



Prévention contre les dangers naturels

Swissbau 2024 – Ouvrages de protection en bois

Corinne Singeisen

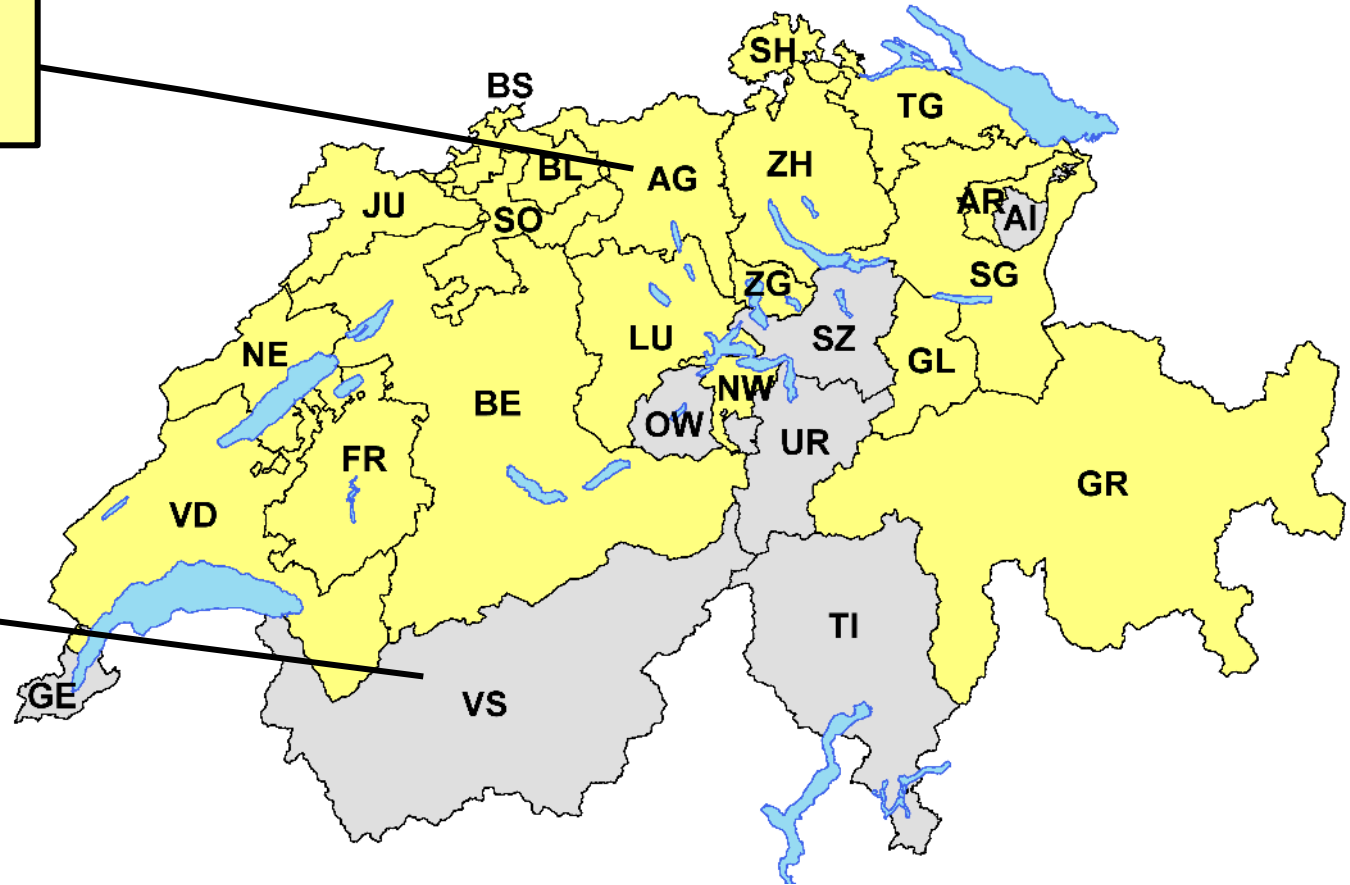


Le « système dual »

19 cantons avec un établissement cantonal d'assurance (ECA)

7 cantons sans établissement cantonal d'assurance

- G enève
- U ri
- S chwyz
- T essin
- A ppenzell Rhodes Intérieures
- V alais
- O bwald





La triple protection

Les trois domaines se complètent dans l'intérêt des propriétaires de bâtiments : évolution favorable des dommages, primes avantageuses, prestations de qualité

Intervention

Conduite, financement et formation des sapeurs-pompier
Env. 250 millions de francs investis par an



Assurance

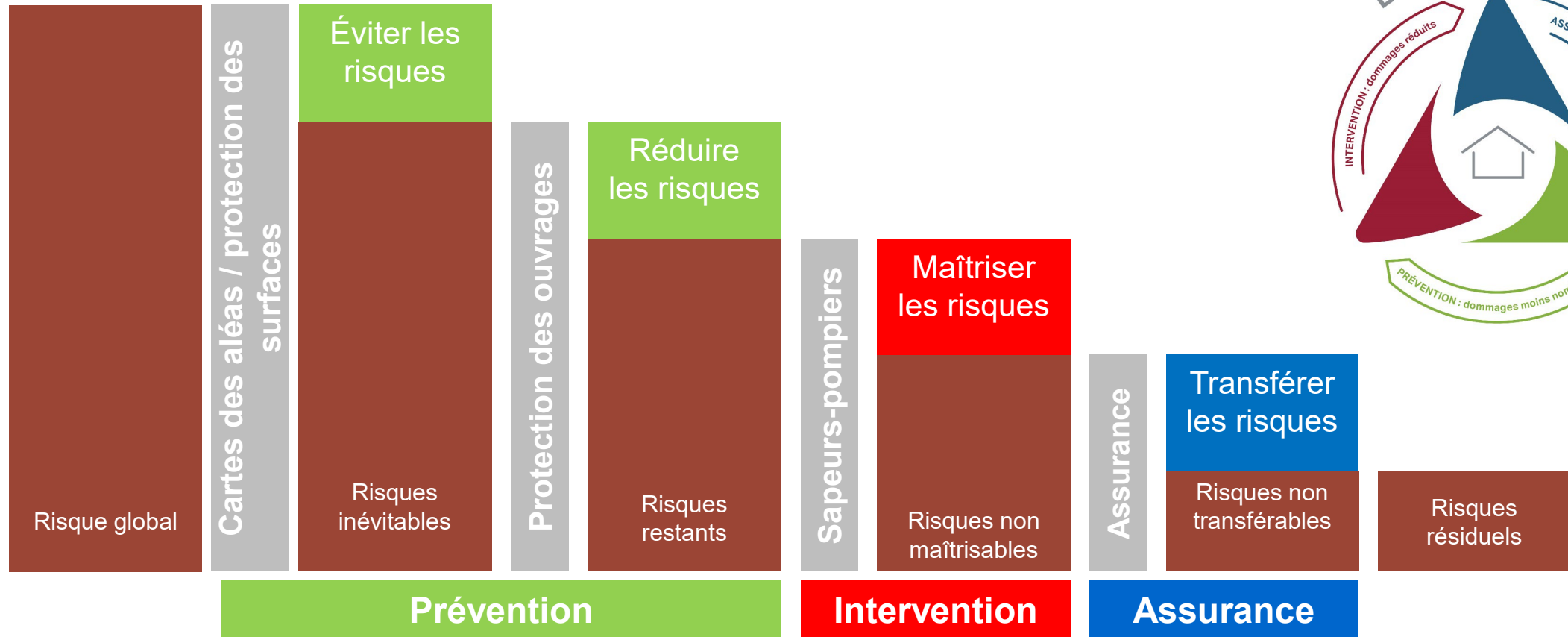
- Obligation d'assurer tous les bâtiments contre les risques d'incendie et les dangers naturels
- Estimation des bâtiments par des spécialistes
- Traitement efficace des dommages

Prévention

- Prévention incendie
 - Prévention des dommages éléments naturels
- Env. 80 millions de francs investis par an



Gestion des risques au sein de la « triple protection »

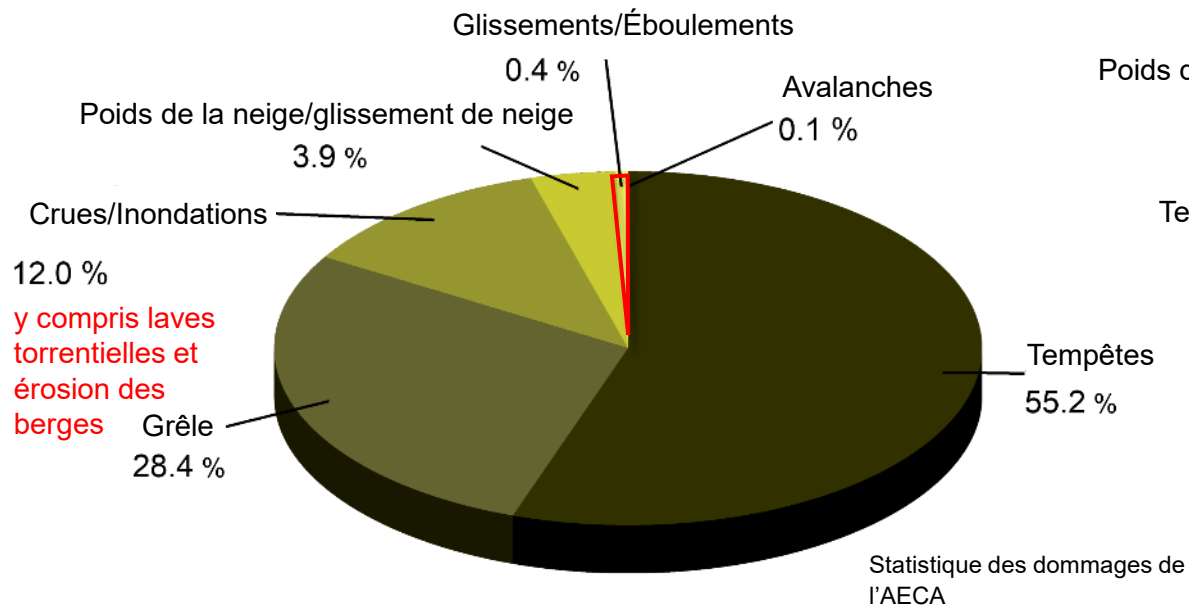




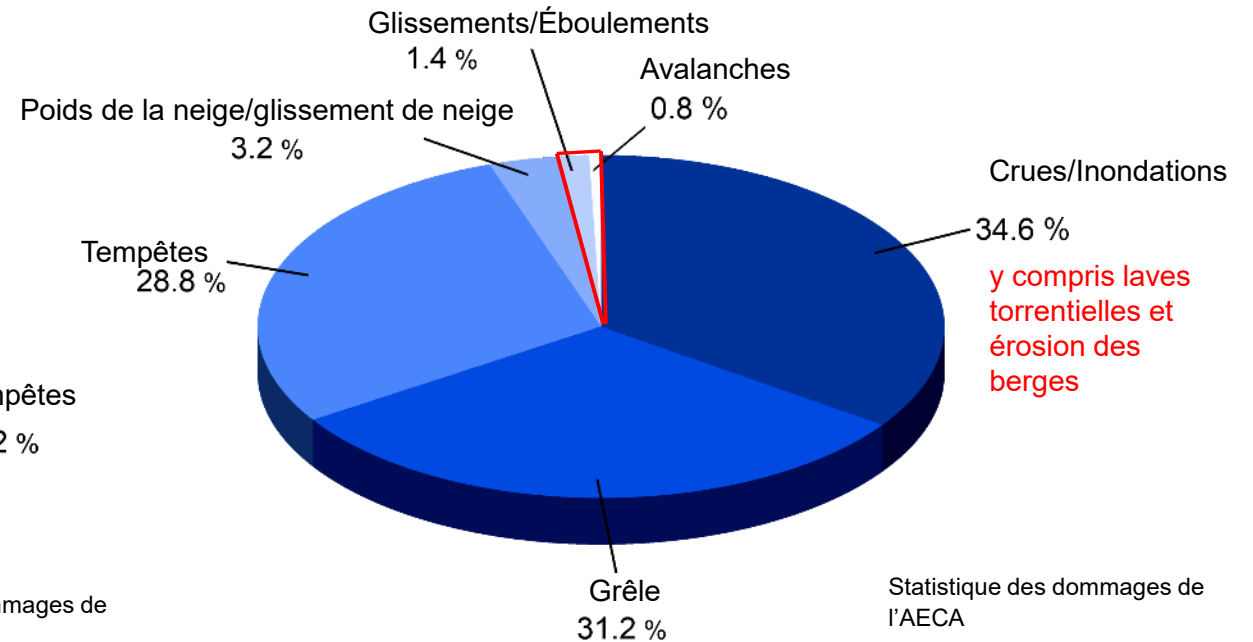
Dommmages aux bâtiments occasionnés par les dangers naturels

Si les événements naturels gravitationnels sont peu fréquents en à l'échelle de la Suisse, ils peuvent néanmoins occasionner des dommages conséquents sur le plan local.

Répartition des causes de dommages aux bâtiments 1991 – 2020



Répartition du montant des dommages aux bâtiments 1991 – 2020





Où et quand surviennent des événements dus aux dangers naturels gravitationnels ?

Prédisposition

Où ?

- Topographie
- Géologie
- Nature du sol / de la neige

Quand ?

