

---

# Manuel Contrôle des ouvrages de protection

---



---

## Éditeur:

Office des forêts et des dangers naturels du canton des Grisons en collaboration avec:

Division Dangers naturels de l'Office des forêts du canton de Berne

Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais

## CONTACTS ET INTERLOCUTEURS



**Amt für Wald und Naturgefahren**  
**Uffizi da gaud e privels da la natira**  
**Ufficio foreste e pericoli naturali**

### **Canton des Grisons**

Amt für Wald und Naturgefahren  
Schutzbauten  
Loëstrasse 14  
CH-7000 Chur  
Tel.: 081/ 257 38 61  
[info@awn.gr.ch](mailto:info@awn.gr.ch)  
[www.wald-naturgefahren.gr.ch](http://www.wald-naturgefahren.gr.ch)



**Abteilung**  
**Naturgefahren**

**Amt für Wald**  
**des Kantons Bern**

### **Canton de Berne**

Office des forêts OFOR  
Division Dangers naturels  
Schloss 2  
CH-3800 Interlaken  
Tel.: 031/ 636 12 00  
[naturgefahren@vol.be.ch](mailto:naturgefahren@vol.be.ch)  
[www.be.ch/naturgefahren](http://www.be.ch/naturgefahren)



**CANTON DU VALAIS**  
**KANTON WALLIS**

Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement  
Service des forêts, des cours d'eau et du paysage

Departement Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt  
Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft

### **Canton du Valais**

Service des forêts, des cours d'eau et  
du paysage  
Sektion Naturgefahren  
Rue Dent-Blanche 18a  
CH-1950 Sitten  
Tel.: 027/ 606 32 00  
[sfcep@admin.vs.ch](mailto:sfcep@admin.vs.ch)  
[www.vs.ch/sfcep](http://www.vs.ch/sfcep)

## ACCÈS AU MANUEL

La dernière version actualisée du manuel peut être obtenue sur le site internet des cantons susmentionnés

## Sommaire

### Manuel Contrôle des ouvrages de protection

	<b>Registre</b>
Introduction.....	1
Application spécifique aux cantons (VS).....	2
Formulaire d'inspection des ouvrages.....	3
Ouvrages paravalanches (processus avalanche) : évaluation de l'état et images de dommages....	4
Ouvrages pare-pierres (processus de chute): évaluation de l'état et images de dommages.....	5
Ouvrages de stabilisation de pentes (processus de glissement): évaluation de l'état et images de dommages.....	6
Aménagements de torrents (processus eau): évaluation de l'état et images de dommages.....	7
Contrôle des serre-câbles.....	8
Liste de matériel et tableaux.....	9

## INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, de nombreux ouvrages de protection ont été construits en Suisse. Ces ouvrages constituent une partie importante de l'infrastructure de sécurité de notre pays. Cet **effet protecteur** doit être maintenu. C'est pourquoi, à l'avenir, la préservation de ces structures jouera un rôle prépondérant.

Les ouvrages de protection doivent répondre aux exigences en termes de sécurité structurale, d'aptitude au service et de durabilité. Afin qu'une structure de protection puisse remplir sa mission de manière fiable aussi longtemps que possible, la **surveillance** ainsi que l'**entretien** sont nécessaires.

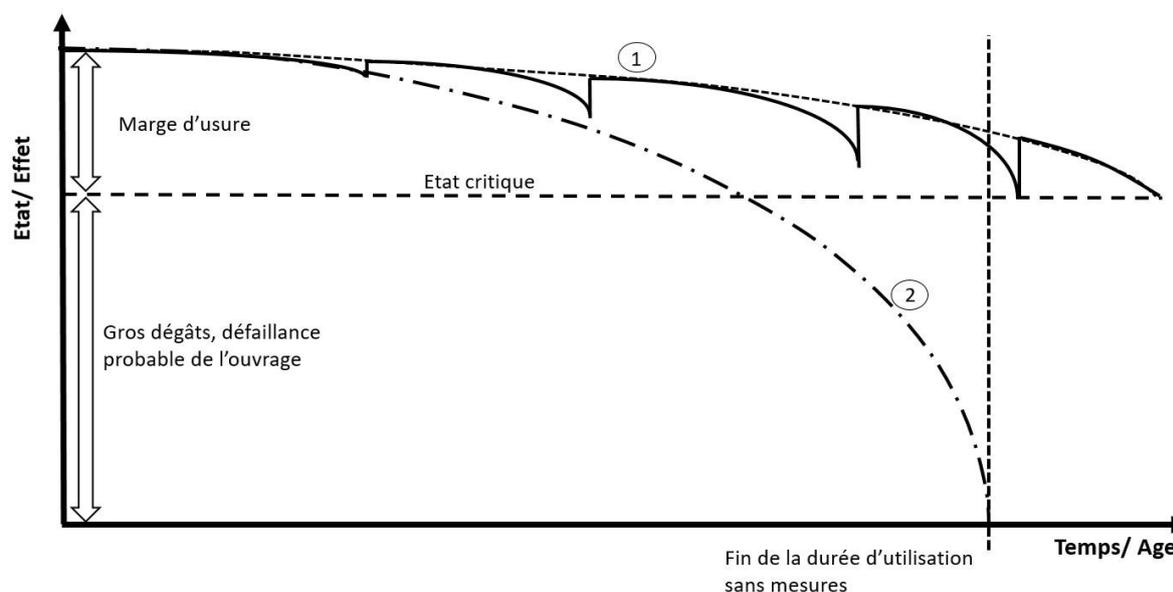
La **surveillance** comprend l'observation et le contrôle systématique (inspection) des ouvrages de protection. L'observation consiste aussi bien en une observation ciblée d'un ouvrage de protection ainsi qu'en la prise en compte des informations provenant de tiers. Dans le cadre d'un contrôle systématique d'une structure de protection (inspection d'ouvrage), l'état de l'ouvrage est déterminé et évalué au moyen d'investigations ciblées, généralement visuelles. L'inspection systématique des ouvrages permet l'acquisition d'informations afin de déterminer si le fonctionnement d'un ouvrage de protection ou d'une structure est limité par d'éventuels dommages ou dégâts causés par des événements.

