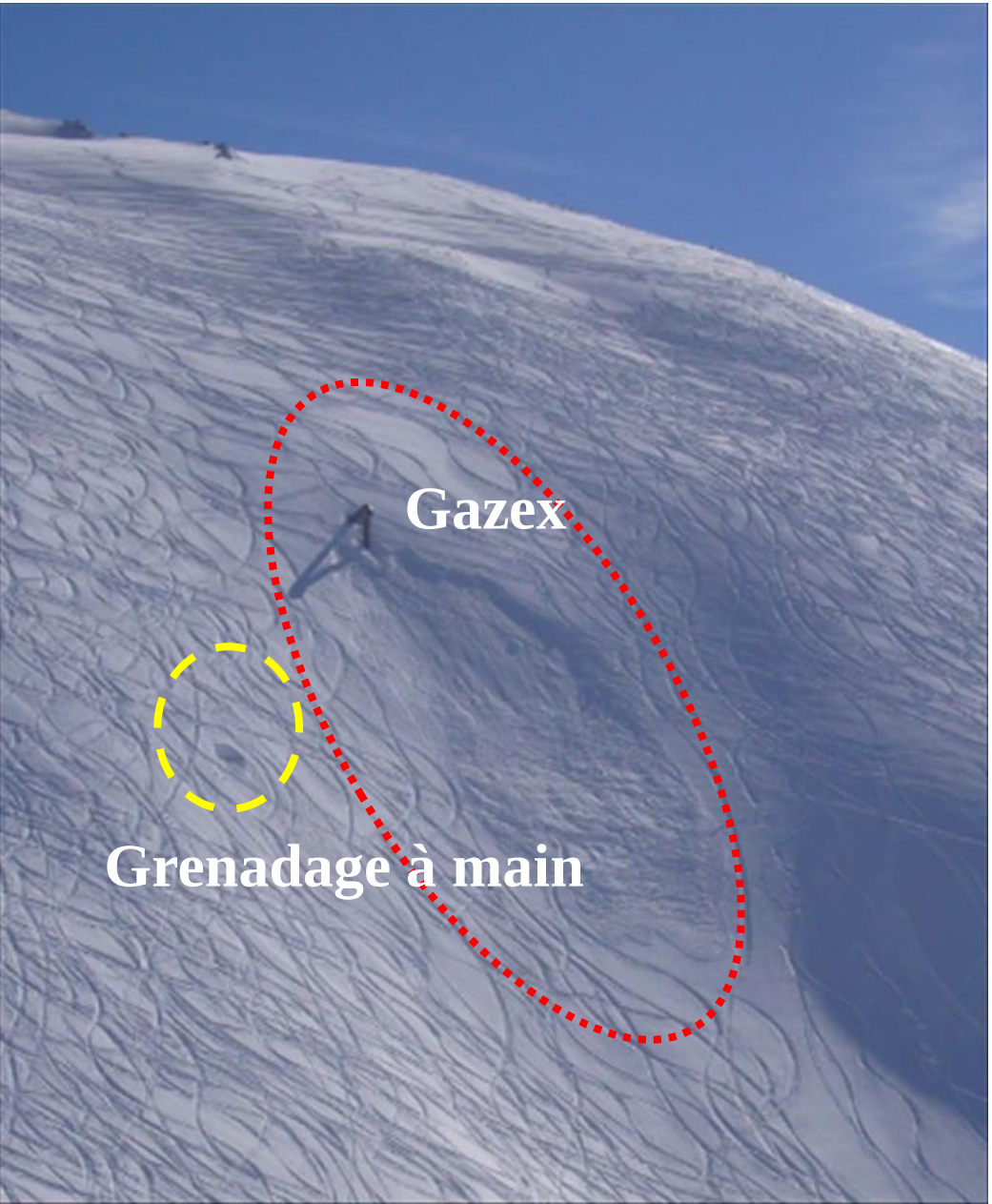


8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

consignes de plan de tir définies dans le plan d'intervention pour le déclenchement des avalanches (PIDA)

Exploseur à gaz : Gazex

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel



Déclenchement manuel

Exploseur à gaz : Gazex

Sortie Risque Avalanche GR – Fév 2009
Station des Orres (05)

8.4.4. Protection temporaire active : déclenchement artificiel

Stage montagne GM GR – Mars 2010
Station de Vars (05)

Recherche de victimes d'avalanches

DVA : Détecteur de victimes d'avalanches (nom commercial ARVA, ORTOVOX…)

Sonde

Pelle

23/01/2012

Recherche de victimes d'avalanches

Test de DVA (Détecteur de victimes d'avalanches)

Crévoux (05) – La Chalp, foyer de ski de fond (01/03/12)

Recherche de victimes d'avalanches

Stage Montagne Master GERINAT M1 – Vars, 26/03/12

Détecteur pastille RECCO

Recherche de victimes d'avalanches

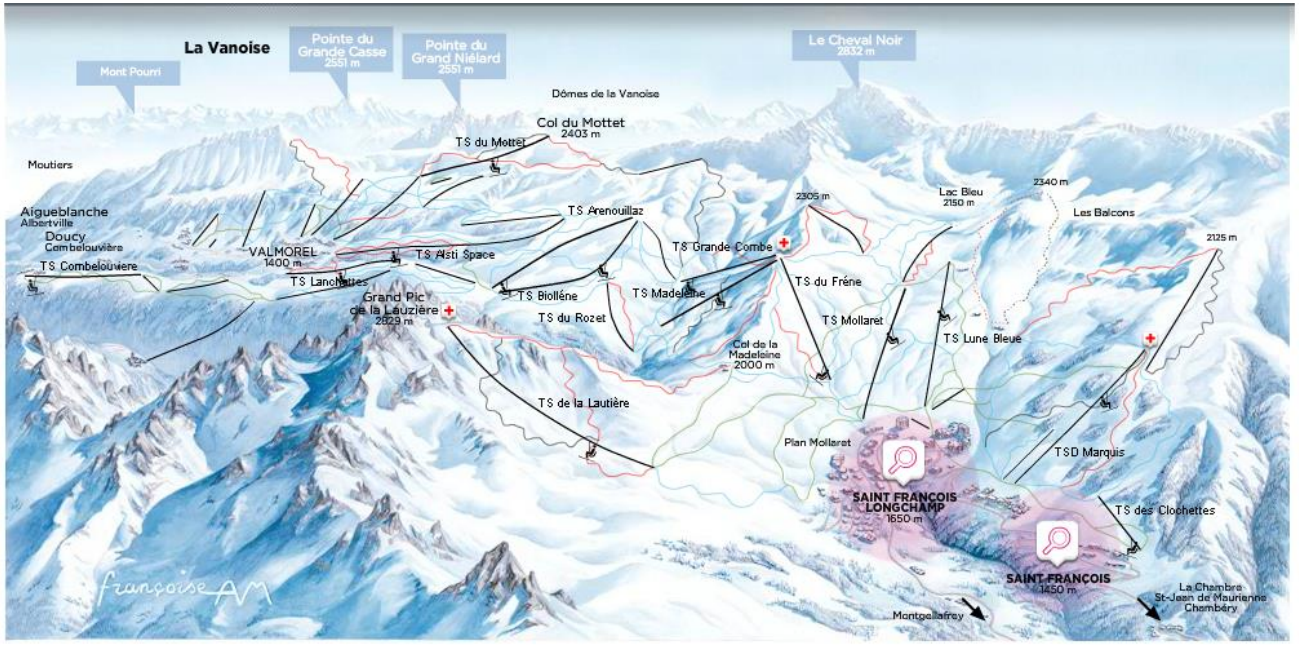
Stage Montagne Master GERINAT M1 – Vars, 26/03/12