- Perturbation de l'équilibre (fragile) :
- Précipitations
 - Températures (gel-dégel)
 - Secousses

Périmètres de processus



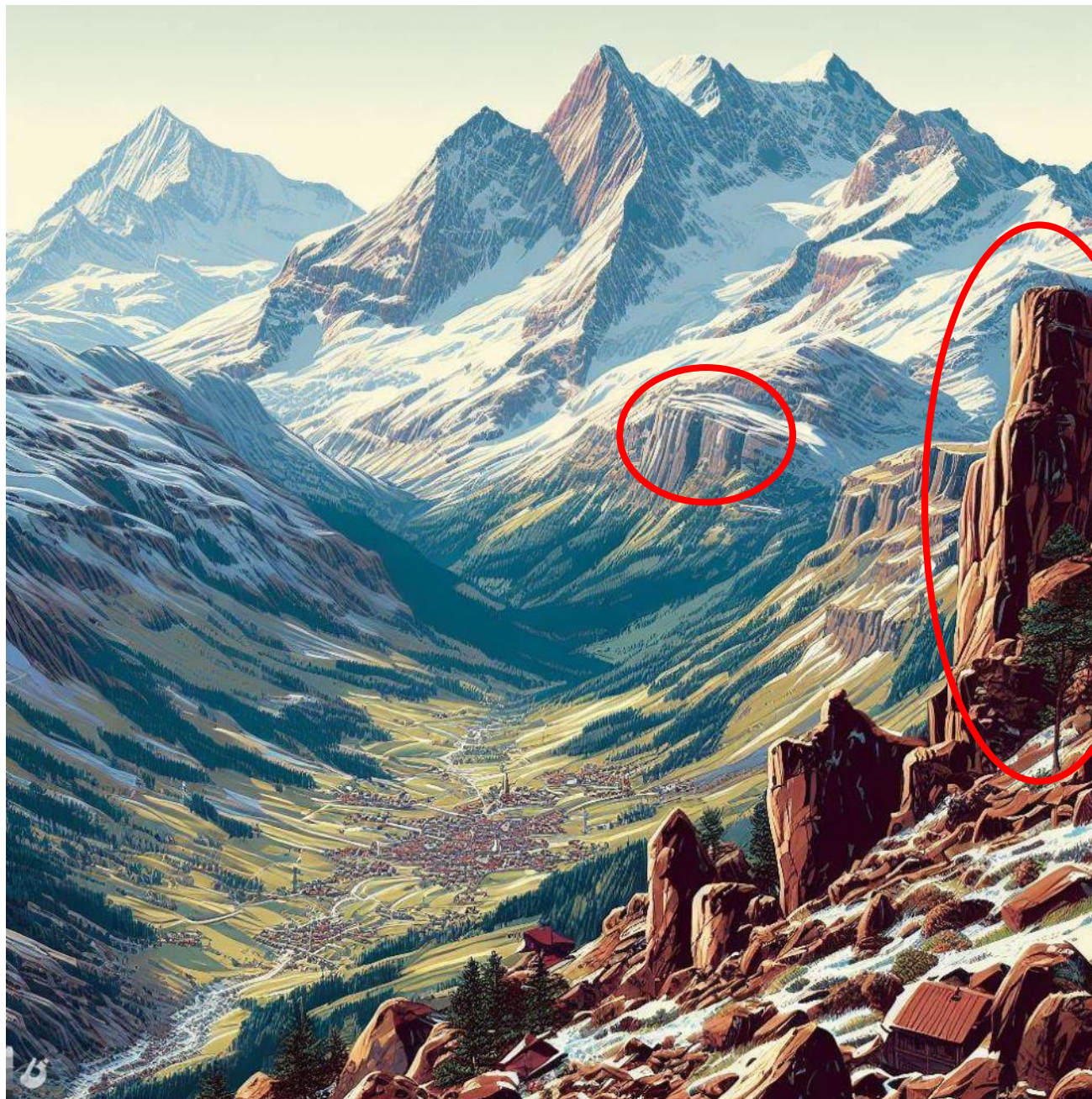
Événements





Périmètres de processus

Chutes de pierres



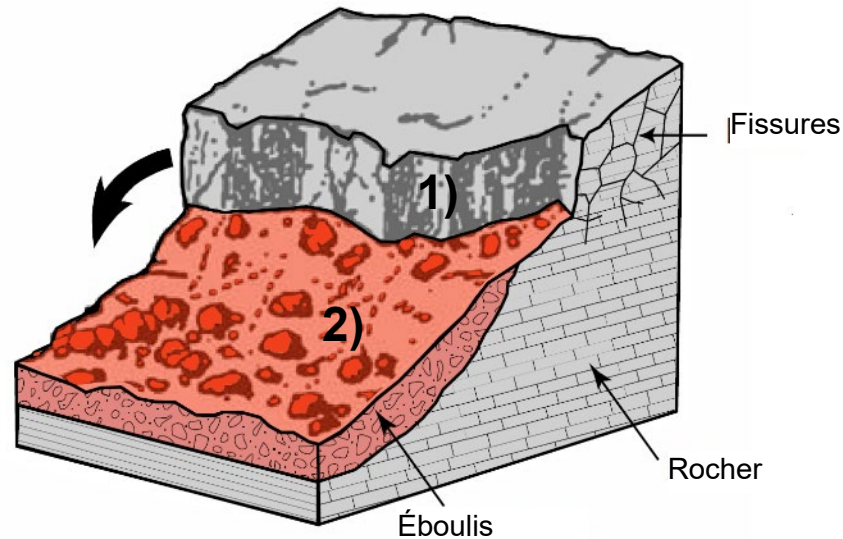


Chutes de pierres : le processus

1) Détachement dans une pente raide



Photo : geo7



© OFEV

2) Propagation par roulade et rebondissement



Photo : geo7

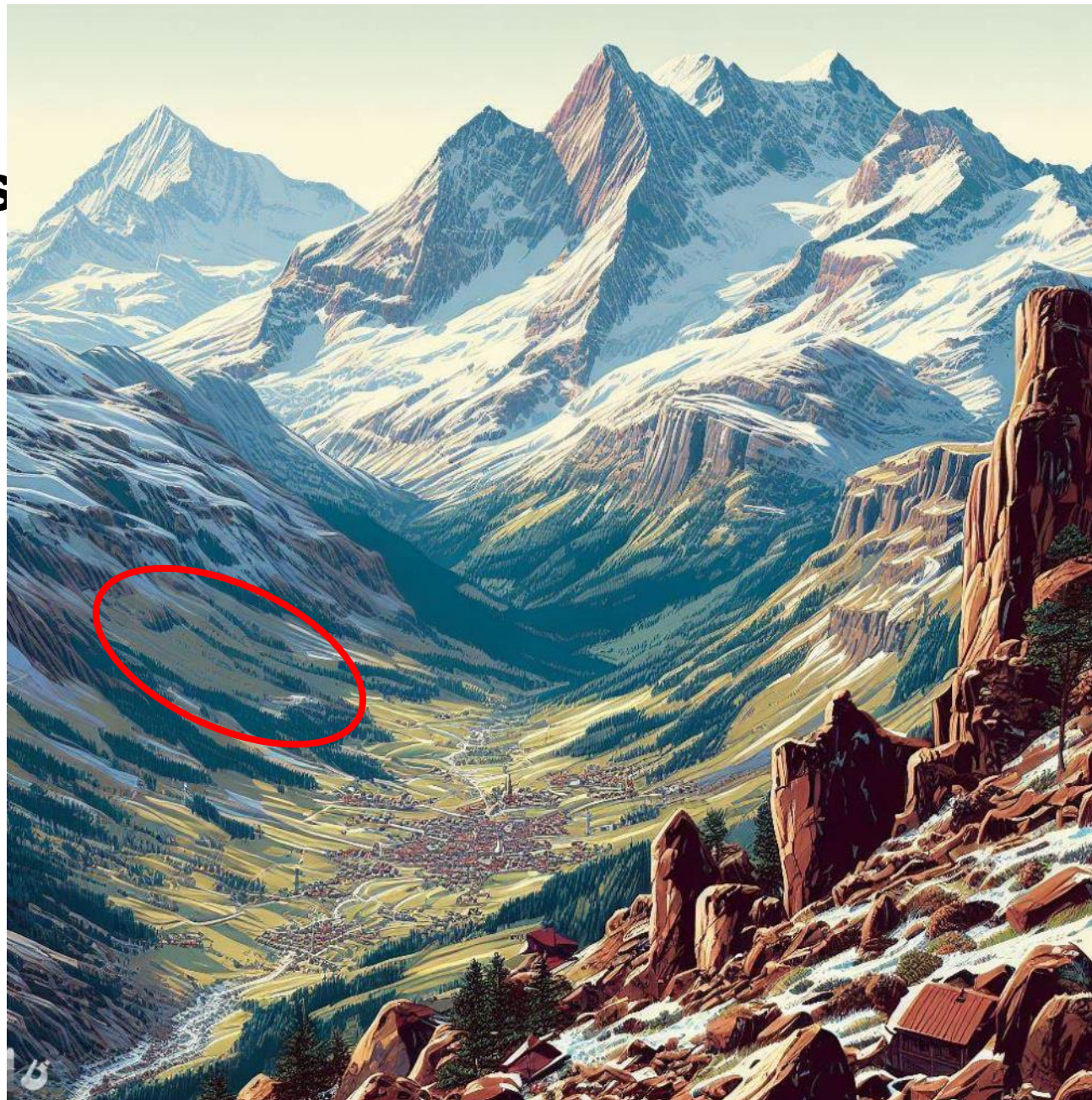
Facteurs d'influence : désagrégation, fissures dans la roche
Facteurs déclenchants : gel-dégel, précipitations, secousses, détachement spontané

Caractéristique : niveau énergétique élevé
Effets des forêts de protection : elles freinent, voire stoppent les pierres



Périmètres de process

Glissements de terrain





Glissements de terrain et coulées de boue : le processus

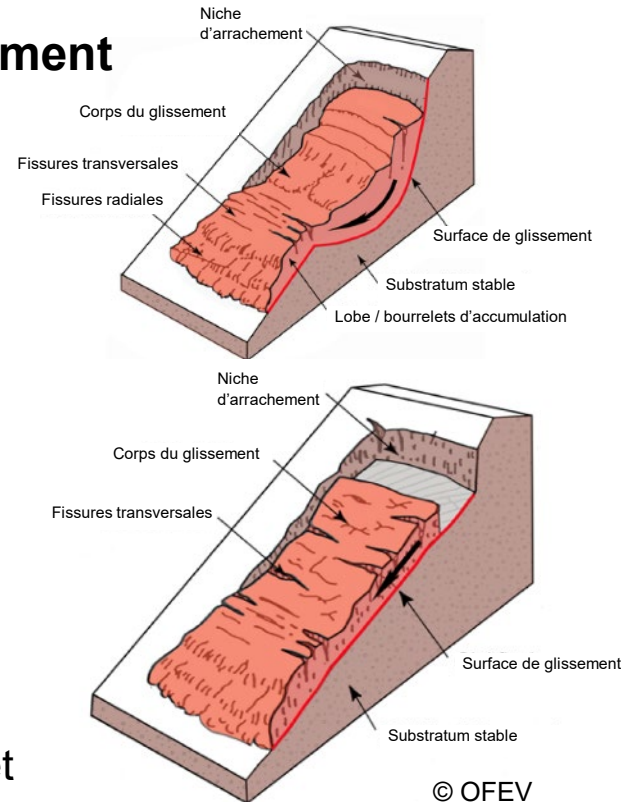
1) Formation d'une surface de glissement



Photo : geo7

Facteurs d'influence : conditions géologiques et géotechniques

Facteurs déclenchants : précipitations, fonte des neiges, séisme



2) Mouvement, voire liquéfaction du corps du glissement (coulée de boue)



Photo : geo7

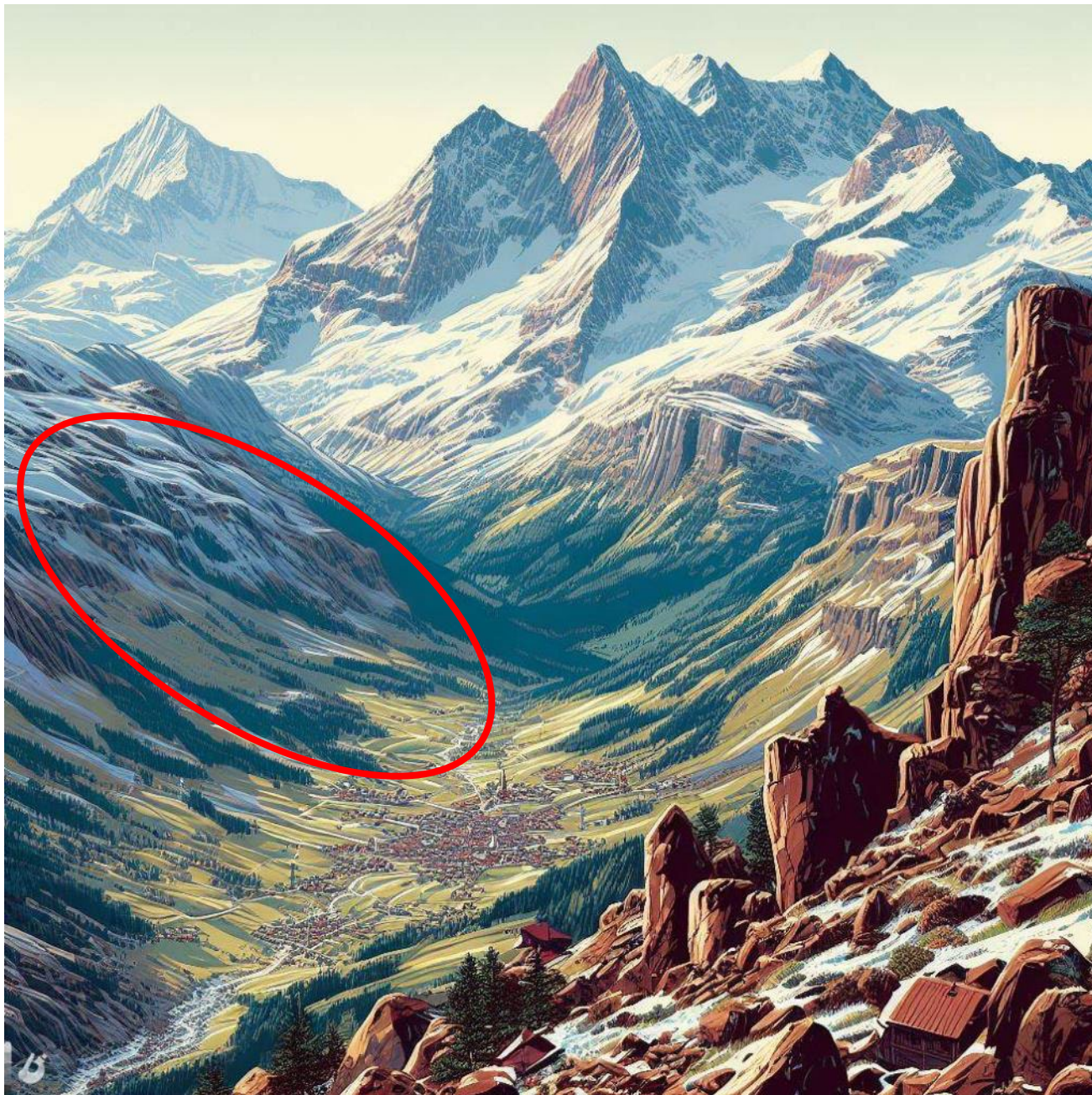
Caractéristique : mouvement spontané ou permanent

Effets de la végétation : stabilisation en cas de glissements de terrain superficiels