Concernant l'**entretien**, d'après la norme SIA 469, une distinction est faite entre la maintenance et la remise en état :

**Maintenance :** A pour objet de conserver l'aptitude au service de l'ouvrage par des mesures simples et régulières. La maintenance comprend aussi la réparation des dommages mineurs. Le terme de "maintenance" s'applique également à l'entretien courant, l'entretien fonctionnel ainsi qu'au maintien du fonctionnement des installations.

**Remise en état :** Intervention propre à rétablir la sécurité et l'aptitude au service de l'ouvrage pour une période déterminée. Il s'agit généralement de travaux d'ampleur assez importante. Le terme de "remise en état" concerne aussi les réparations et l'entretien spécialisé.

Le schéma du cycle de vieillissement représenté ci-dessous démontre, avec l'exemple d'un ouvrage paravalanche permanent, l'impact de mesures d'entretien effectuées régulièrement (1) - ou négligées (2) – durant la durée d'utilisation de l'ouvrage.



(Source: ONR 24803 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung, 2008, modifié)

Le but de ce présent manuel est de fournir des services de soutien pour le contrôle et l'entretien des ouvrages de protection à titre d'aide et d'instrument de travail. Il a été développé par l'Office des forêts et des dangers naturels du canton des Grisons sur la base du matériel didactique du cours d'automne 2003 de la FAN en collaboration avec la Division Dangers naturels de l'Office des forêts du canton de Berne et le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais. Les différents registres décrivent des principes d'application générale.

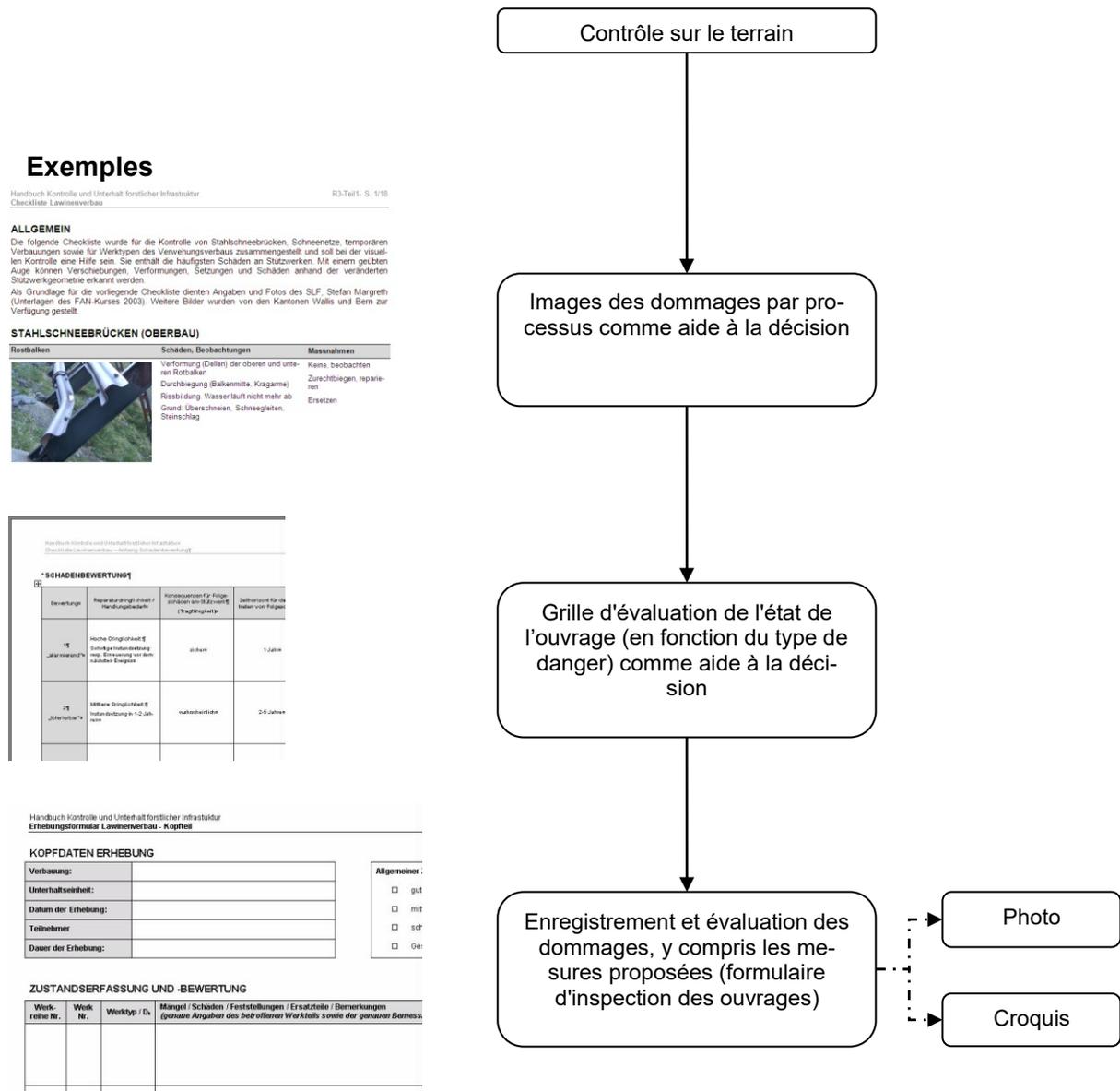
Dans les différents registres sont décrits les principes d'application généraux. Le registre 2 contient les caractéristiques propres à chaque canton.