Recherche de victimes avec sondes

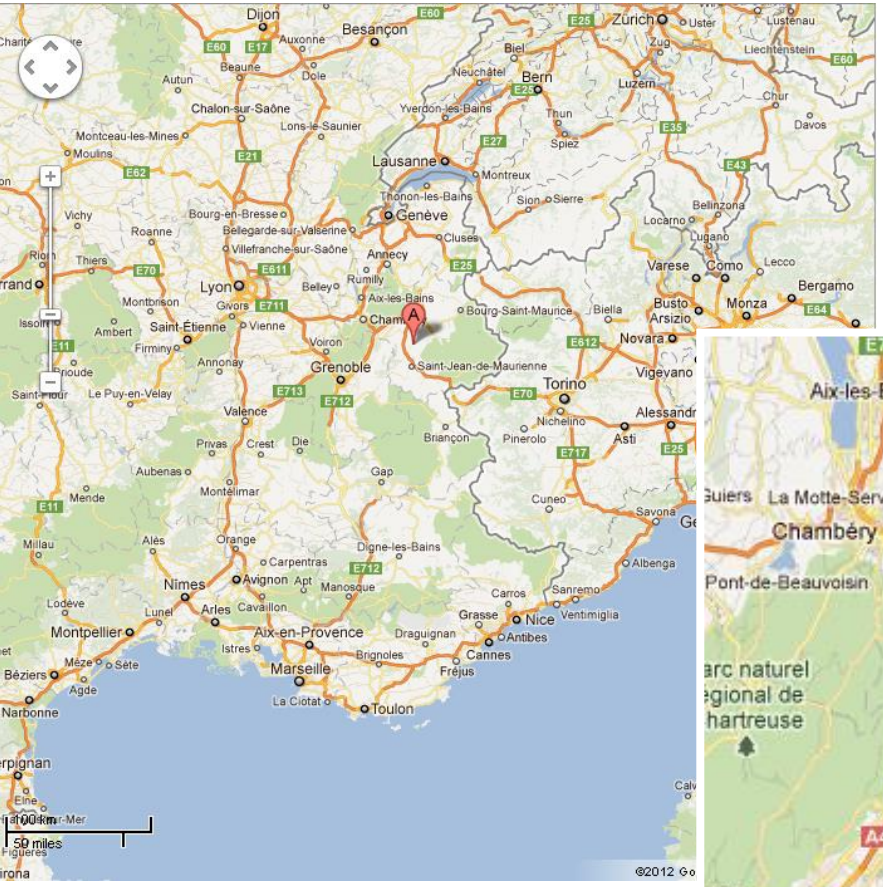
Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

Avalanche de St François Longchamp – 2 mars 2012, télésiège de la Lauzière

Le 2 mars 2012, à 15h30, une avalanche s'arrête sur les pylônes du télésiège de la station de ski de St François Longchamp (Savoie). Les pylônes plient, le télésiège est arrêté et les skieurs sont évacués par hélicoptère.



Avalanche de St François Longchamp – 2 mars 2012, télésiège de la Lauzière



Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

Avalanche de St François Longchamp – 2 mars 2012, télésiège de la Lauzière

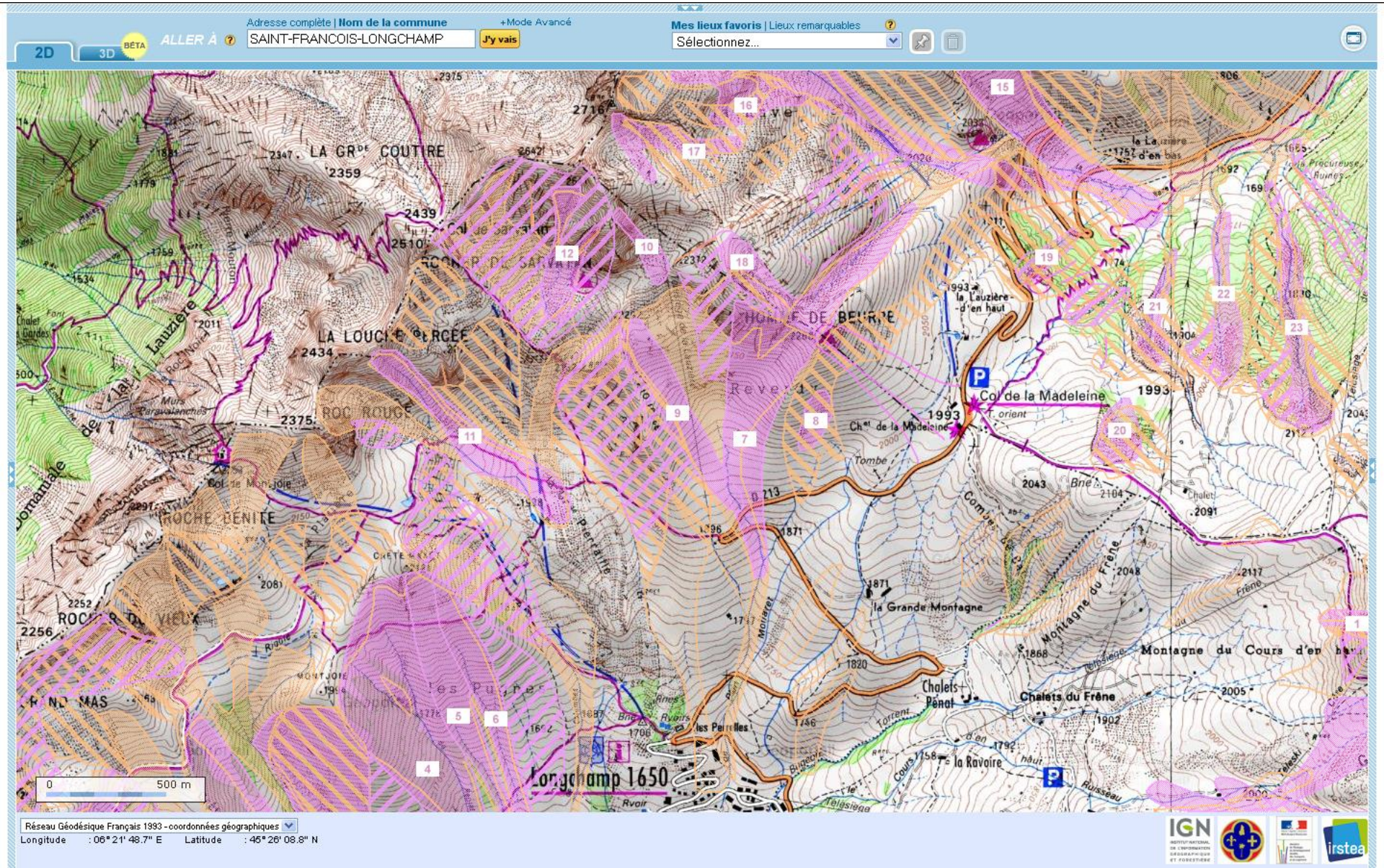
Le 2 mars 2012, à 15h30, une avalanche s'arrête sur les pylônes du télésiège de la station de ski de St François Longchamp (Savoie). Les pylônes plient, le télésiège est arrêté et les skieurs sont évacués par hélicoptère.

- introduction : où a eu lieu le sinistre, dans quelles circonstances, quelles ont été les conséquences.
- quel type d'avalanche s'agit-il (justifier et comparer avec d'autres types)?
- pourquoi l'avalanche a-t-elle eu lieu? est-elle naturelle, accidentelle ou artificielle?
- secours : pourquoi une évacuation par hélicoptère, quels sont les moyens de recherche des victimes d'avalanches…
- l'avalanche était-elle prévisible? que signifie un bulletin de risque d'avalanche 4?
- quels documents officiels seront mis à jour pour tenir compte de cette nouvelle avalanche?