Périmètres de processus

Laves torrentielles





Laves torrentielles : le processus

1) Liquéfaction de matériaux meubles



2) Transport dans les lits des cours d'eau



3) Accumulation sous forme de cône alluvial



Facteurs d'influence : vulnérabilité du sous-sol à l'érosion, déclivité

Facteurs déclenchants : précipitations, fonte des neiges

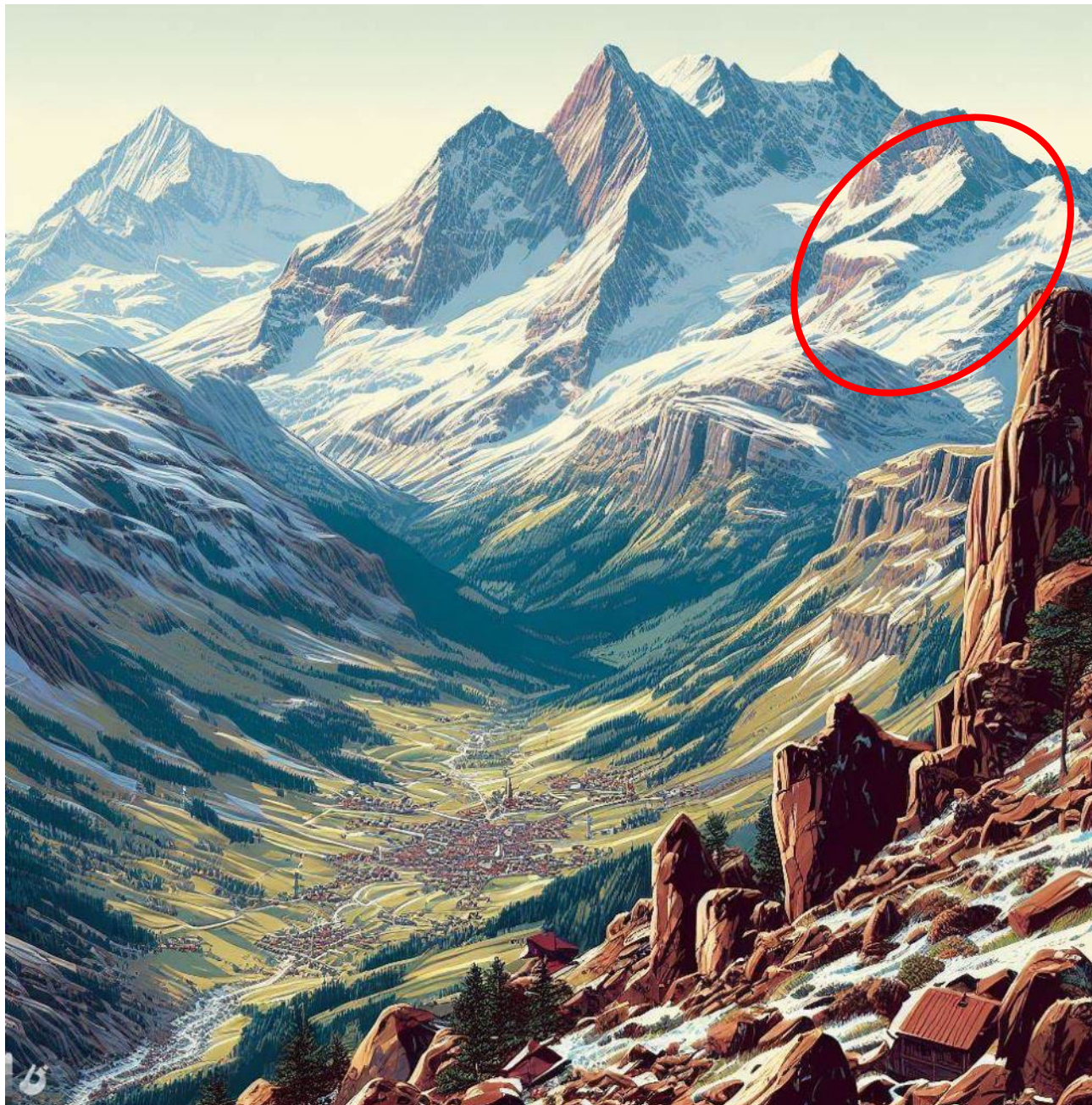
Caractéristiques : action érosive et vitesse élevées

Effet de la végétation : réduction de la vulnérabilité à l'érosion



Périmètres de processus

Avalanches





Avalanches : le processus

1) Rupture ponctuelle ou linéaire



Photo : geo7

Facteurs d'influence : type et déclivité du terrain, composition du manteau neigeux, versant d'exposition

Facteurs déclenchants : événement spontané, chute de neige, réchauffement, charge

2) Transport sous forme poudreuse ou de plaque



Photo : Michael Bründl, SLF

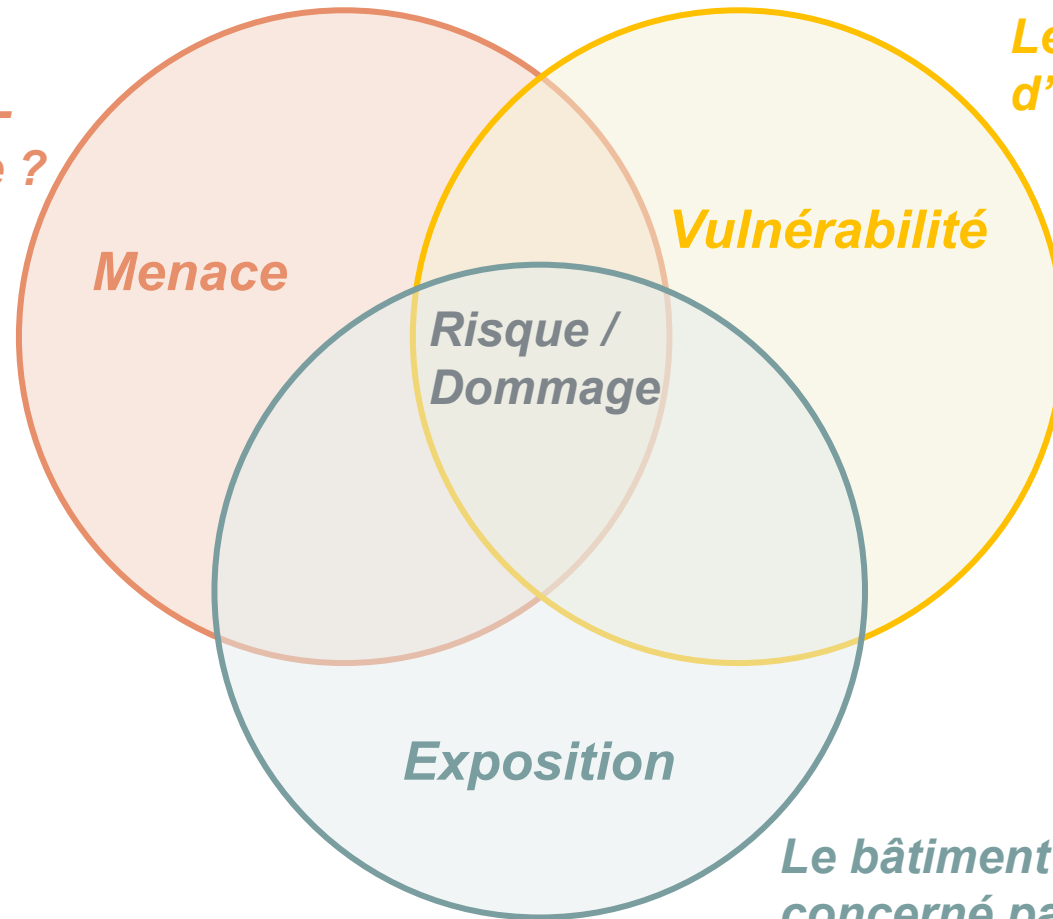
Caractéristiques : vitesse et pression élevées

Effet de la végétation : stabilisation du manteau neigeux



De la menace au dommage

Une menace peut-elle être identifiée ?



Le bâtiment risque-t-il d'être endommagé ?

Le bâtiment est-il concerné par la menace ?



Illustrations de dommages

Chutes de pierres

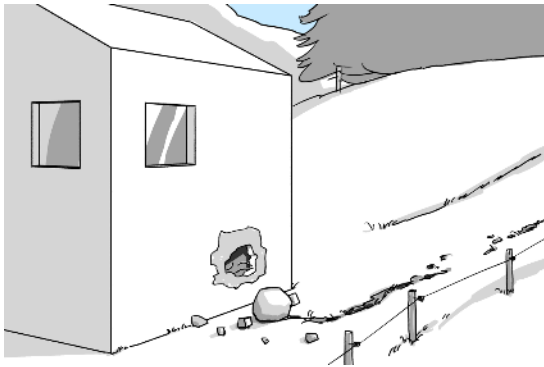
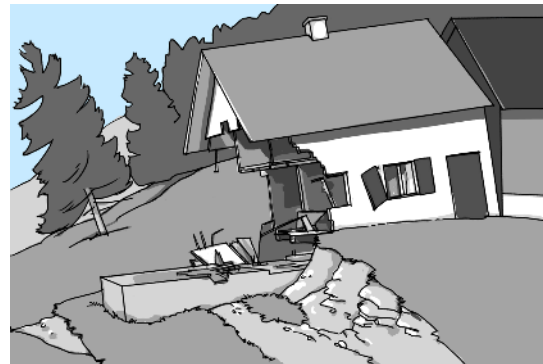
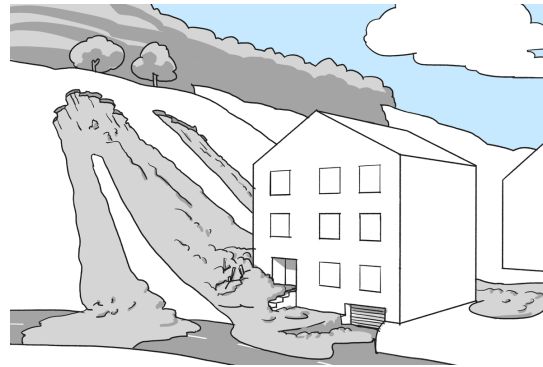


Photo : GVG

Glissements de terrain et coulées de boue



Laves torrentielles et inondations



Photo : geo7

Avalanches et pression de la neige

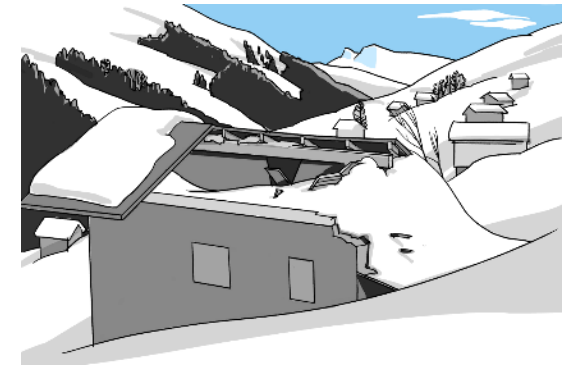
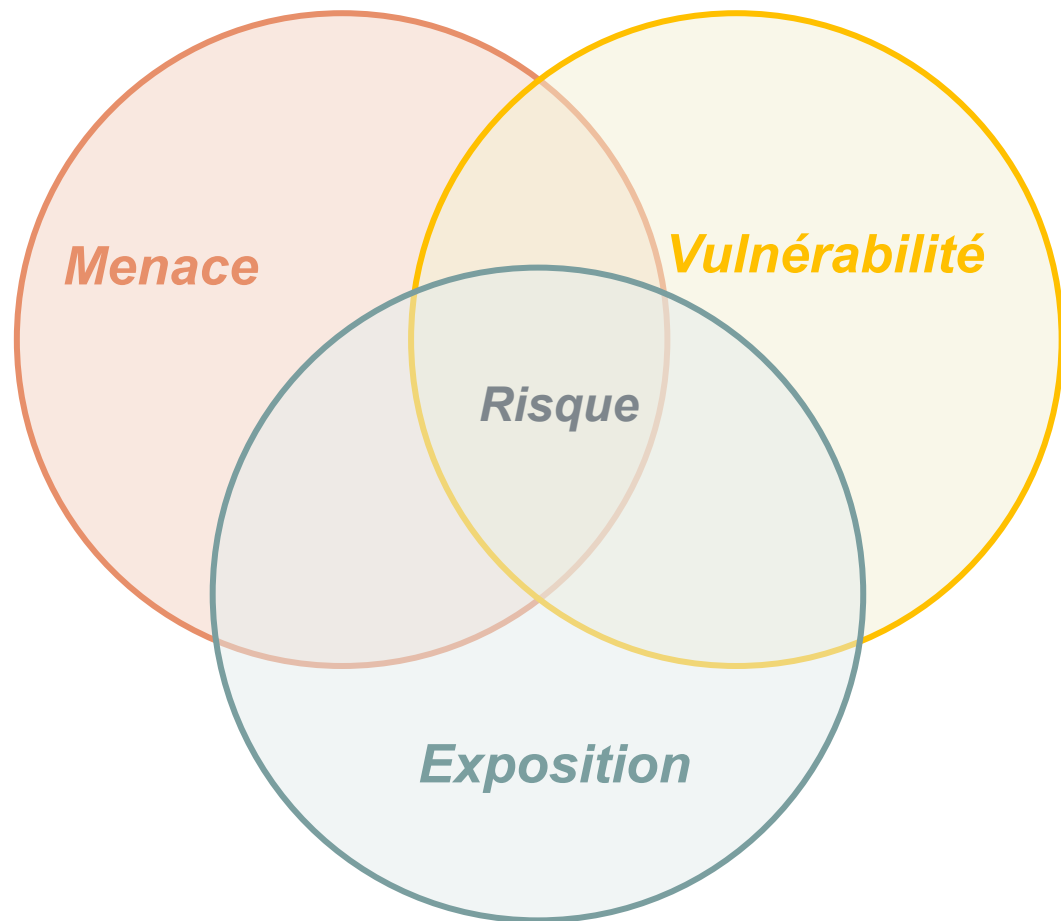


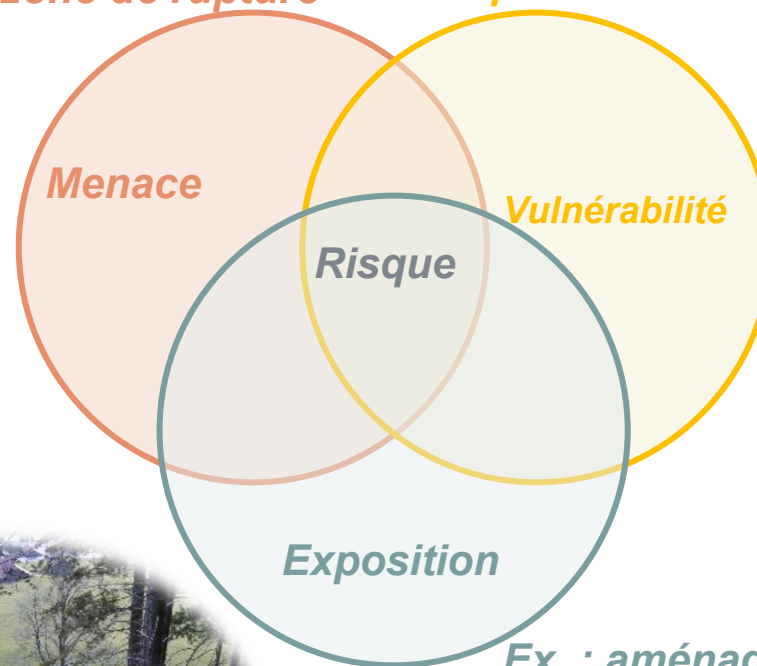
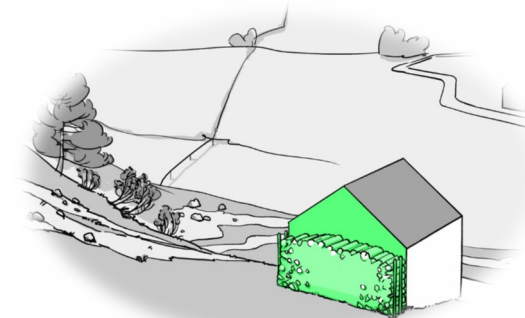
Photo : GVG



Prévention contre les dangers naturels



Ex. : ouvrage de protection dans la zone de rupture



Ex. : aménagement du territoire





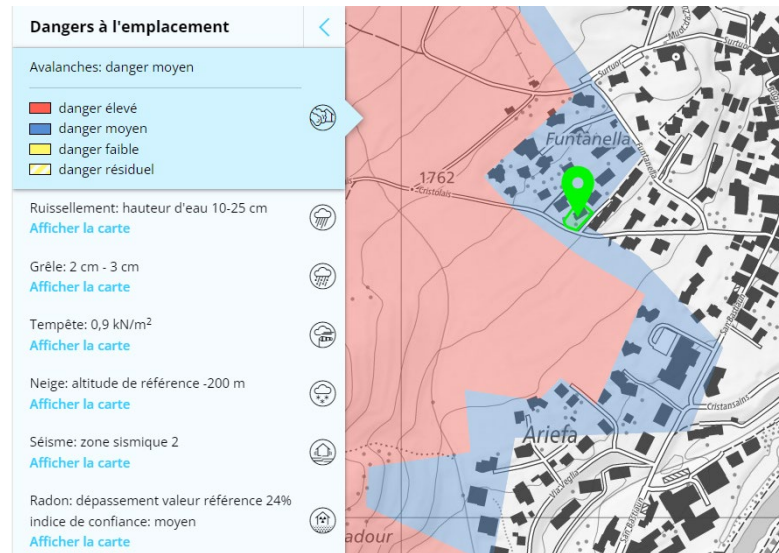
Votre bâtiment est-il menacé?