Voir les vidéos et documents

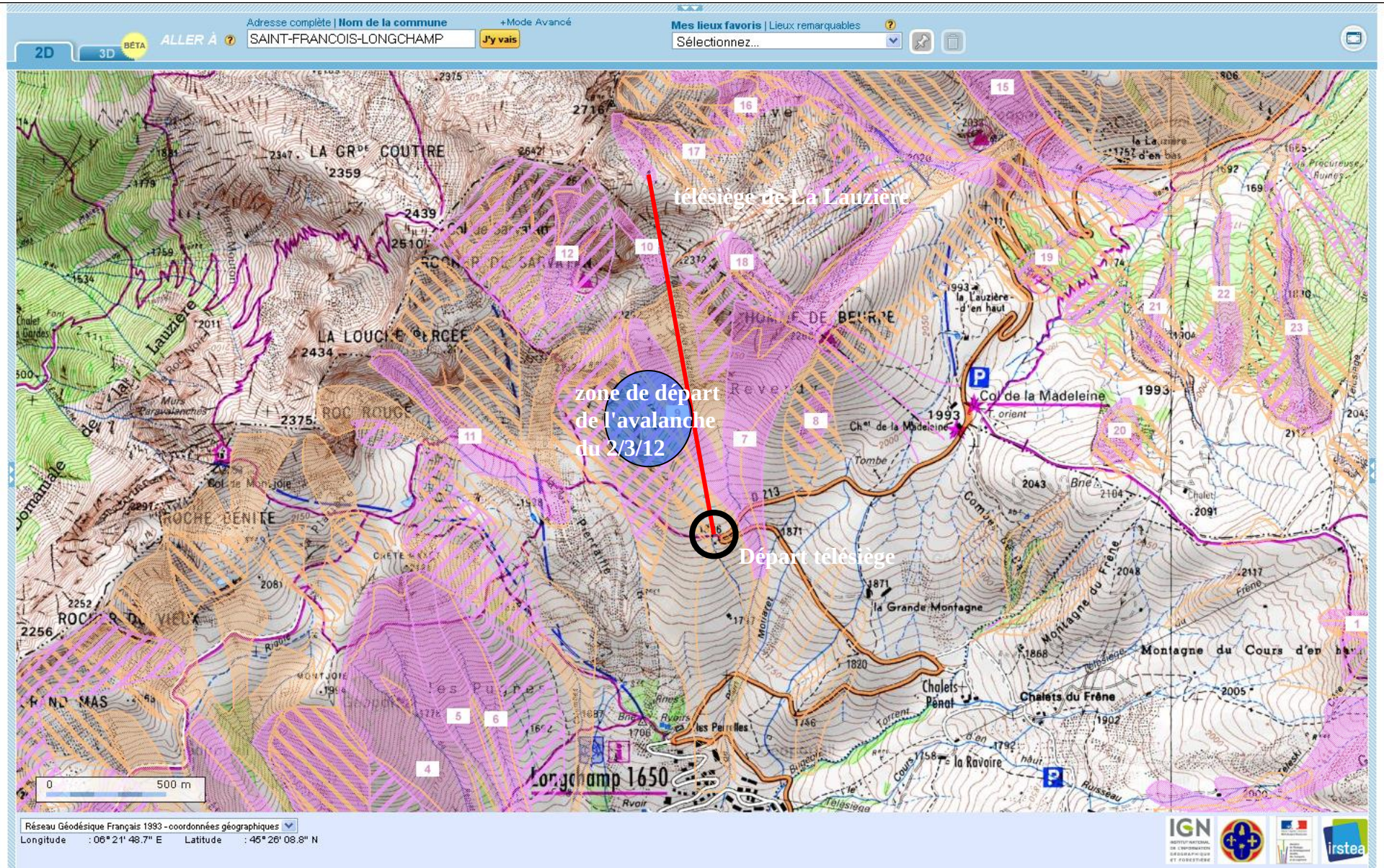
Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

CLPA – geoportail.fr, consulté le 04/04/2012



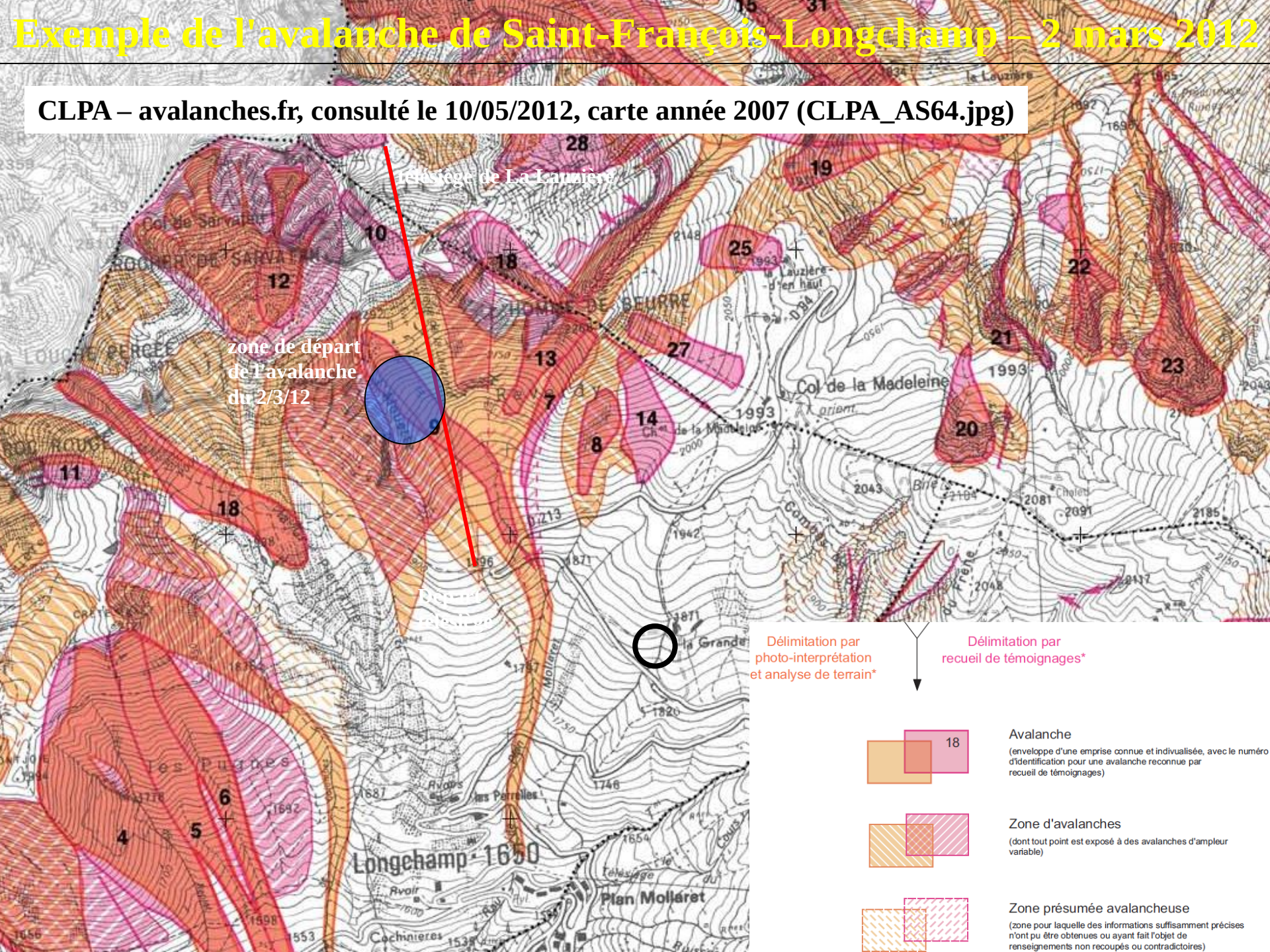
Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