Découvrez grâce au check-up des dangers naturels comment protéger votre maison.

afficher sur la carte



Exposition



PROTECTION CONTRE LES DANGERS NATURELS



Réduction de la vulnérabilité

Vers les recommandations protection des bâtiments

Que souhaitez-vous faire ?

- Protéger un bâtiment existant
- Nouveau bâtiment / Acheter du terrain
- Rénover / reconstruire



Merci beaucoup de votre attention !

Association des établissements cantonaux d'assurance AECA
Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI
Fondation de prévention des établissements cantonaux d'assurance FP
Union intercantonale de réassurance UIR
Pool suisse pour la couverture des dommages sismiques PSDS

Bundesgasse 20 Case postale 3001 Berne www.vkg.ch



Le bois pour protéger contre les dangers naturels

Swissbau 2024 – Ouvrages de protection en bois





Contenu

1. Utilisation de bois pour les ouvrages de protection
2. Possibilités et limites du bois dans les ouvrages de protection
3. Repères en matière de normes
4. Considérations sur la durabilité



Utilisation de bois pour les ouvrages de protection

Caniveau d'évacuation des eaux (en haut) et seuils de stabilisation de talus avec protection en laine de bois contre l'érosion (en bas)



Ouvrages temporaires contre les départs d'avalanches (en haut) et contre les glissements de neige (en bas)



Aménagement de torrent en bois





Utilisation de bois pour les ouvrages de protection

- Rondins
- En général, bois écorcé (dans l'idéal, écorçage manuel)
 - » Meilleur ajustage et meilleure transmission des forces
 - » L'effet sur la longévité est controversé.
- Essences présentant une aussi bonne longévité que possible, en général en fonction de l'offre régionale
- Assemblage des éléments de construction et montage des dispositifs, si possible
 - » soit après séchage du bois (retrait de l'eau)
 - » soit après stockage humide (retrait de l'oxygène)
- Le bois de conifères à croissance lente présente une plus grande longévité (part importante de bois d'automne).



Potentiels

Possibilités et limites du bois dans les ouvrages de protection

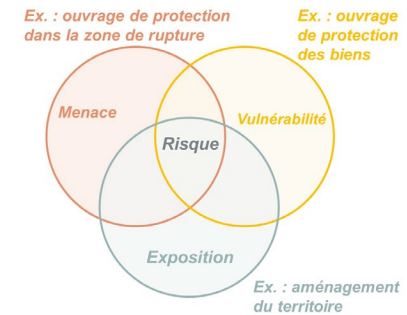
- Matériau idéal en combinaison avec un transfert ultérieur de la fonction de protection à la végétation
- Disponibilité de connaissances empiriques et de standards de construction
- Modes de construction et caractéristiques de matériau offrant à la fois résistance et flexibilité
- Matériau facile à travailler
- Matériau de poids modéré et souvent disponible sur place
- Éléments de construction en général faciles à remplacer
- Durée de construction habituellement brève
- Aspect général naturel
- Aucun problème de démantèlement et d'élimination à la fin de la durée de vie du dispositif, voire possibilité de le laisser en place



Possibilités et limites du bois dans les ouvrages de protection

- Longévité limitée (notamment décomposition du bois par des champignons et des bactéries)
- Capacité d'absorption d'énergie limitée et diminuant au fil du temps
- Nécessité d'un certain entretien
- Implique en général des mesures complémentaires, telles que la plantation de végétaux ou l'ensemencement, ainsi que l'entretien de la végétation
- Difficulté d'établir des preuves par le calcul, du fait des caractéristiques non uniformes des rondins ainsi que des sollicitations environnementales et de leurs effets
- Dans de rares cas, les limites imposées aux dimensions constituent un obstacle.

Les ouvrages de protection en bois sont des mesures de protection à la fois naturelles et temporaires.



Aménagements en bois pour diminuer les risques



Caissons en bois entièrement recouverts pour stabiliser une pente contre les glissements de terrain. La protection contre l'érosion au moyen de nattes en laine de bois et de boutures doit encore être mise en place.



Ouvrage en bois et plantation contre un grand glissement de terrain dans un versant de torrent



Râteliers en bois, type SLF, en châtaignier tessinois à haute longévité



Repères en matière de normes

- La sécurité structurale dépend du terrain de fondation (SIA 267) ainsi que des éléments de la structure porteuse (SIA 265).
- Conformément à la norme SIA 260, des justifications doivent être apportées pour quatre états-limites :
 - » Type 1, stabilité générale (déversement, glissement) (SIA 267, directive OFEV « Construction d’ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »)
 - » Type 2, sécurité structurale interne de la structure porteuse (SIA 265)
 - » Type 3, résistance ultime du terrain de fondation (SIA 267, directive OFEV « Construction d’ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »)
 - » ~~Type 4, résistance à la fatigue (SIA 265)~~
- Dans le cas des ouvrages de protection, les limites de l’aptitude au service correspondent en général à la défaillance de la sécurité structurale – pas de justification spécifique.



Repères en matière de normes

Au sujet des actions sur les structures porteuses

- SIA 261, directives et manuels spécifiques aux différents types d'ouvrage

Au sujet des justifications relatives à l'état-limite de type 2

- » La norme SIA 265 n'est applicable que de manière restreinte :
 - Certains moyens d'assemblage ou de fixation effectivement utilisés dans la pratique ne sont pas traités.
 - Les valeurs indiquées pour les classes de résistance C16/C24 et D30 (tri visuel) doivent être diminuées, étant donné que la teneur en eau est supérieure à 12 % et que les indications de la norme s'appliquent au bois équarri.
 - Du point de vue de la statique, la valeur de la section efficace doit être diminuée au fil de la durée d'utilisation. Dans les conditions effectives, cette évolution est difficile à estimer.

La pratique se fonde sur des schémas types de construction et des spécifications constructives
– approche qui a fait ses preuves



Aménagements en bois pour la protection des ouvrages



Trépieds contre les glissements de neige



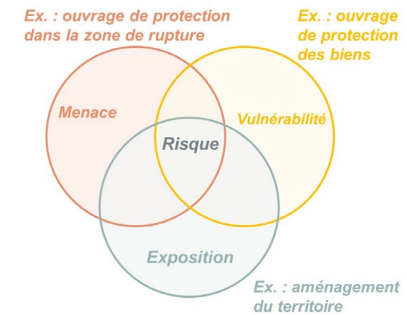
Talus soutenu



Protection contre l'érosion au moyen de nattes en laine de bois, d'ensemencement et de boutures



Drainage de versant au moyen de fascines de bois mort





Considérations sur la durabilité

- Faible consommation d'énergie pour l'obtention des matériaux et pour leur traitement
- Matériau de construction absorbant du CO₂ et finalement neutre en termes de CO₂ (bénéfique pour le climat)
- Absence de risques environnementaux en lien avec le matériau de construction
- Frais et charge de travail minimales pour l'élimination
- En cas de récolte et de traitement locaux ou régionaux du bois :
 - » Faibles frais de transport
 - » Valorisation des ressources locales
 - » Degré élevé d'identification et de sensibilisation par rapport aux risques liés aux dangers naturels
- Bien qu'il s'agisse d'ouvrages temporaires, ils peuvent déboucher sur une protection durable lorsqu'ils sont combinés avec des plantes.

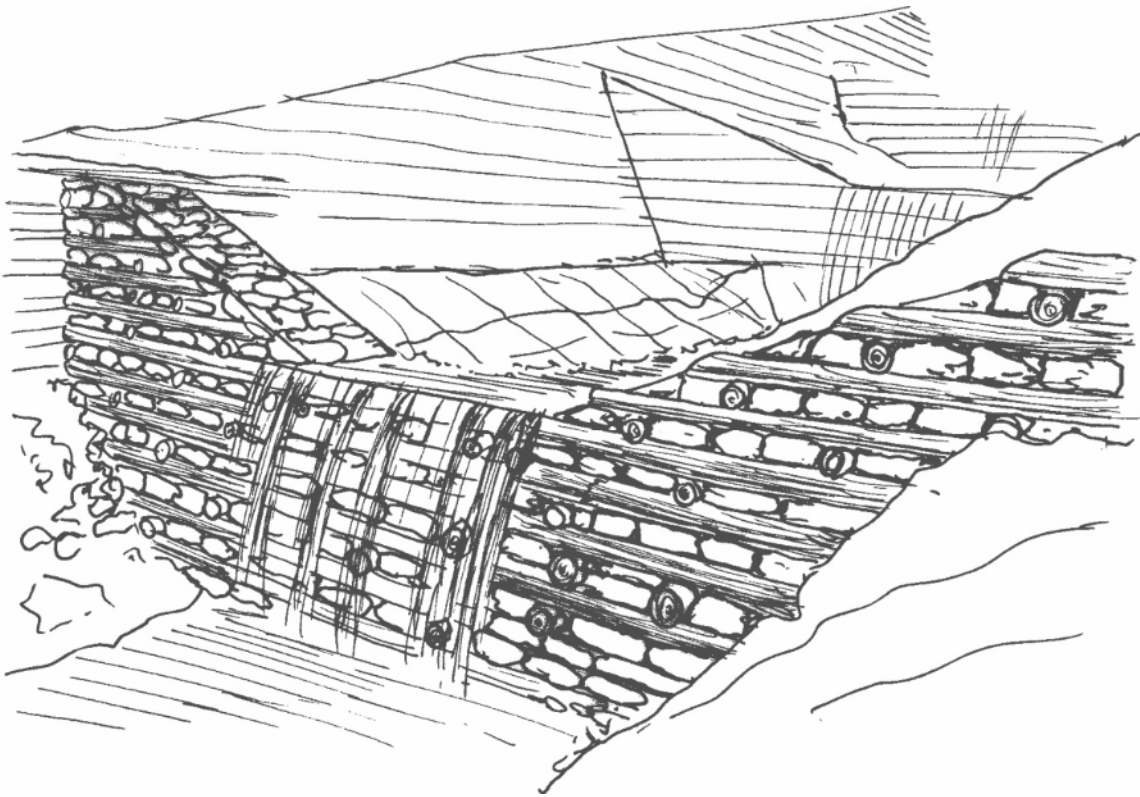


Points importants à retenir

- La protection constructive basée sur le bois est extrêmement importante :
 - » La planification est aisée grâce à la large disponibilité de schémas types de construction / de standards de construction.
 - » La mise en œuvre pratique doit se fonder sur ces bases.
- Le climat local influence la longévité de l'ouvrage.
- Le surdimensionnement n'est pas problématique, étant donné que les coûts de matériaux sont faibles (des documents de référence reflètent l'expérience acquise).
- La durée de vie des ouvrages construits avec d'autres matériaux est également limitée.
 - Alors que faire ? En lien avec les ouvrages de protection en bois, le but est que la fonction de protection soit progressivement reprise par la végétation.



Barrage mixte en bois et en pierre construit avec certitude en 1945 ou avant.



Le bois comme matériau pour construire des ouvrages de protection contre les dangers naturels



Illustrations de dommages

Chutes de pierres

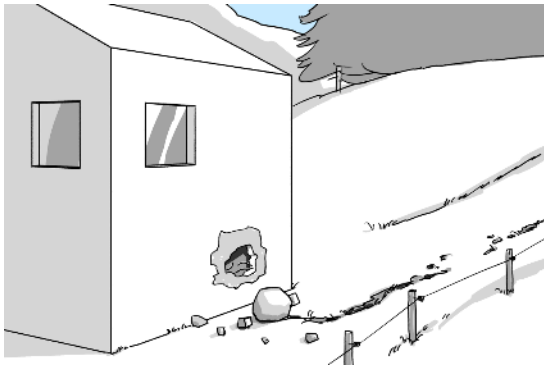
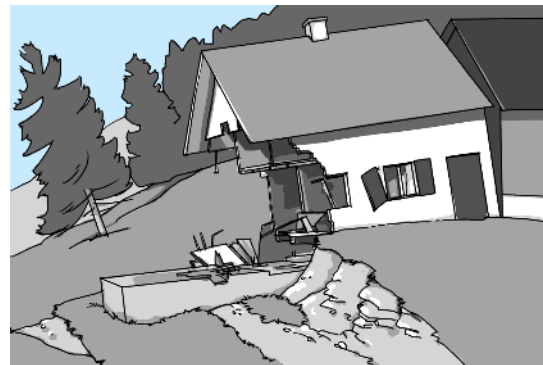
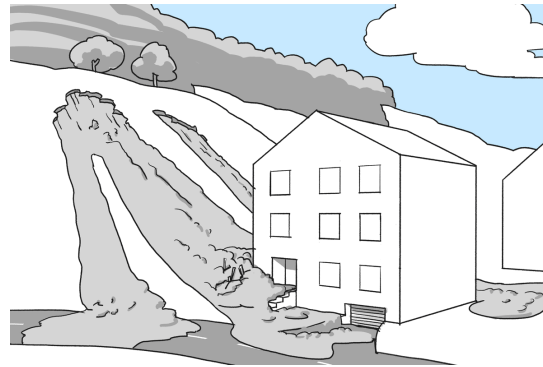


Photo : GVG

Glissements de terrain et coulées de boue



Laves torrentielles et inondations



Photo : geo7

Avalanches et pression de la neige

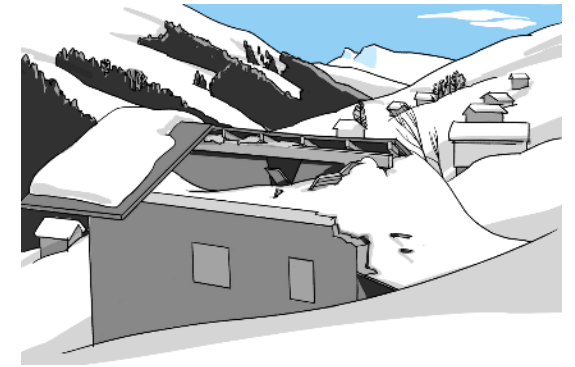


Photo : GVG

OUVRAGES DE PROTECTION dans des régions de montagne contre les DANGERS NATURELS dus à des

processus
hydrologiques

processus nivaux

processus géologiques

Torrents
Rivières

Avalanches

Chutes de pierres

Glissements de terrain
Érosion de surface

Barrages de consolidation (1,2)
Seuils de fond (1,2)
Seuils enterrés (1,2)
Rampes de fond (1,2)
Épis (1,2)
Barrages de rétention (2)
Barrages doseurs (2)
Barrages filtrants (2)
Brise-lave (2)
Ouvrages de chute (2)
Ouvrages de freinage (2)
Ouvrages d'endiguement (2)
Murs de rive (2)
Protection biotechnologique des berges (1)

Claies (1)
Filets à neige (1)
Ouvrages de protection contre les glissements de neige (1)
Ouvrages de protection contre les congères (1)
Bosses de freinage (2)
Cônes de freinage (2)
Brise-avalanche (2)
Digues paravalanche (2)
Galeries paravalanche (2)
Coins paravalanche (2)