CLPA – geoportail.fr, consulté le 04/04/2012



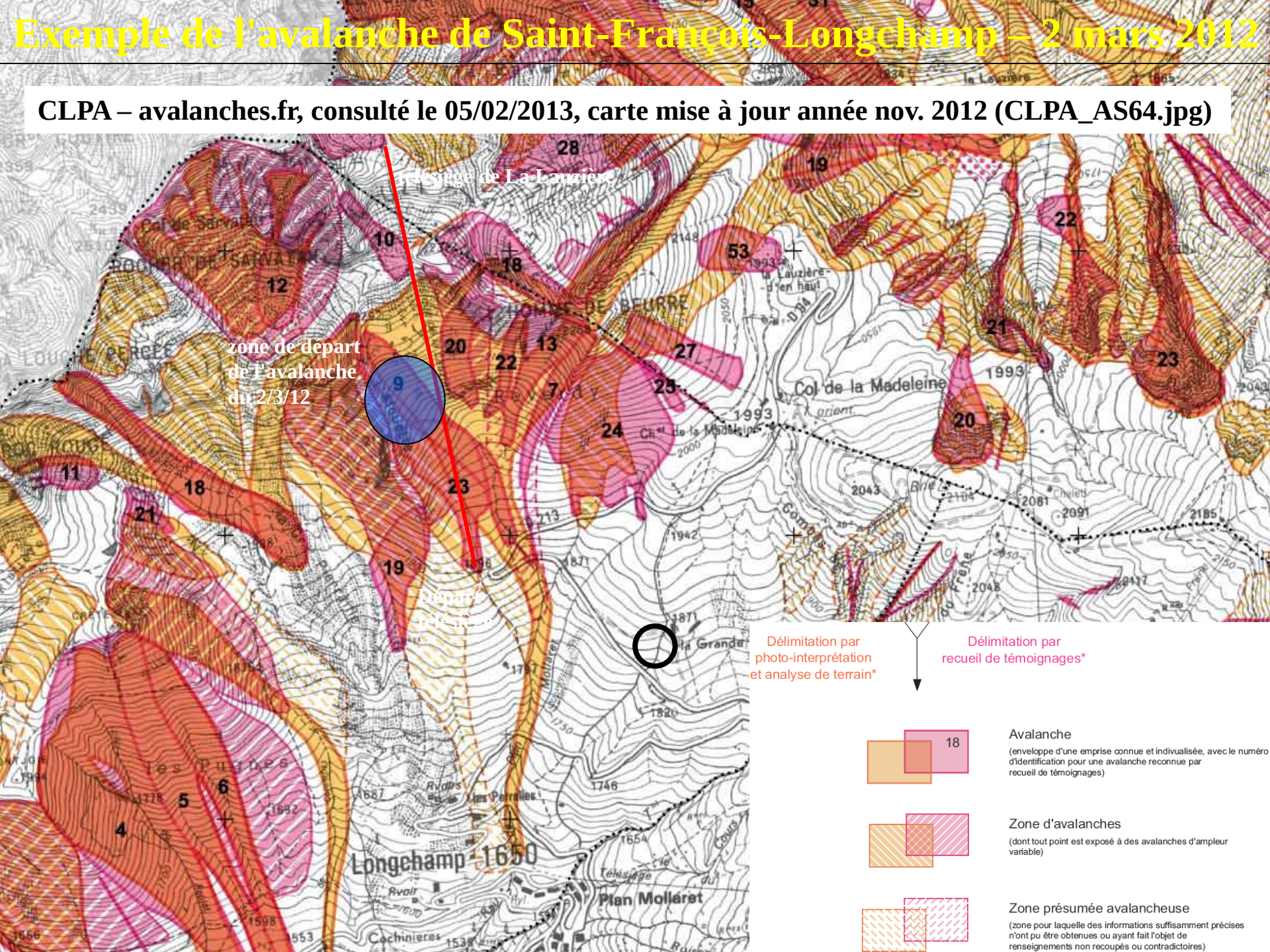
Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

CLPA – avalanches.fr, consulté le 10/05/2012, carte année 2007 (CLPA_AS64.jpg)



Exemple de l'avalanche de Saint-François-Longchamp – 2 mars 2012

CLPA – avalanches.fr, consulté le 05/02/2013, carte mise à jour année nov. 2012 (CLPA_AS64.jpg)



9. Plans de Prévention des Risques d'Avalanches

9.1- Les différents documents de prévention

multitude de volets :

- la connaissance historique des phénomènes,

- la surveillance des phénomènes et l'alerte,

- l'information préventive de la population,

- les travaux de prévention,

-la préparation aux situations de crise,

Le Maire concourt par son pouvoir de police à l'exercice des missions de sécurité publique (Article L.2211-1 du code général des collectivités territoriales

Il informe d'urgence le représentant de l'Etat dans le département et lui fait connaître les mesures qu'il a prescrites (L.2212-4).

- le retour d'expérience,

- la prise en compte du risque avalanche dans l'aménagement du territoire.

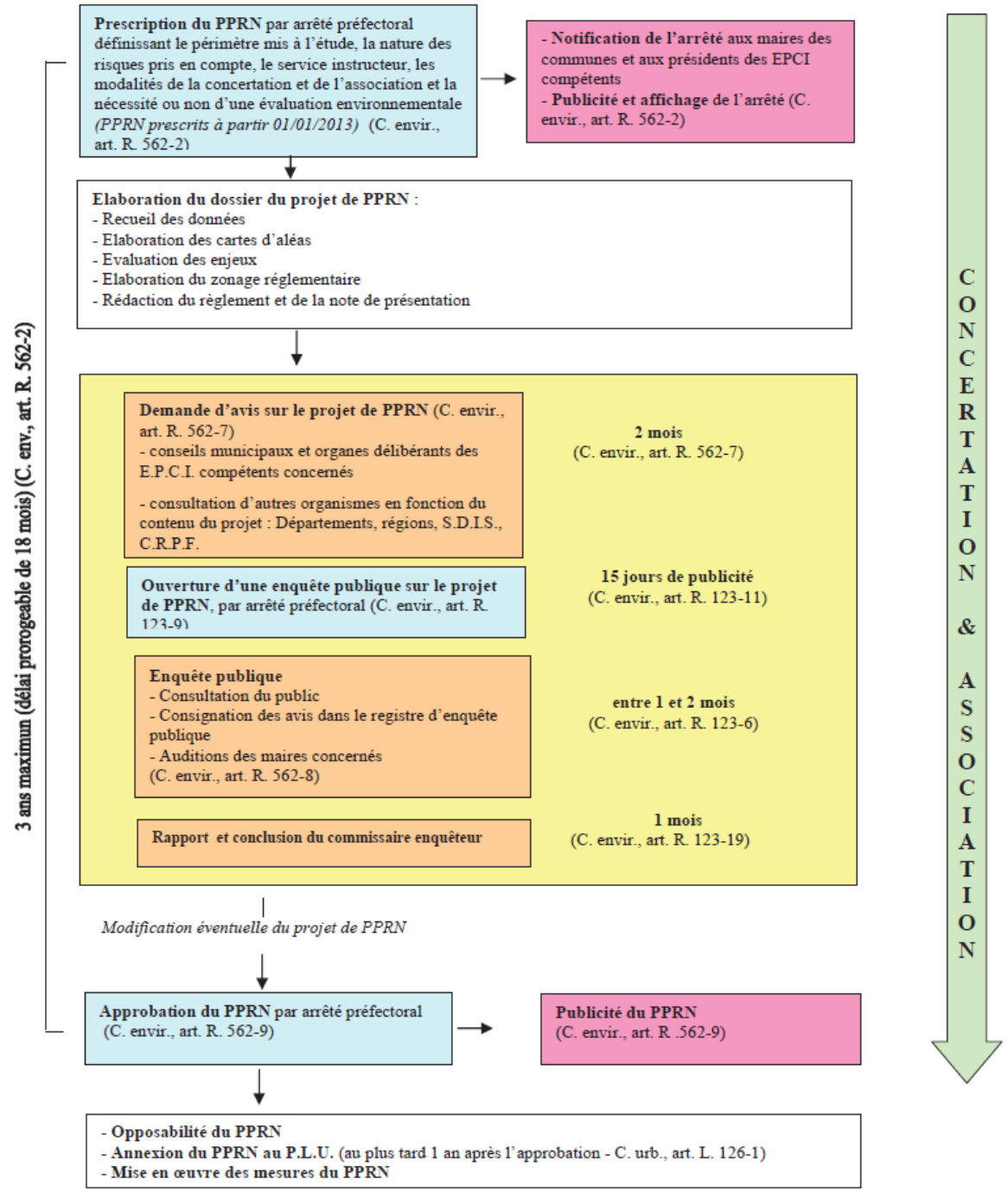
9.2- Cadre réglementaire et objectifs des PPR

- institué par la Loi du 2 février 1995 modificative, en ce qui concerne les risques naturels, de la Loi du 22 juillet 1987
- régi par les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement. Les modalités d'application de la loi sont définies par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995.