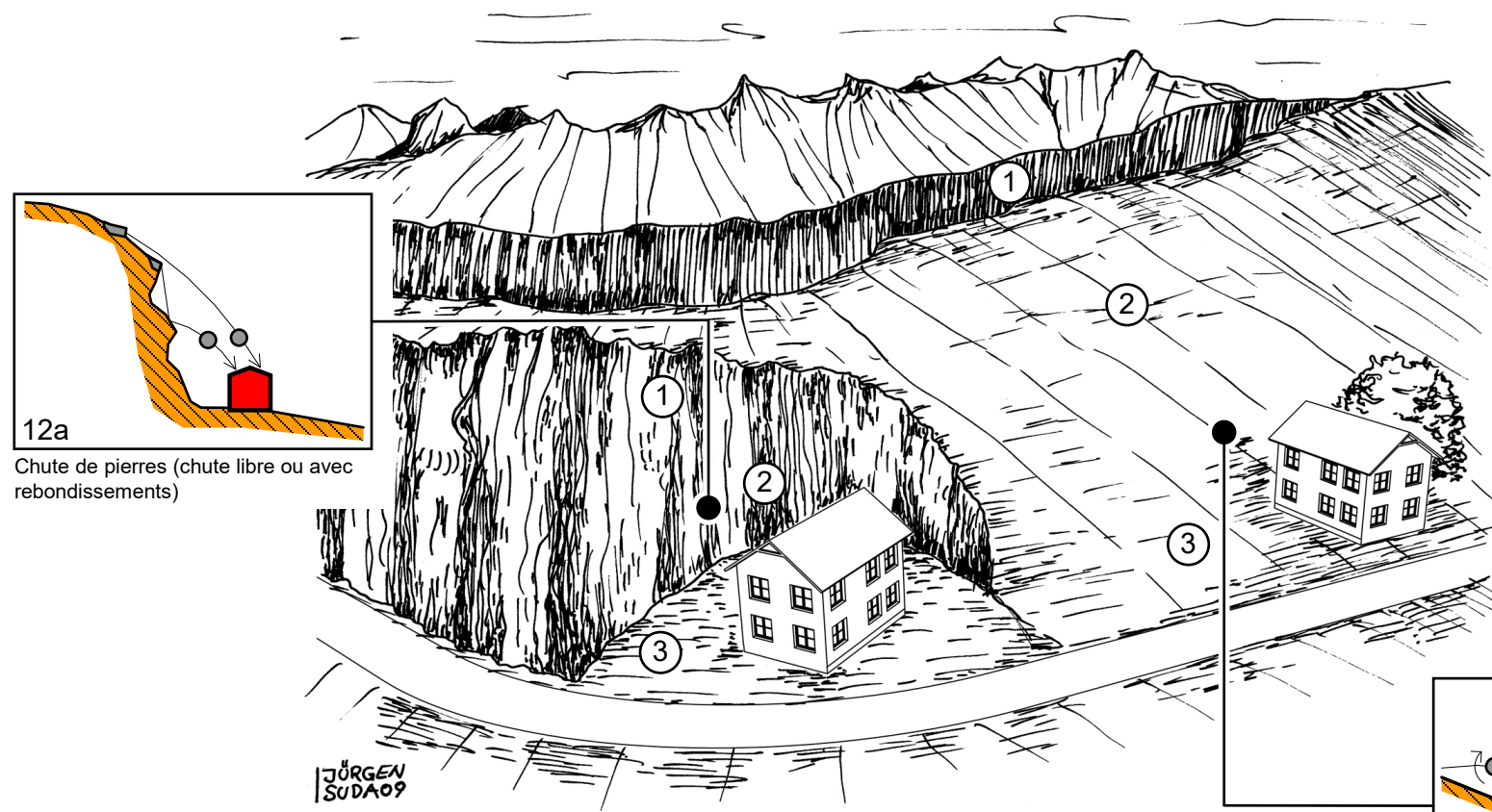
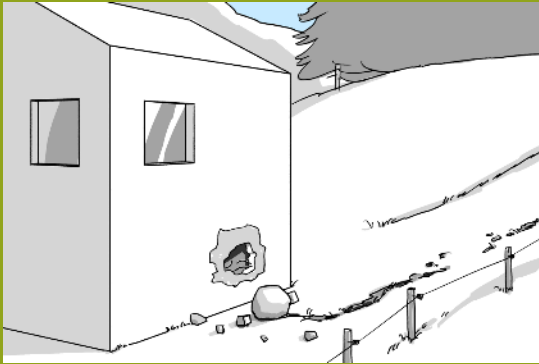
Ancrage de la roche (1)
Clouage (1)
Piliers de soutènement (1)
Filets ou treillis plaqués (1)
Recouvrement avec du béton projeté (1)
Filets pare-pierres (2)
Palissades ou écrans de protection (2)
Murs de protection (2)
Digues pare-pierres (2)
Galeries de protection (2)
Étraves (2)

Ouvrages de soutènement (1)
Stabilisation de pente (1)
Dispositifs de drainage (1)

1) agissent sur les processus de formation du danger naturel concerné
2) agissent sur les processus de propagation du danger naturel concerné

Protection contre les chutes de pierres

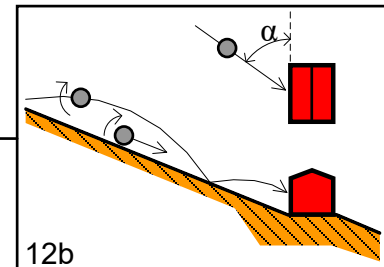
Source : J. Suda et F. Rudolf-Milkau (éd.) :
 Bauen und Naturgefahren. Vienne : Springer
 Verlag, 2012. ISBN : 978-3-7091-0680-8



12a
 Chute de pierres (chute libre ou avec rebondissements)

- ① Zone de détachement
- ② Trajectoire de chute
- ③ Zone d'accumulation

JÜRGEN SUDA 09



12b
 Chute de pierres (roulade ou avec rebondissements)

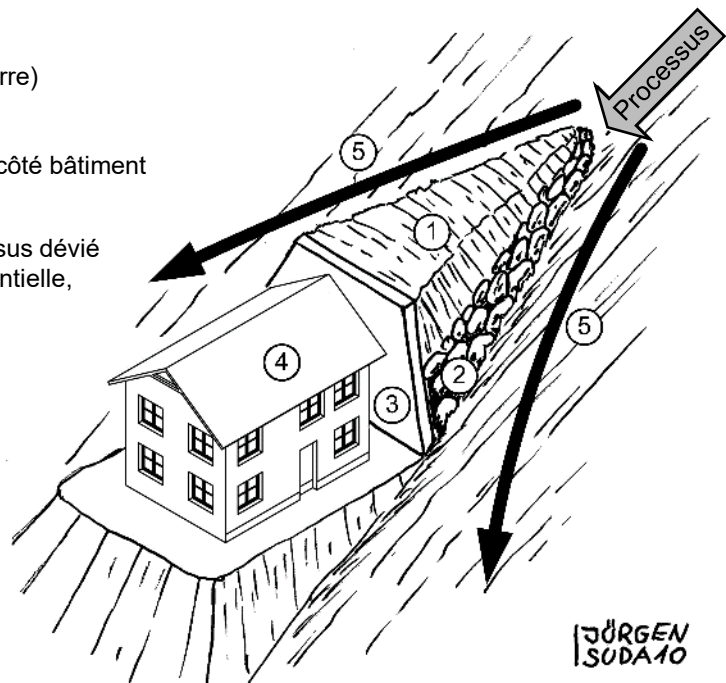
Utilisation du bois contre les chutes de pierres

- Utilisation en tant que barrière :
 - Ici, le bois n'est pas un matériau approprié.
 - On peut toutefois l'utiliser comme protection supplémentaire (contre les roulades de fin de course), par exemple en combinaison avec des barrières flexibles.
- Utilisation en tant qu'élément de construction d'un ouvrage de protection :
 - Le bois peut être utilisé comme structure de soutènement dans le contexte de digues de protection ou d'étraves.
 - Il peut être un élément amortisseur sur des murs de protection et des parois déflectrices.



Source : Lignatec 34/2022 : Ouvrages de protection en bois

- ① Étrave (ouvrage en terre)
- ② Enrochement
- ③ Mur de soutènement côté bâtiment
- ④ Bâtiment
- ⑤ Trajectoire du processus dévié (avalanche, lave torrentielle, chute de pierres)



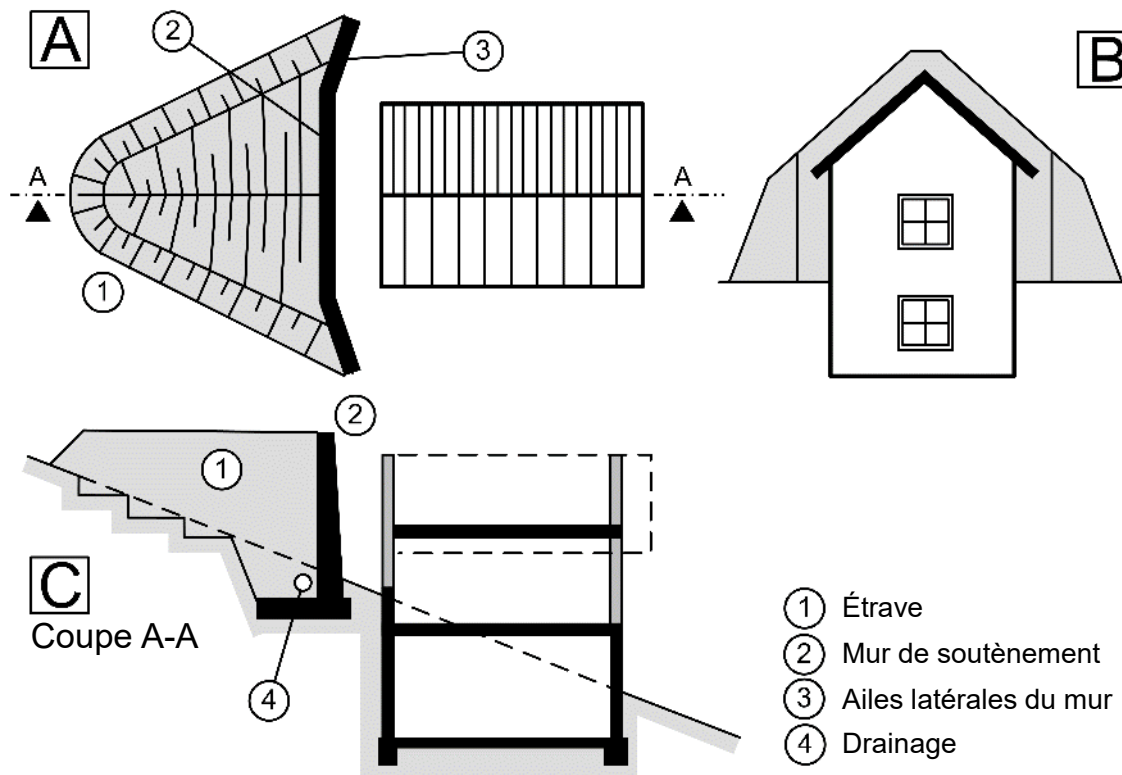
JÜRGEN SUDA 10



Source : Markus Holub



Source : die.wildbach (WLV)

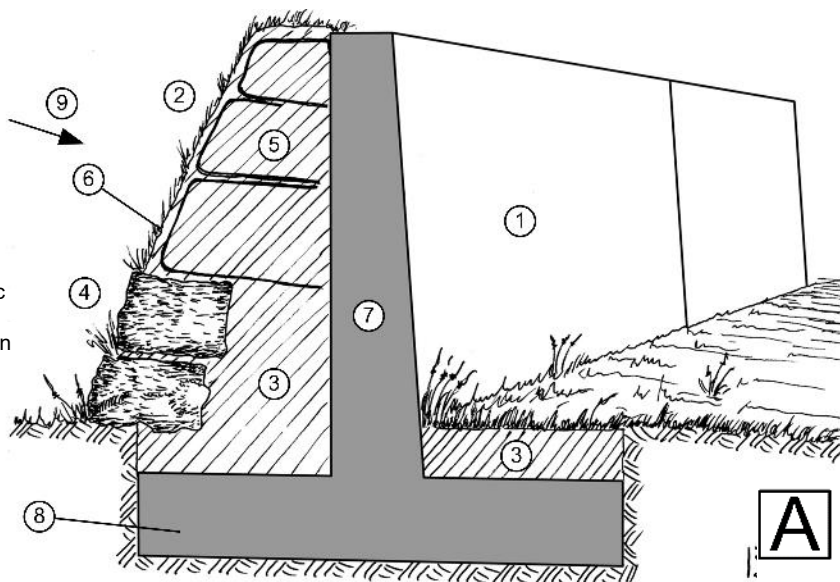


- ① Étrave
- ② Mur de soutènement
- ③ Ailes latérales du mur
- ④ Drainage

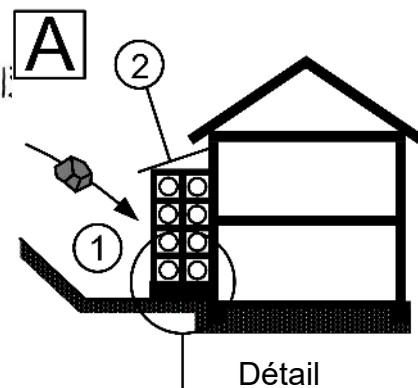
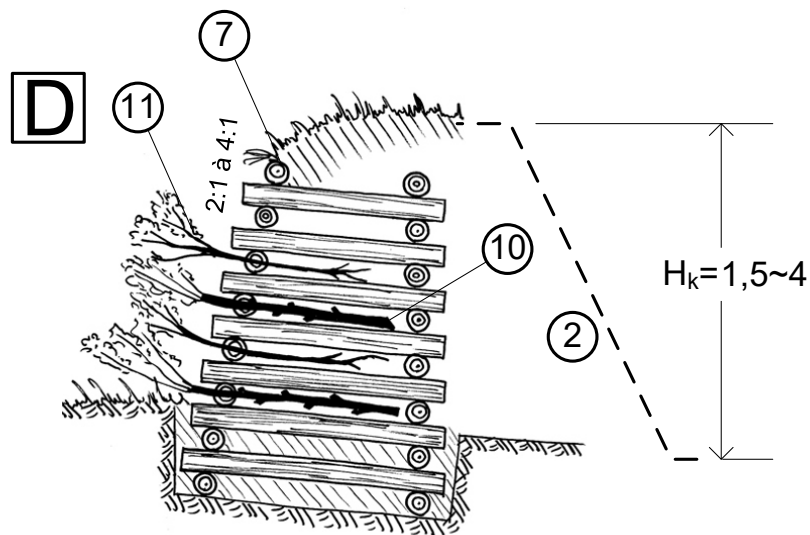
Source : J. Suda et F. Rudolf-Miklau (éd.) :
Bauen und Naturgefahren. Vienne : Springer Verlag, 2012.
ISBN : 978-3-7091-0680-8

Mur de protection massif avec élément amortisseur

- ① Mur de retenue
- ② Élément amortisseur (optionnel)
- ③ Remblai
- ④ Enrochement
- ⑤ Terre armée
- ⑥ Revêtement d'humus avec végétalisation
- ⑦ Corps du mur de protection
- ⑧ Fondation
- ⑨ Trajectoire du processus