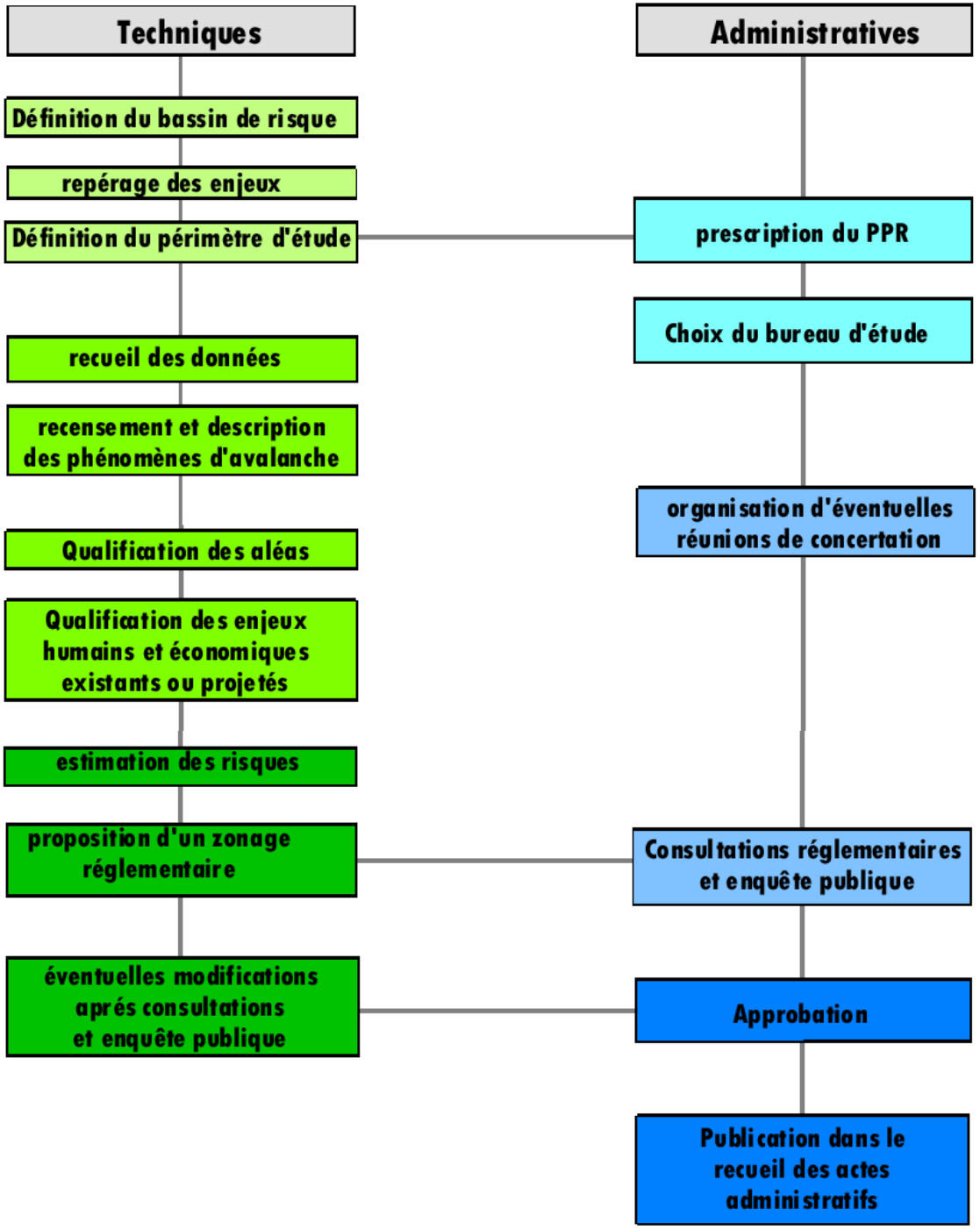
Le PPR a pour objet de délimiter les zones directement exposées à des risques et les zones non directement exposées, mais où certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux (art. L.562-1-II 1 e et 2 e du Code de l'Environnement).

Tableau 6 : Procédure d'élaboration du PPRN

http://catalogue.prim.net/254__150928-guide-ppr-avalanches-aout-2015-reduit.pdf



PPR


Techniques
Définition du bassin de risque
repérage des enjeux
Définition du périmètre d'étude
recueil des données
recensement et description des phénomènes d'avalanche
Qualification des aléas
Qualification des enjeux humains et économiques existants ou projetés
estimation des risques
proposition d'un zonage réglementaire
éventuelles modifications aprés consultations et enquête publique
Administratives
prescription du PPR
Choix du bureau d'étude
organisation d'éventuelles réunions de concertation
Consultations réglementaires et enquête publique
Approbation
Publication dans le recueil des actes administratifs

9.3. Les études d'Aléa

L'Aléa de référence

Aléa = ***phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données***

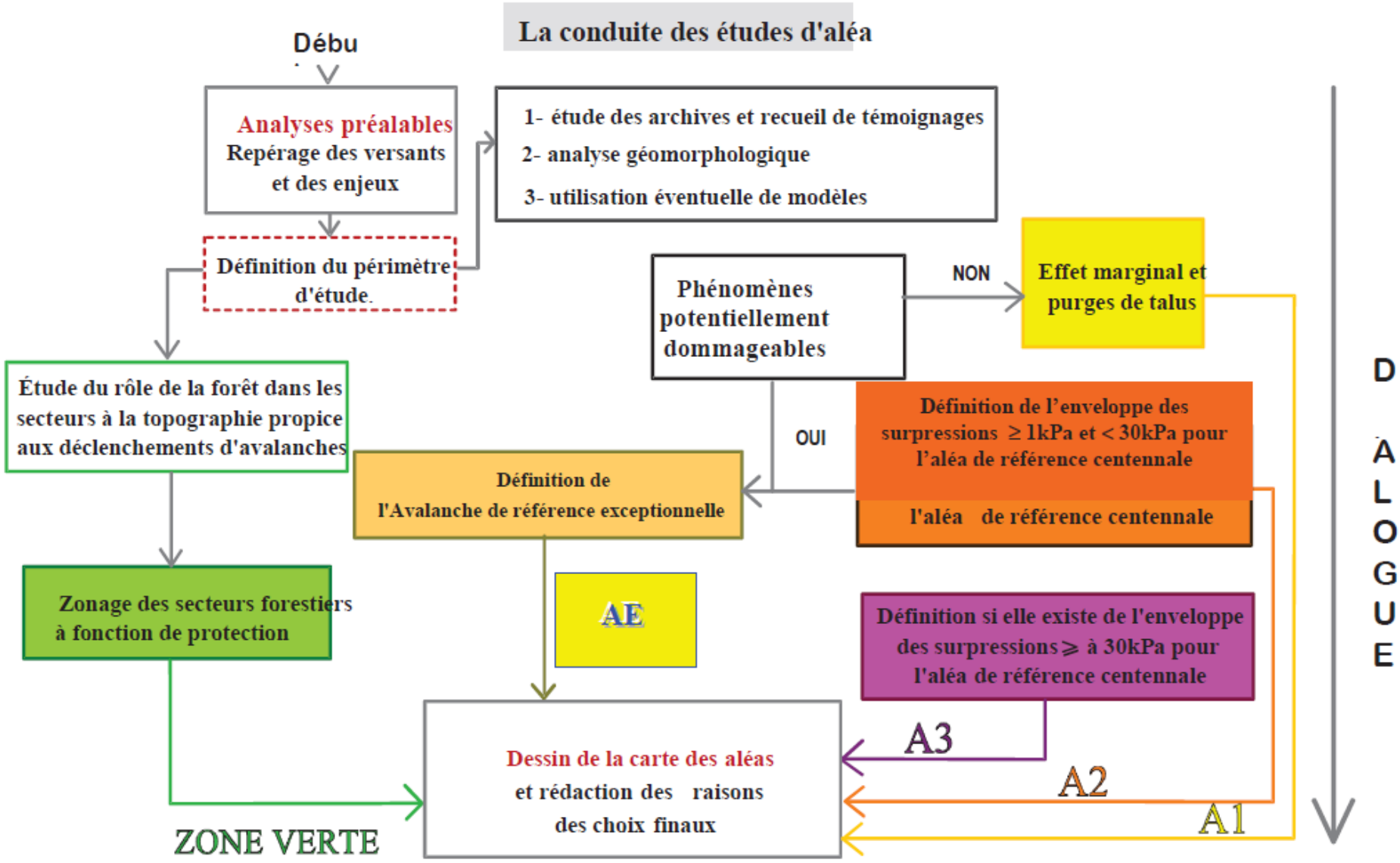
L'**aléa de référence** correspond au contour de la plus forte avalanche connue depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, qui pourrait causer des dommages (même légers) sur les bâtiments.