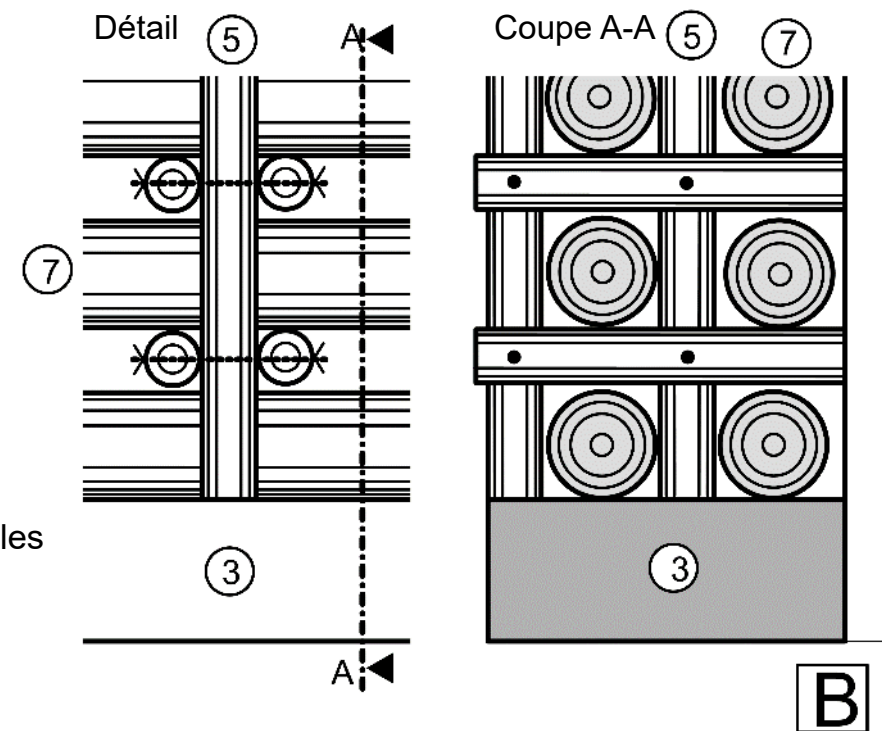
Digue de protection avec élément de soutènement



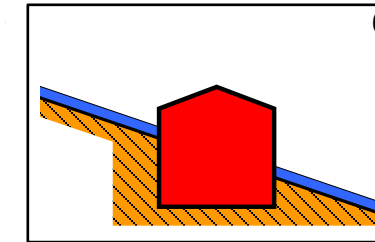
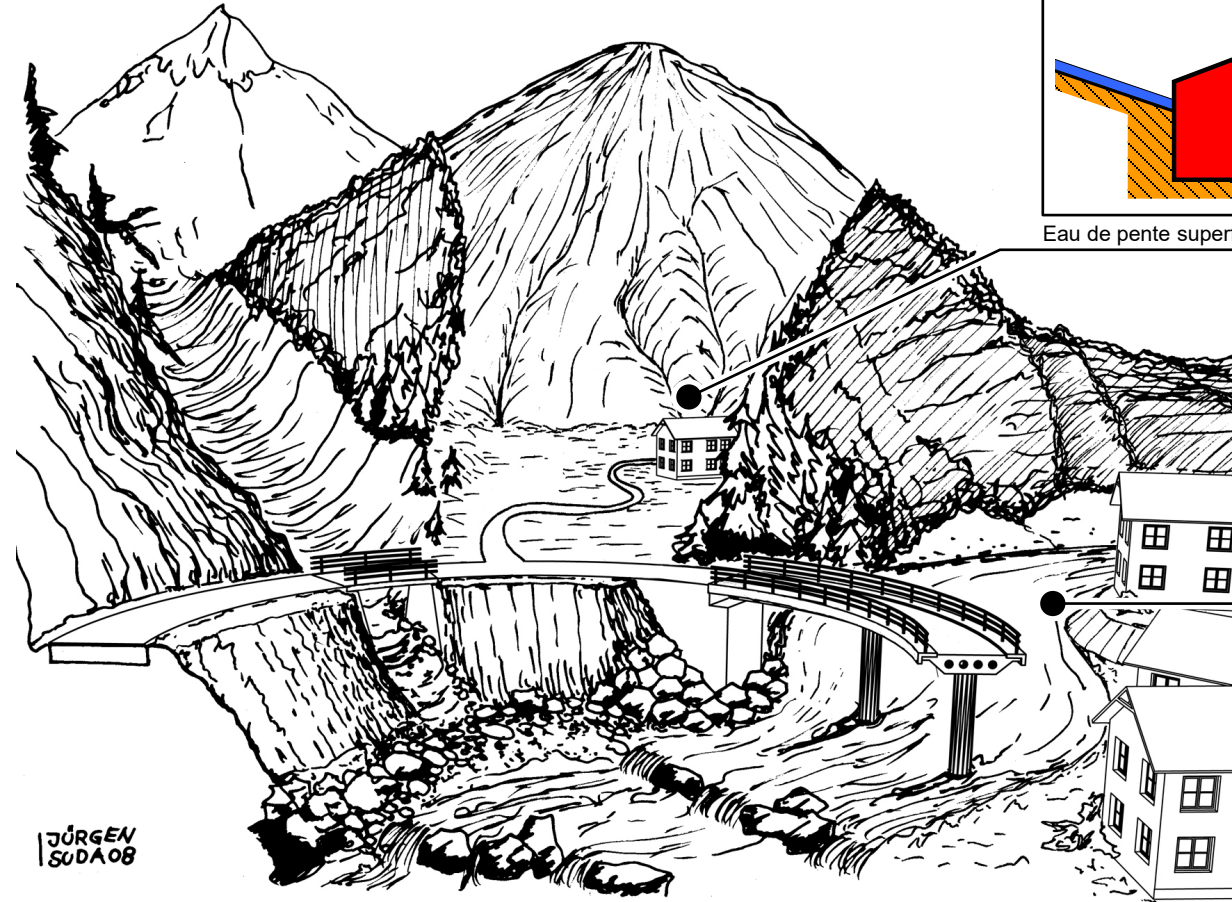
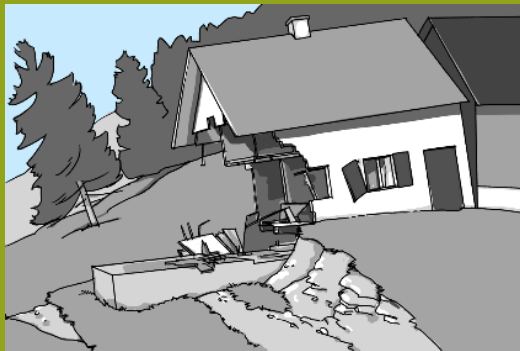
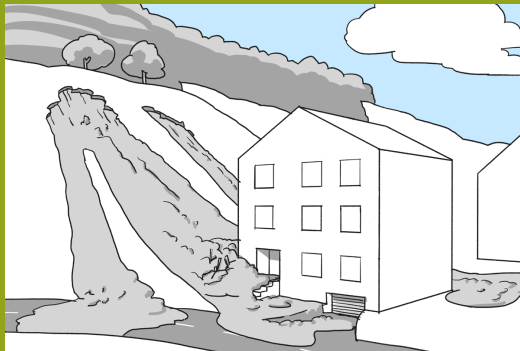
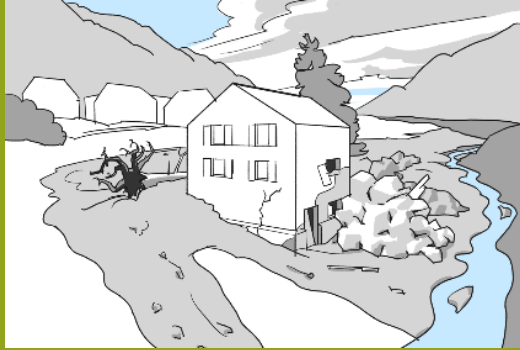
- ① Élément amortisseur
- ② Év. toit de protection
- ③ Socle de protection contre les projections d'eau
- ⑤ Montant
- ⑥ Traverses
- ⑦ Billes longitudinales

Élément amortisseur ou de soutènement en bois

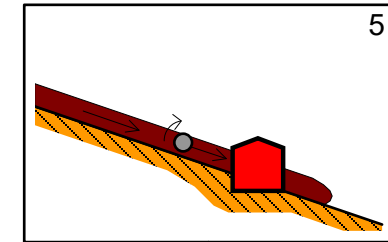
Source : J. Suda et F. Rudolf-Miklau (éd.) : Bauen und Naturgefahren. Vienne : Springer Verlag, 2012. ISBN : 978-3-7091-0680-8



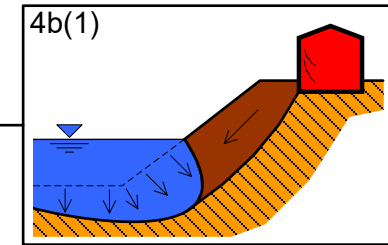
Protection contre les processus de déplacement fluviatiles (laves torrentielles, coulées de boue) et les glissements de terrain



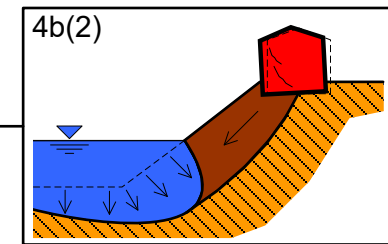
Eau de pente superficielle



Lave torrentielle



Glissement lent profond



Glissement lent semi-profond

Source : J. Suda et F. Rudolf-Miklau (éd.) : Bauen und Naturgefahren.
Vienne : Springer Verlag, 2012. ISBN : 978-3-7091-0680-8

Le bois contre les processus de déplacement fluviatiles (cours d'eau ou pentes)

- Processus de déplacement dans les cours d'eau :
 - Stabilisation du fond du lit par des ouvrages transversaux (succession de barrages) :
 - pour prévenir les laves torrentielles
 - en partie également pour réduire la capacité d'érosion des laves torrentielles
 - Stabilisation des berges par des ouvrages longitudinaux
 - Protection contre les impacts des matériaux solides charriés, par des ouvrages de déviation
- Processus de déplacement dans les pentes :
 - Stabilisation des pentes au moyen d'ouvrages de soutènement, de treillages en bois, ...
 - Le bois peut être utilisé comme structure de soutènement dans le contexte de digues de protection ou d'étraves.



Source : die.wildbach (WLV, Max Pöllinger)



19.01.2023 / Jürgen Suda

Source : die.wildbach (WLV)



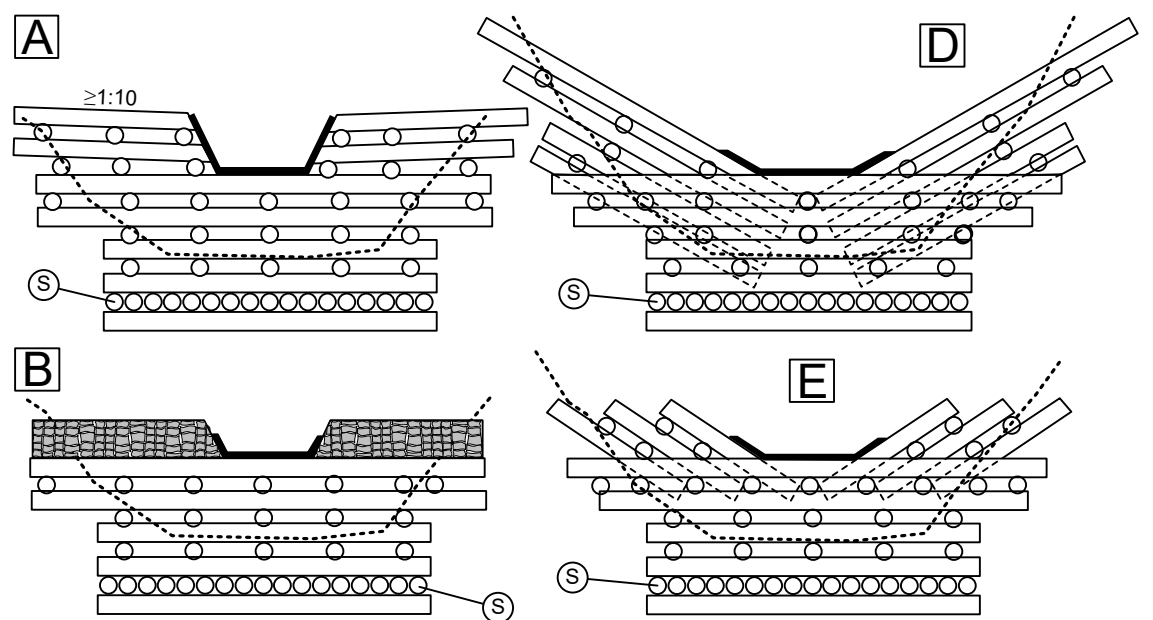
Swissbau 2024 – Ouvrages de protection en bois



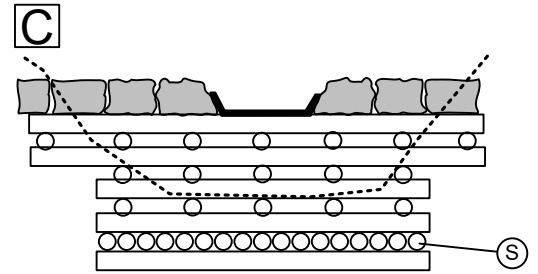
Source : Walter Krättli



Construction d'un barrage de consolidation avec des caissons en bois

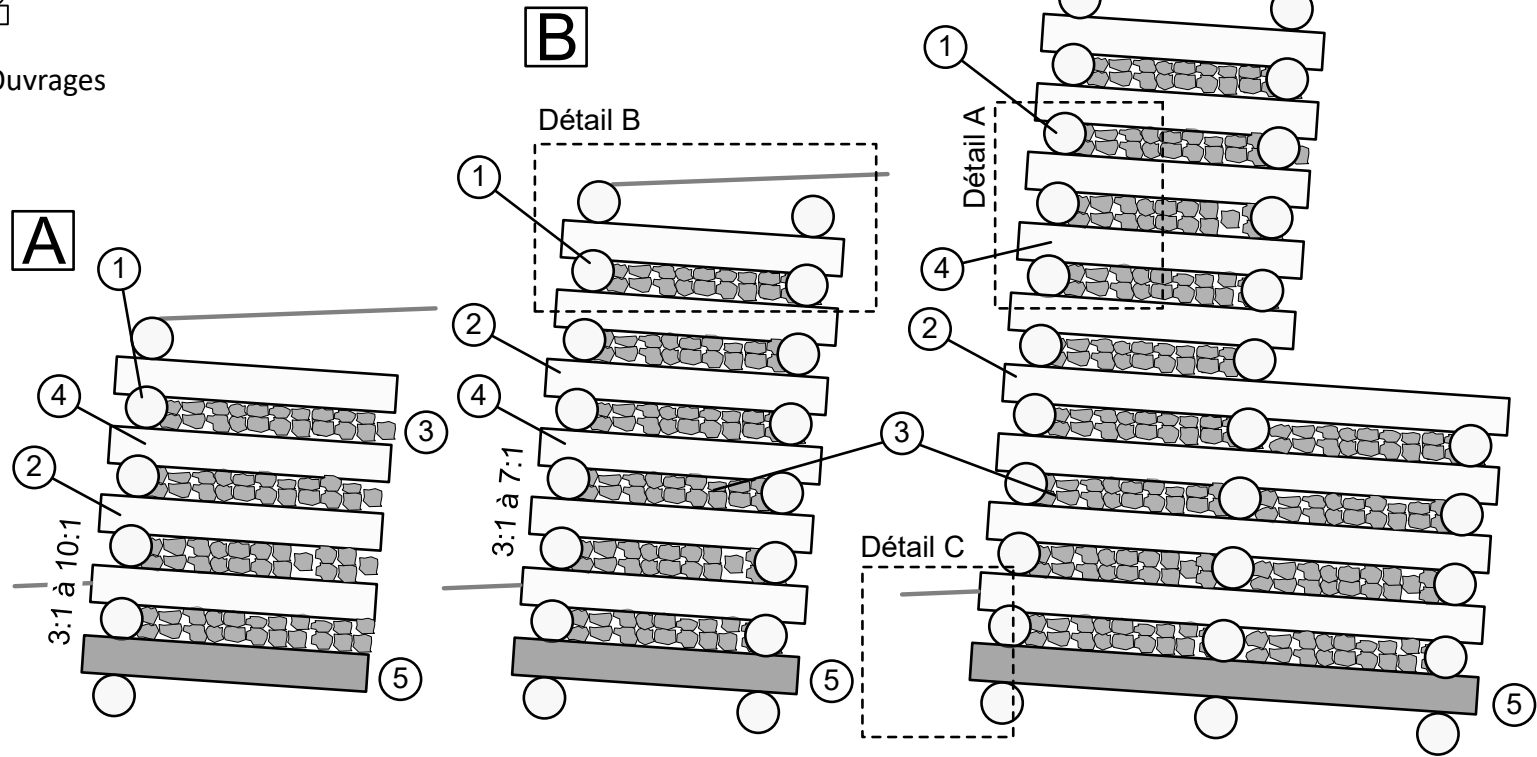


- ① Longrine
- ② Traverse (pince)
- ③ Remplissage
- ④ Bourrage
- ⑤ Platelage
- ⑥ Lit du cours d'eau

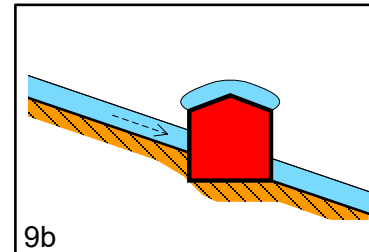
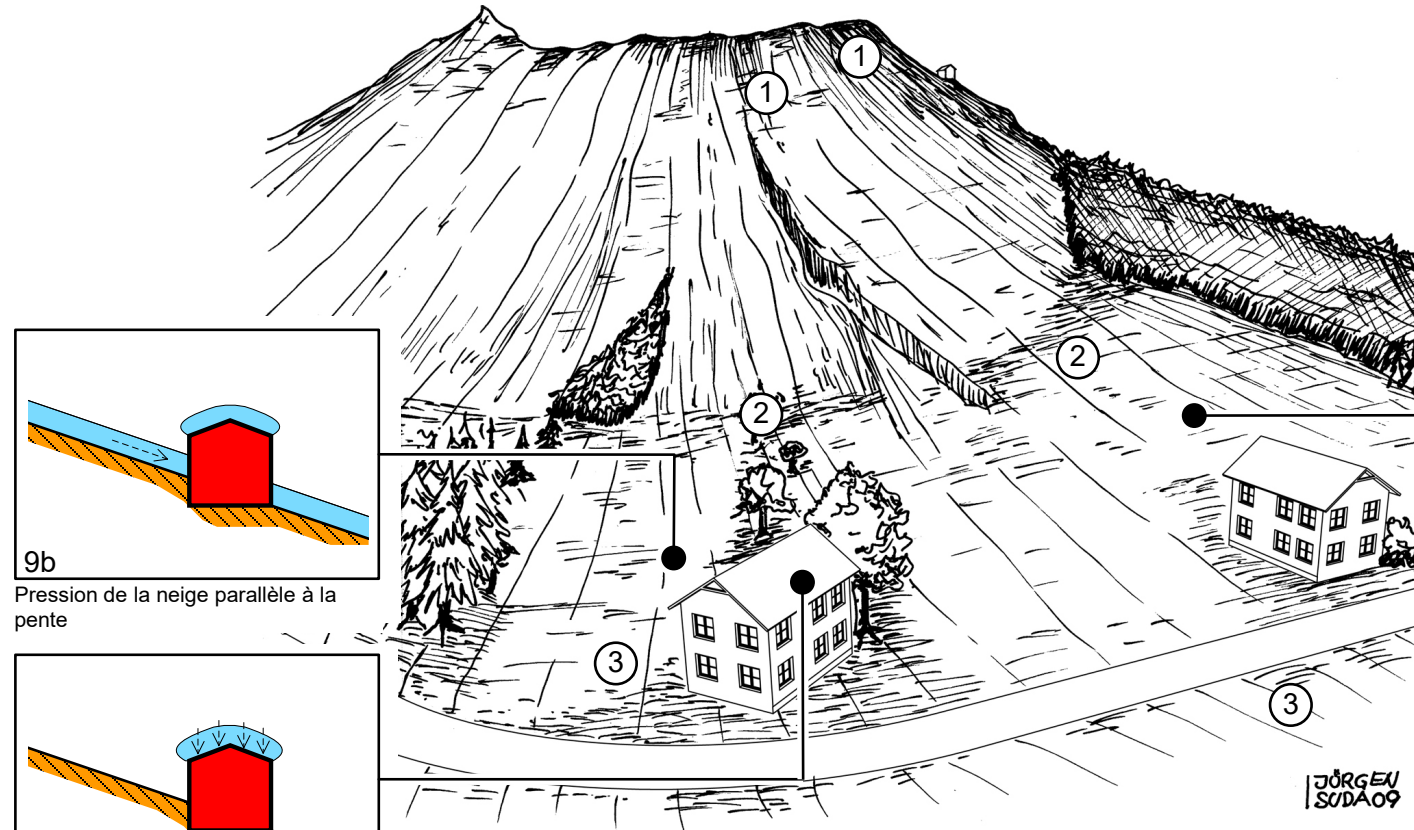
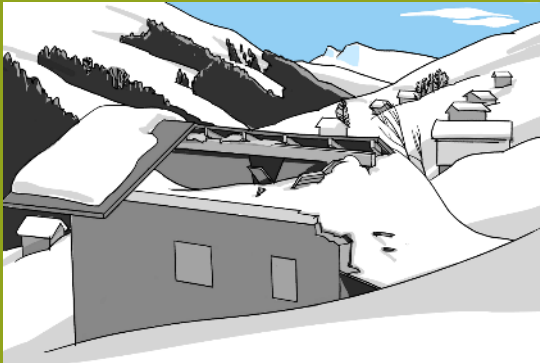


Source : Lignatec 34/2022 : Ouvrages de protection en bois

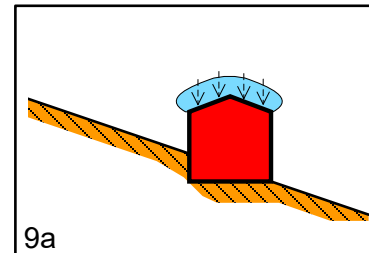
- Ⓢ Platelage
- - - Terrain côté aval
- █ Protection contre l'abrasion



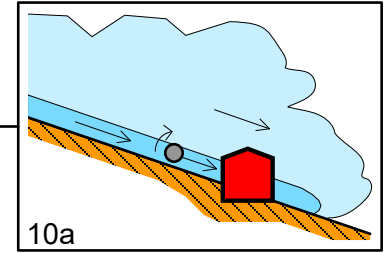
Avalanches et pression de la neige



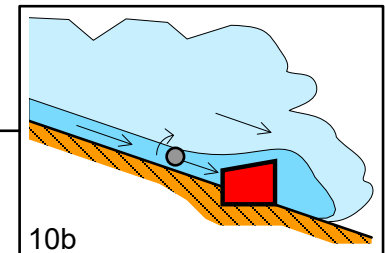
9b
Pression de la neige parallèle à la pente



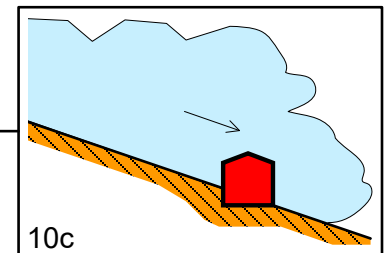
9a
Dépôts de neige



10a
L'avalanche contourne le bâtiment



10b
L'avalanche passe par-dessus le bâtiment



10c
Effets de pression et d'aspiration engendrés par les avalanches poudreuses

- ① Zone de décrochement
- ② Trajectoire de chute
- ③ Zone d'accumulation

Source : J. Suda et F. Rudolf-Miklau (éd.) : Bauen und Naturgefahren. Vienne : Springer Verlag, 2012. ISBN : 978-3-7091-0680-8

Utilisation du bois contre les avalanches et la pression de la neige

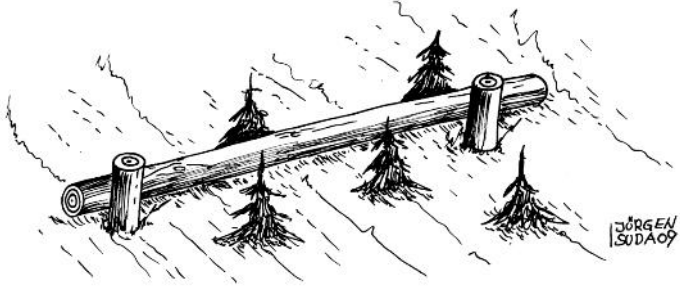
- Impact direct des avalanches :
 - Pour les ouvrages de protection, le bois n'est pas un matériau approprié.
 - Le bois peut être utilisé comme structure de soutènement dans le contexte de digues de protection ou de coins paravalanches.
 - Utilisable comme élément de protection de fenêtres
- Stabilisation de manteaux neigeux rampants ou qui glissent :
 - Ici, le bois peut être facilement utilisé pour prévenir les glissements de neige au moyen d'ouvrages allant jusqu'à une hauteur de 2,9 m (chevalets freineurs, râteliers, réseaux de pieux).





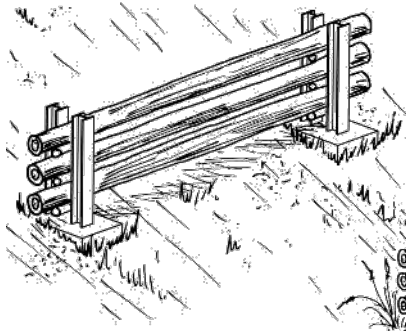
Source : BOKU, Institut für Alpine Naturgefahren