Dans des conditions météorologiques exceptionnelles, susceptibles d'engendrer des avalanches plus larges que l'aléa de référence, des mesures préventives spécifiques doivent être prises pour la protection des personnes.
Un **aléa de référence exceptionnel** est défini (appelé jusqu'en 2015 Avalanche Maximale Vraisemblable), englobant le contour maximal des avalanches.

9.3. Les études d'Aléa

Méthodes de qualification des aléas : (page 54 Guide 2015 PPRA)

- Etude historique
- Analyse géomorphologique
- Modélisation (rare)



2015 : Avalanche Maximale Vraisemblable (AMV) devient Aléa de Référence Exceptionnel (AE)

Figure 5 : Récapitulatif des différentes zones d'aléas possibles

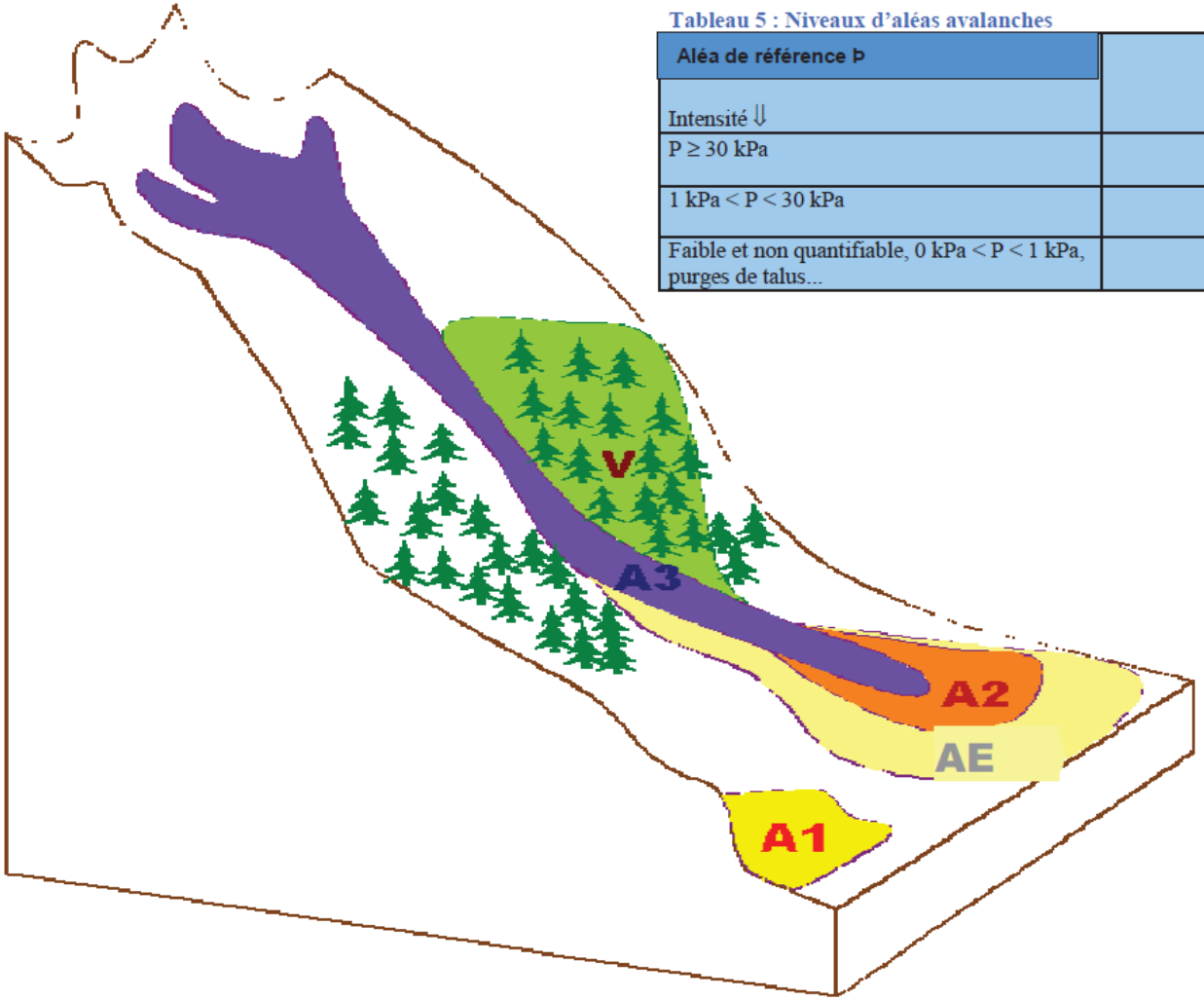
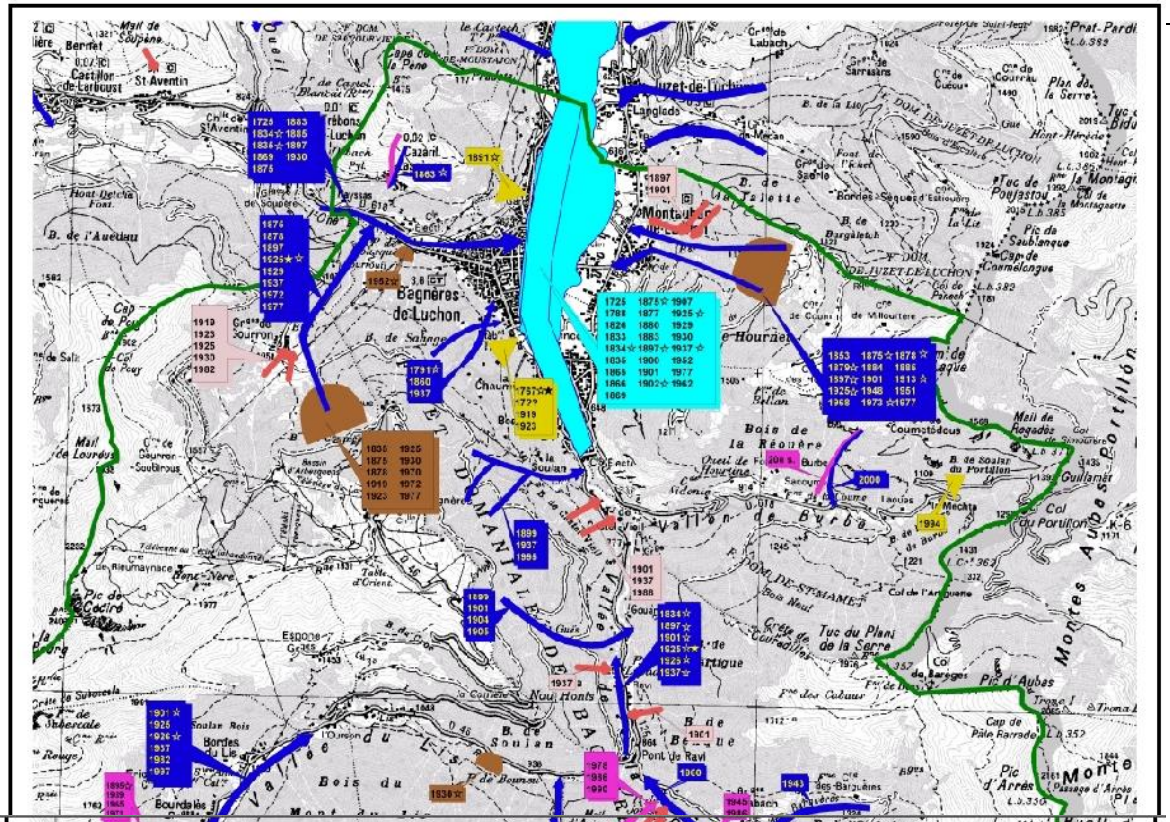


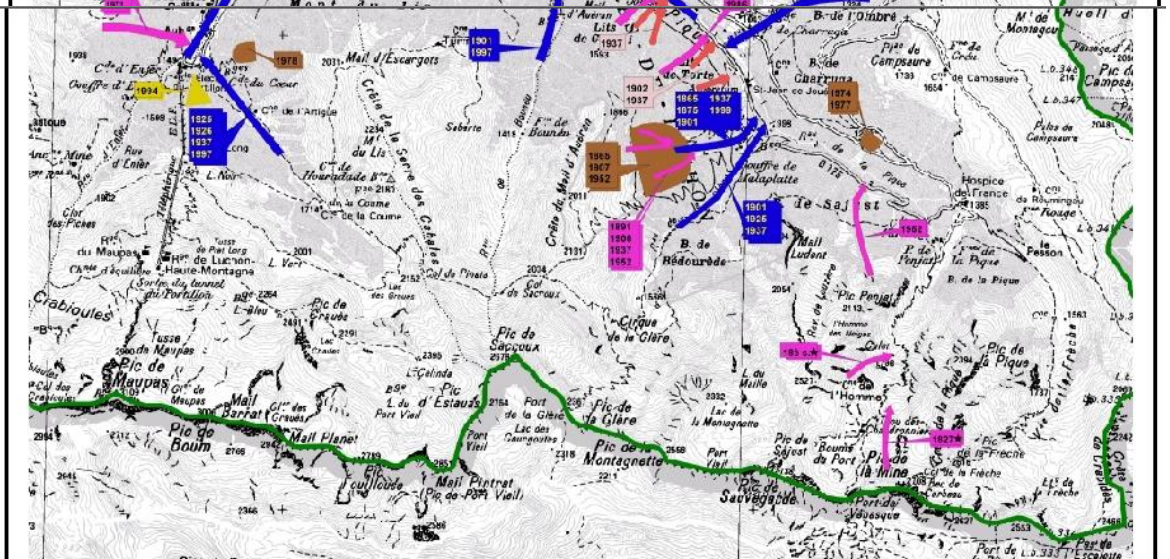
Tableau 5 : Niveaux d'aléas avalanches

Aléa de référence Þ Intensité ⇓	Centennal	Exceptionnel
P ≥ 30 kPa	A3	AE
1 kPa < P < 30 kPa	A2	
Faible et non quantifiable, 0 kPa < P < 1 kPa, purges de talus...	A1	

Légende :
– A3 : aléa centennal fort ;
– A2 : aléa centennal moyen ;
– A1 : aléa centennal faible (talus, coulées secondaires) ;
– AE: aléa exceptionnel ;
– V : zone « verte » non directement exposée mais source possible d'aléa en cas de disparition de la forêt.
NB : sauf lorsque l'aléa de référence exceptionnel concerne un secteur pour lequel il n'existe pas d'aléa de référence centennal, cette zone englobe les zones A2-A3 décrites ci-dessus.

Carte informative de localisation dans la haute vallée de la Pique (31)





- Crue rapide / torrentielle
- Crue lente
- Ravinement
- Avalanche
- Chute de blocs
- Glissement de terrain
- ★ Pertes humaines
- ☆ Pertes materielles

Echelle : 1 / 50 000

Source : RTM, Délégation nationale, échelon pyrénéen

Zonage de l'aléa avalanche résultant d'une expertise multiple réalisée en juin 2001

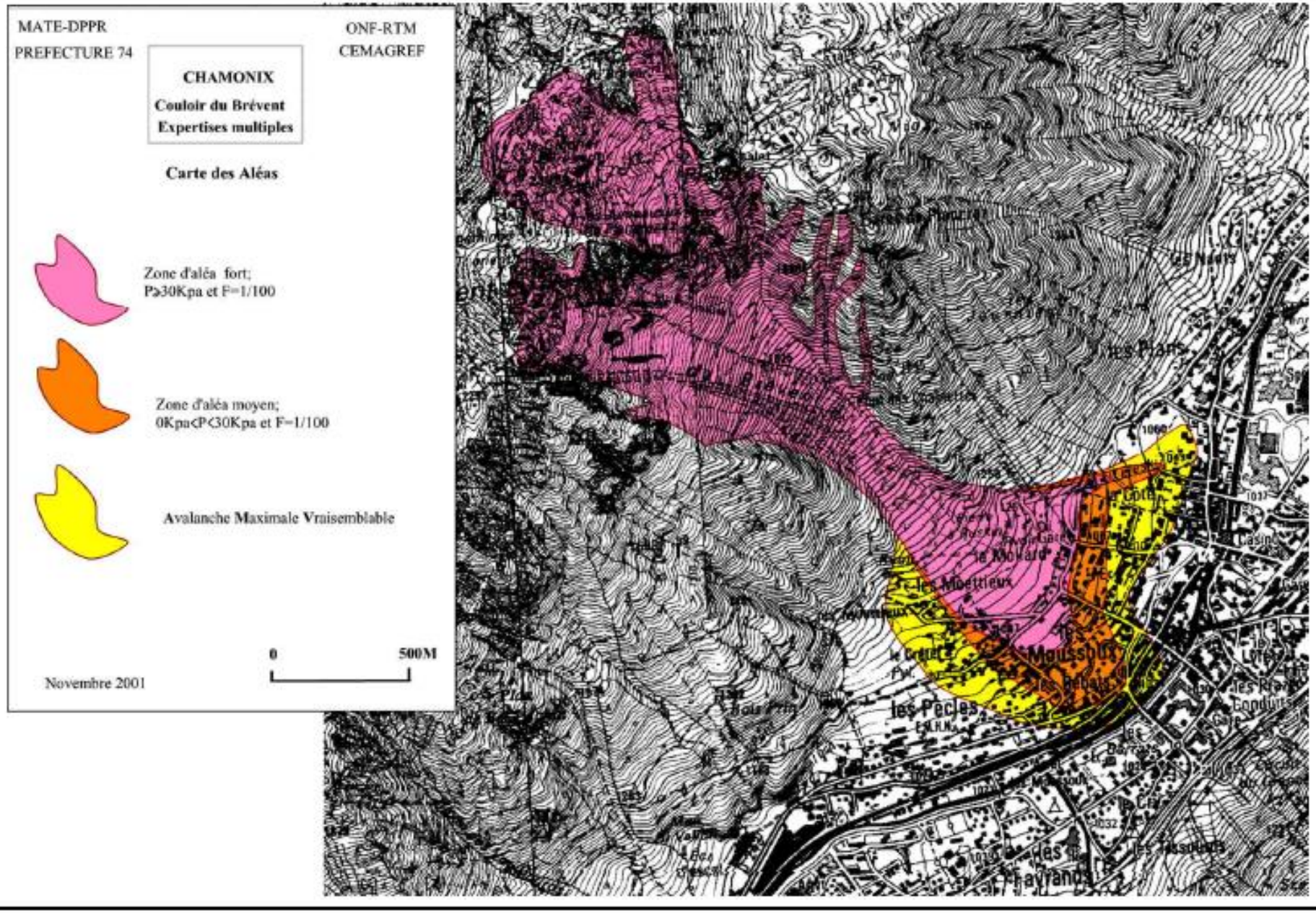
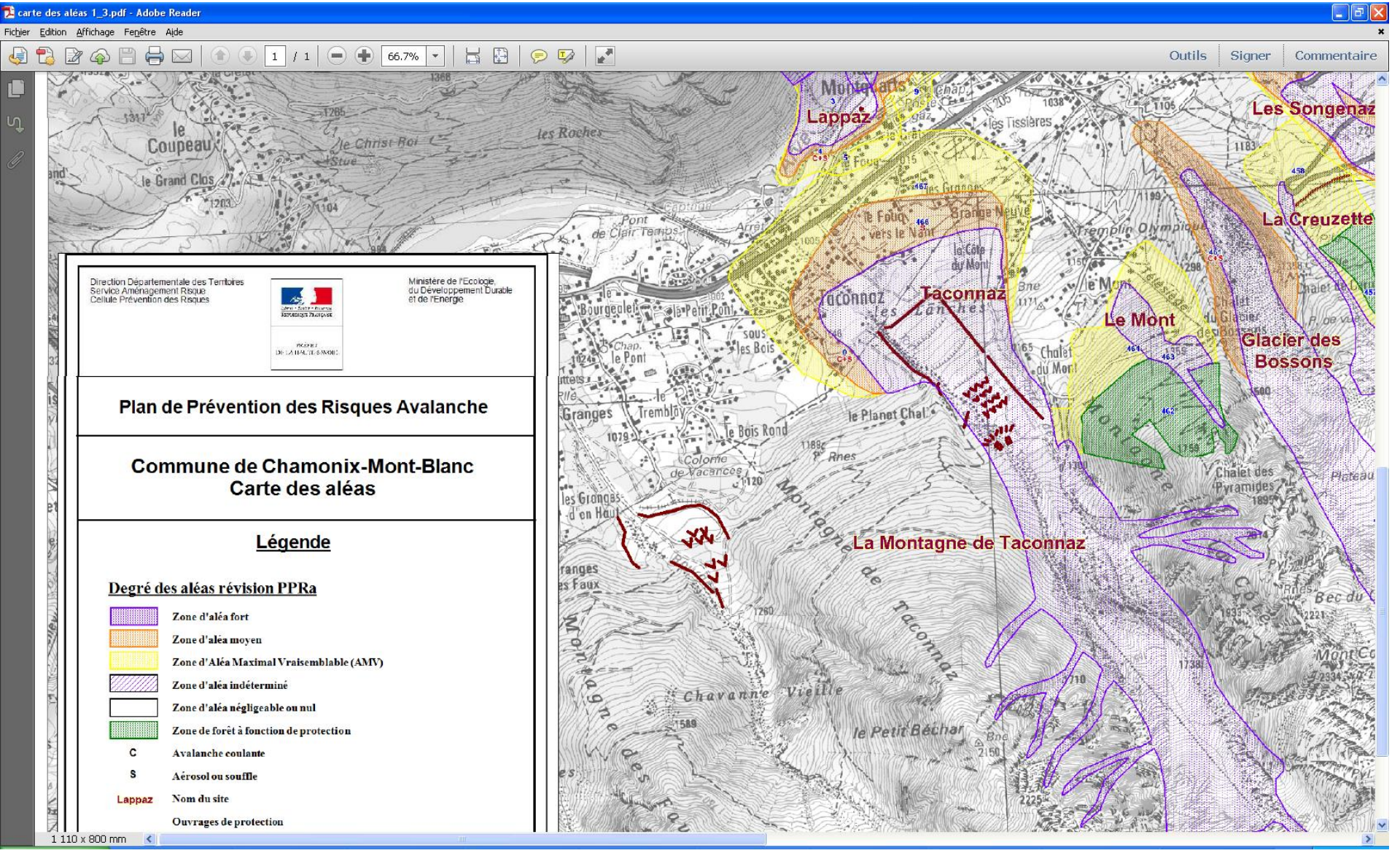