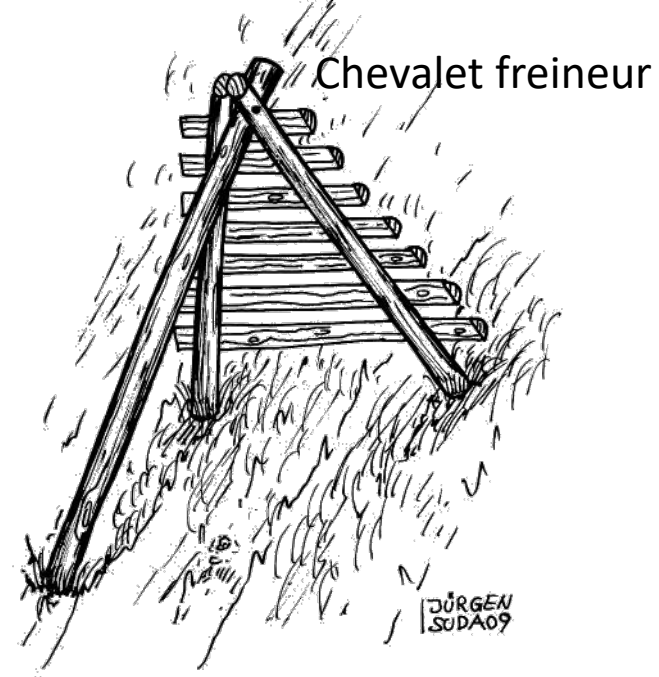
Seuil

JÜRGEN SUDA09



Palissade à neige

JÜRGEN SUDA09



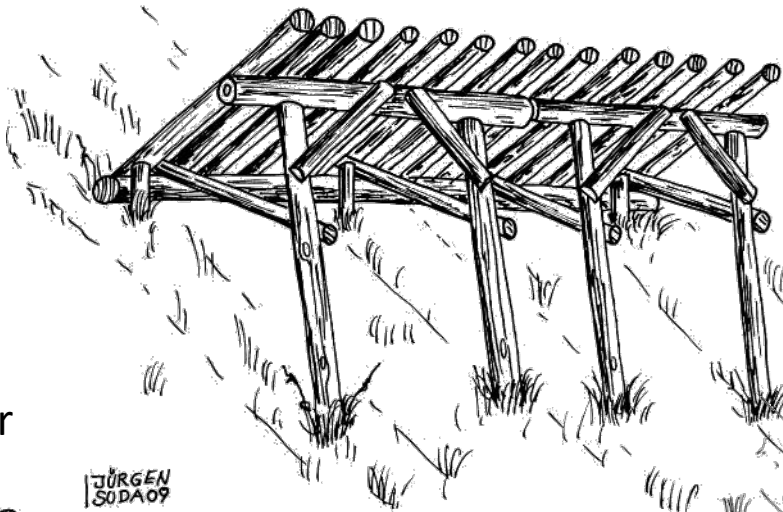
Chevalet freineur

JÜRGEN SUDA09



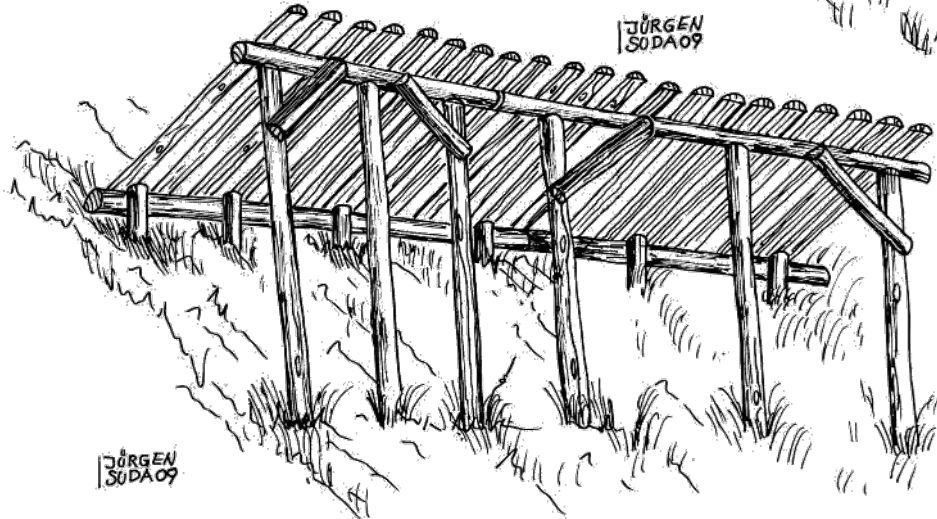
Trépied

JÜRGEN SUDA09



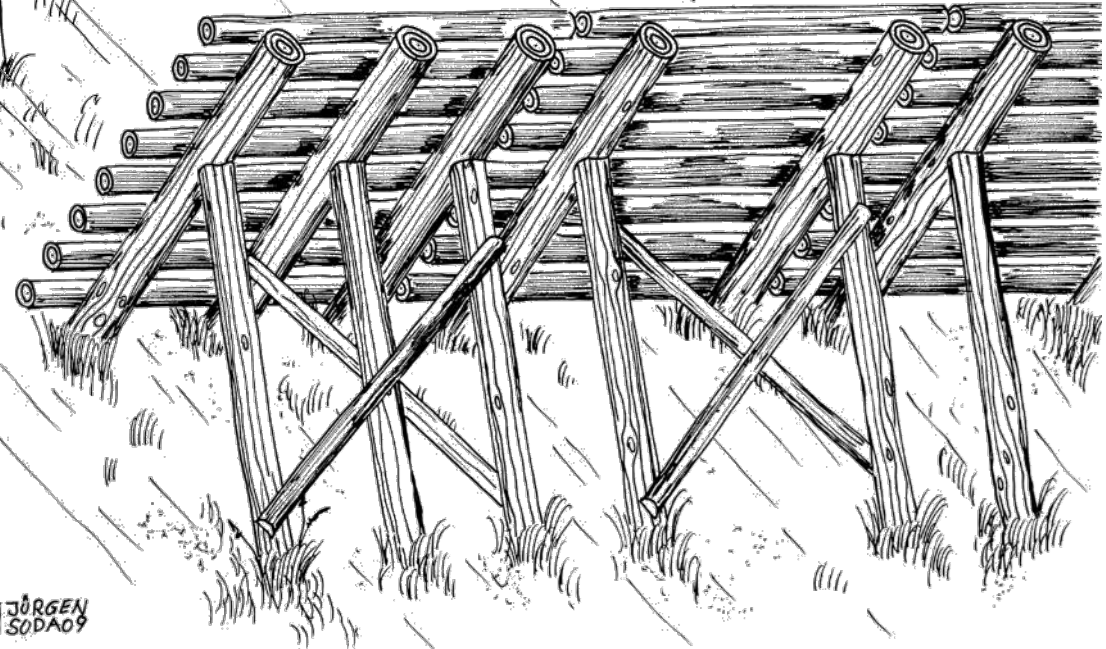
Râtelier

JÜRGEN SUDA09



JÜRGEN SUDA09

Claie



JÜRGEN SUDA09

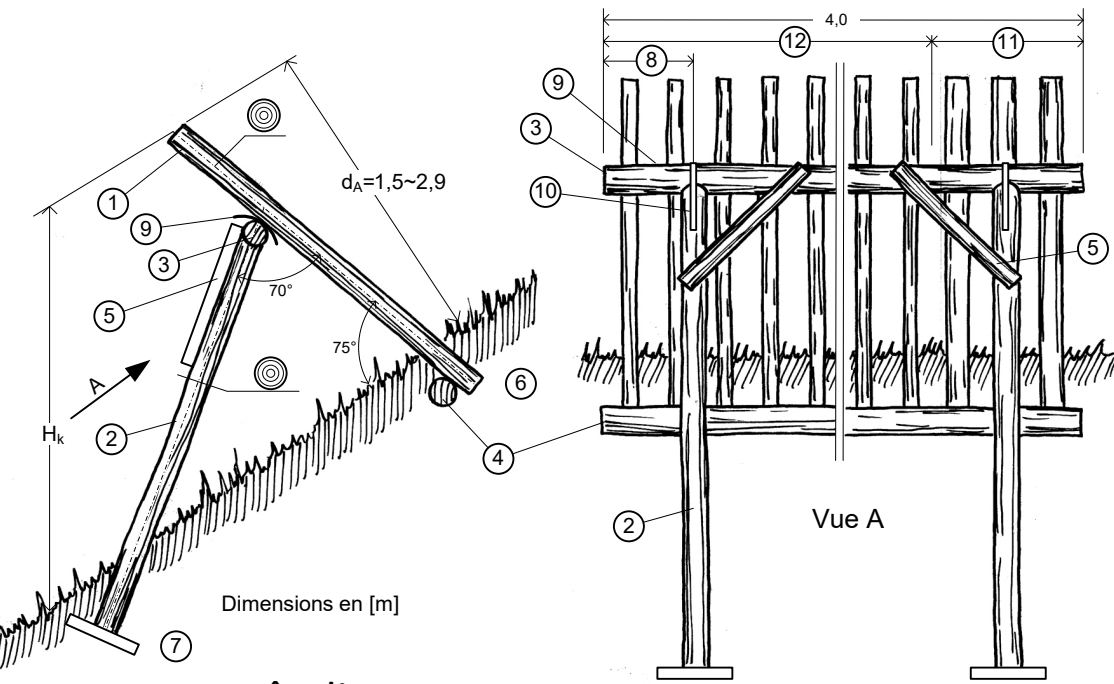


D

19.01.2023 / Jürgen Suda

Swissbau 2024 – Ouvrages de protection en bois

Source : die.wildbach (WLV) 17

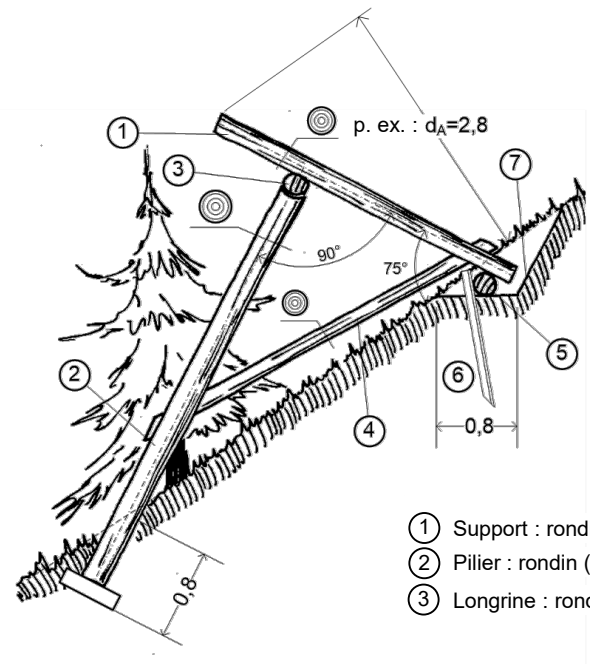
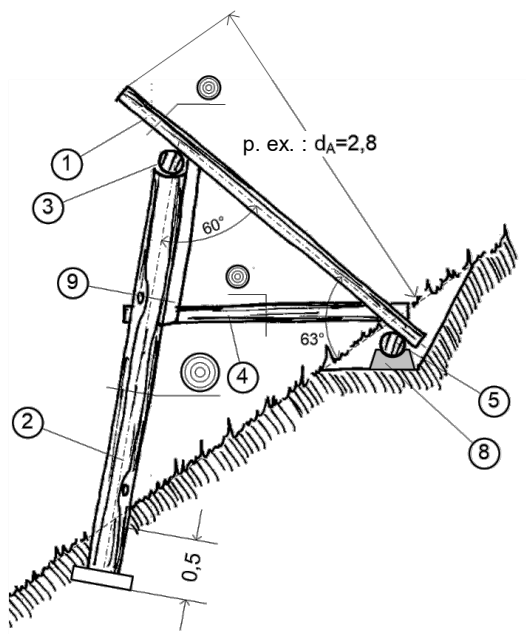
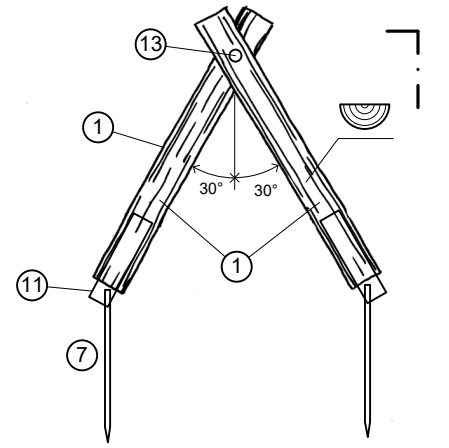
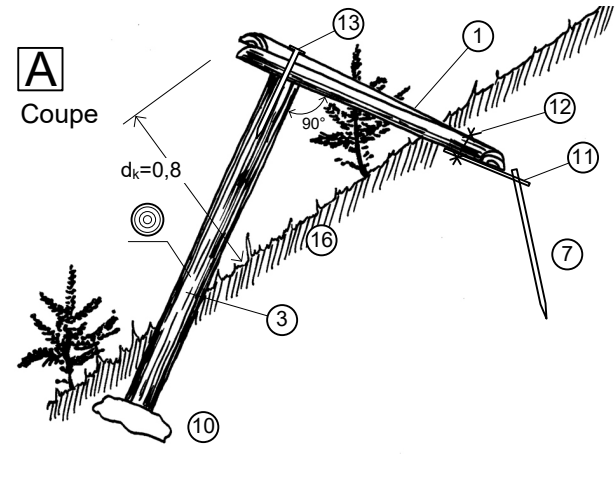


Râtelier

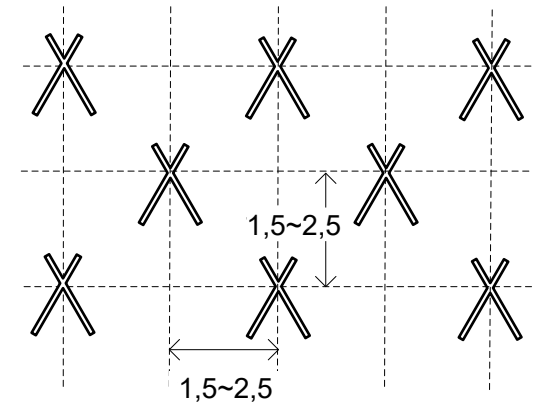
- ① Chevron : rondin (d = 11 ~ 20 cm)
- ② Pilier : rondin (d = 18 ~ 24 cm)
- ③ Longrine : rondin (d = 18 ~ 27 cm, L = 400 cm)
- ④ Seuil : rondin (d = 20 cm, L = 400 cm)
- ⑤ Contre-fiche : demi-rondin (d = 10(14) cm, L = 140 ~ 150 cm)
- ⑥ Appui amont

F. Leuenberger : Bauanleitung Gleitschneeschutz und temporärer Stützverbau. Davos : Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF, 2003.

Planification et exécution sur la base de schémas types de construction

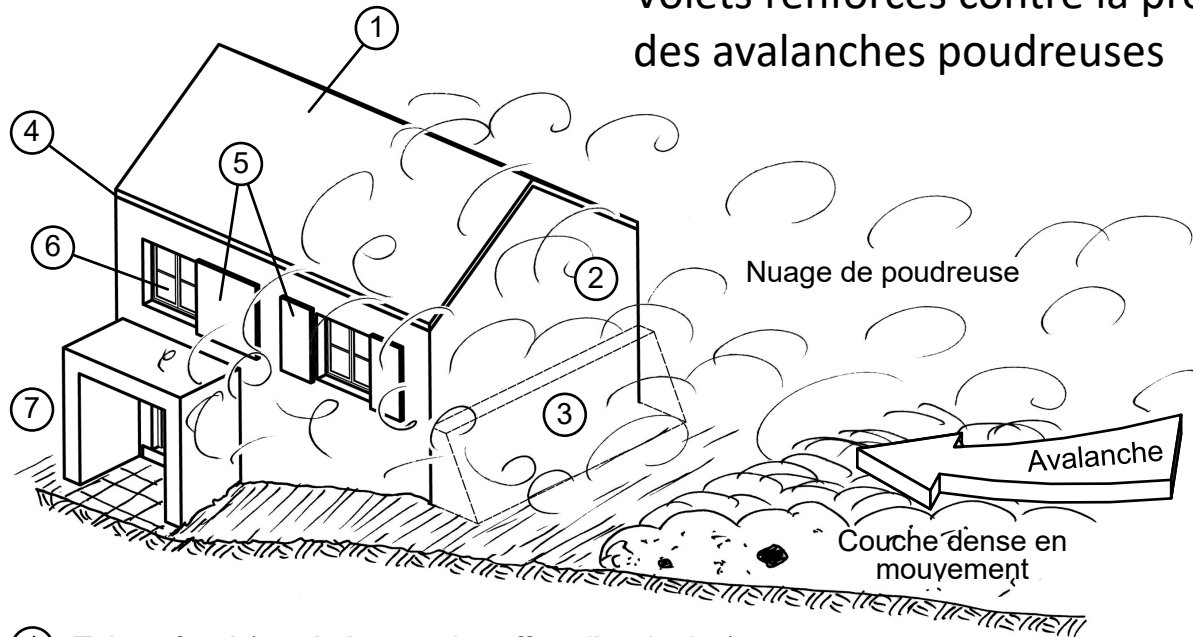


- ① Support : rondin (d = 16 ~ 18 cm)
- ② Pilier : rondin (d = 16 ~ 18 cm)
- ③ Longrine : rondin (d = 16 ~ 18 cm, L = 400 cm)
- ④ Entretoise : rondin
- ⑤ Seuil : rondin
- ⑥ Pieu d'ancrage (rondin, profilé d'acier)



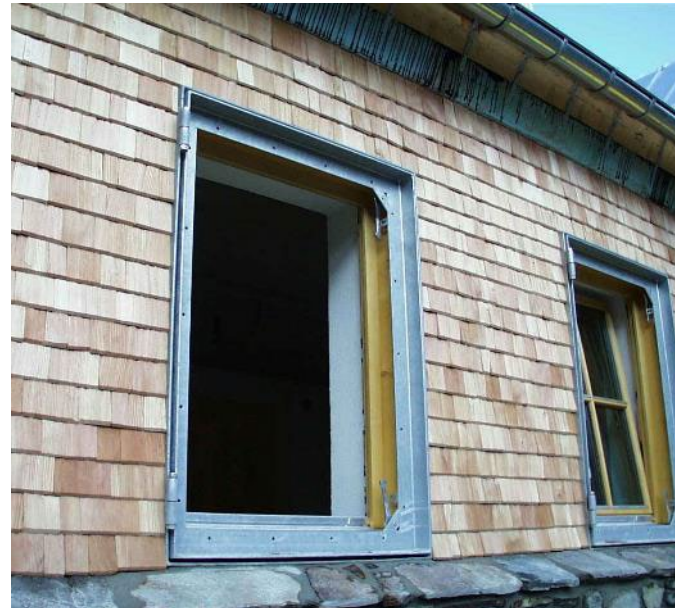
Trépied

Volets renforcés contre la pression des avalanches poudreuses



- ① Toit renforcé (protégé contre les effets d'aspiration)
- ② Paroi déflectrice renforcée et sans ouvertures
- ③ Év. élément amortisseur
- ④ Pas d'avant-toits
- ⑤ Volets coulissants ou pivotants renforcés
- ⑥ Fenêtre résistante aux avalanches
- ⑦ Protection des entrées par des porches

JÜRGEN
SUDA 10



Source : die.wildbach (WLV)



Source : Sigfried Sauermoser

Résumé

- Il est possible d'utiliser le bois pour la protection contre les dangers naturels :
 - pour les ouvrages de soutènement
 - pour certains éléments des digues de protection
 - pour stabiliser les lits et berges de cours d'eau (barrages, revêtement de berges)
 - pour stabiliser des manteaux neigeux (râteliers, ...)
- Le bois a aussi ses limites :
 - inadéquat en cas d'exposition aux chutes de pierre
 - inadéquat en cas d'exposition aux forces dynamiques d'avalanches (excepté pour les éléments de protection appliqués directement sur des bâtiments et calculés sur la base de valeurs statiques)
 - inadéquat pour la construction de barrages en cas d'exposition à des laves torrentielles granulaires



Source : Florian Rudolf-Miklau



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und
Naturgefahren



Priv. Doz. DDI Dr Jürgen Suda
alpinfra consulting + engineering GmbH
Lilienberggasse 13/1
1130 Wien

Tél : +43 (0) 1 8900 166 - 2103
Mobile : +43 (0) 699 15027540

E-mail: juergen.suda@alpinfra.com