Tableau 7 : Principes de zonage réglementaire - Principe de délimitation, de constructibilité et de gestion

Un très bon exemple : les PPR en ligne de la Haute-Savoie

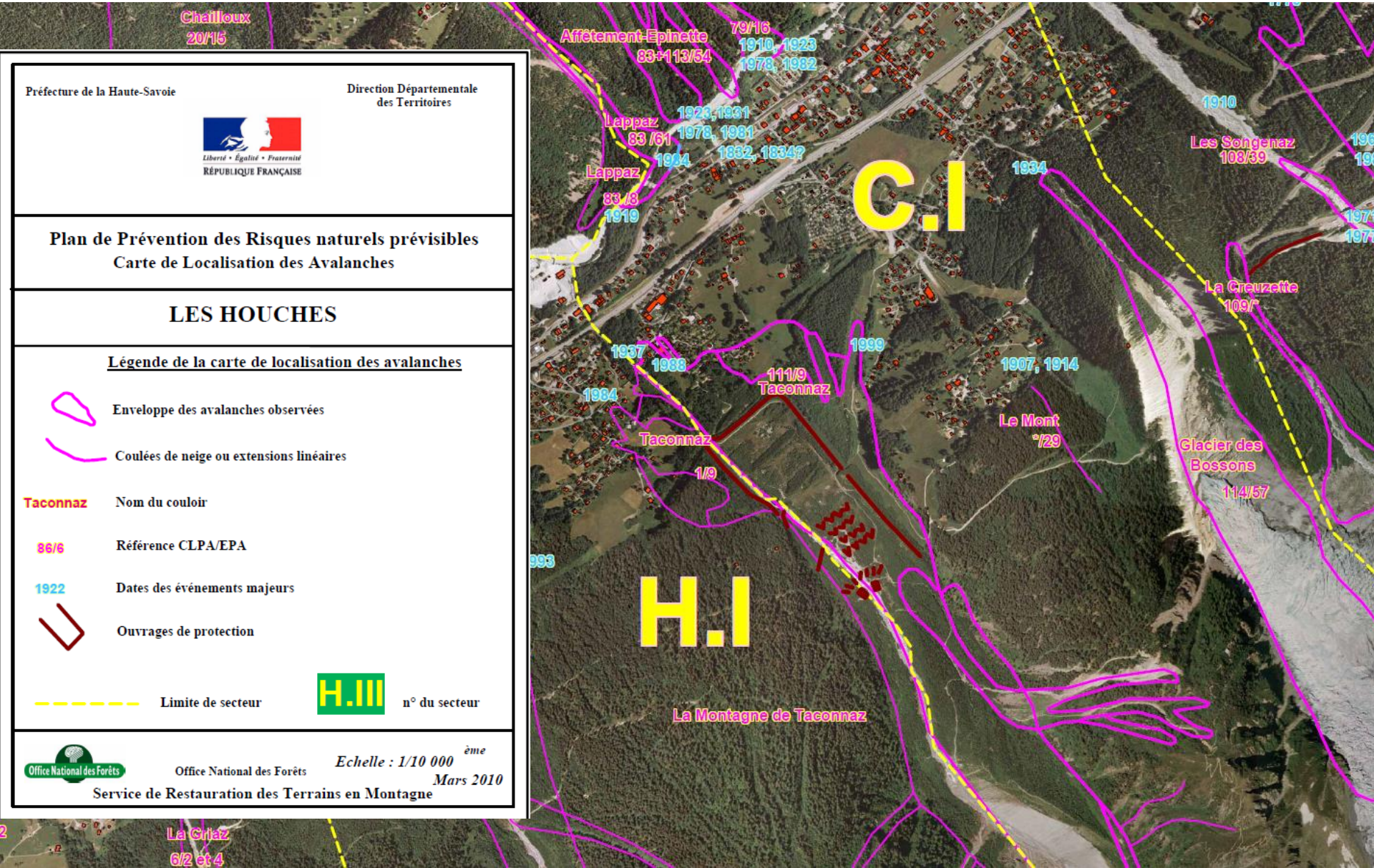
http://www.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=75153&id_article=150725&masquable=OK


carte des aléas 1_3.pdf - Adobe Reader
Fichier Edition Affichage Fenêtre Aide
Outils Signer Commentaire
Direction Départementale des Territoires
Service Aménagement Risque
Cellule Prévention des Risques
Ministère de l'Ecologie,
du Développement Durable
et de l'Energie
Plan de Prévention des Risques Avalanche
Commune de Chamonix-Mont-Blanc
Carte des aléas
Légende
Degré des aléas révision PPRa
Zone d'aléa fort
Zone d'aléa moyen
Zone d'Aléa Maximal Vraisemblable (AMV)
Zone d'aléa indéterminé
Zone d'aléa négligeable ou nul
Zone de forêt à fonction de protection
C Avalanche coulante
S Aérosol ou souffle
Lappaz Nom du site
Ouvrages de protection
Lappaz
Les Songenaz
La Creuzette
Taconnaz
Le Mont
Glacier des Bossons
La Montagne de Taconnaz
1 110 x 800 mm

Les PPR de Haute-Savoie en ligne, accès par commune :

http://www.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=75153&id_article=150725&masquable=OK

Les Houches – Chamonix : carte de localisation de avalanches



9.6. Le dossier réglementaire

9.6.1. La note de présentation

- la gestion actuelle du risque avalanche,
- les études et documents existants sur le secteur,
- les raisons de la prescription du PPR,
-le périmètre d’étude,
- les évènements naturels passés connus ou supposés,
- le mode de qualification de l’aléa avalanche,
- les enjeux humains, socio-économiques et environnementaux,
- le zonage et le règlement proposés.