## **INSPECTION D'OUVRAGES ET EXAMEN GENERAL**

Le contrôle des ouvrages de protection du présent manuel se base sur les concepts de la norme SIA 469 et est une procédure en deux étapes :

- Inspection d'ouvrages : Contrôle et appréciation individuels de l'état des ouvrages par des inspections ciblées, généralement visuelles. On suppose que l'événement impliquant la construction de l'ouvrage en question, le choix du type d'ouvrage ainsi que les objectifs de protection sont fondamentalement corrects et n'ont pas changé depuis la construction ou la dernière inspection.
  
- Examen général : Examen visant à déterminer si l'ouvrage existant correspond encore aux processus de risques naturels actuellement rencontrés et aux objectifs de protection définis (y compris les paramètres de conception correspondants).

# INSTRUCTIONS POUR L'INSPECTION D'OUVRAGES



### Exemples

Handbuch Kontrolle und Unterhalt forstlicher Infrastruktur  
Checkliste Lawneverbau R3-Teil1 S. 1/10

**ALLGEMEIN**  
Die folgende Checkliste wurde für die Kontrolle von Stahlschneebrücken, Schneenetze, temporären Verbauungen sowie für Werktypen des Verwehungsverbau zusammengestellt und soll bei der visuellen Kontrolle eine Hilfe sein. Sie enthält die häufigsten Schäden an Stützwerken. Mit einem geübten Auge können Verschiebungen, Verformungen, Setzungen und Schäden anhand der veränderten Stützvergeometrie erkannt werden.  
Als Grundlage für die vorliegende Checkliste dienten Angaben und Fotos des SLF, Stefan Margreth (Unterlagen des FAN-Kurses 2003). Weitere Bilder wurden von den Kantonen Wallis und Bern zur Verfügung gestellt.

**STAHLSCHNEEBRÜCKEN (OBERBAU)**

Rostbalken	Schäden, Beobachtungen	Massnahmen
	Verformung (Dellen) der oberen und unteren Rostbalken Durchbiegung (Balkenmitte, Kragarme) Rissbildung, Wasserläuf nicht mehr ab Grund, Übersneien, Schneegleiten, Steinschlag	Keine, beobachten Zurechtbiegen, reparieren Ersetzen

*SCHADENBEWERTUNG			
Beschreibung	Reparaturdringlichkeit / Handlungsbedarf	Komplexionen für Eingriffe / Ersatzmassnahmen	Dauerfrist für die Inbetriebnahme
11 „Kritisch“ Hohe Dringlichkeit Sofortige Instandsetzung resp. Erneuerung vor dem nächsten Ereignis	stark		1-Jahre
21 „Mittelgradig“ Mittlere Dringlichkeit Instandsetzung in 1-2 Jahren	mittel	Wahrscheinlich	2-5-Jahre

Handbuch Kontrolle und Unterhalt forstlicher Infrastruktur  
Erhebungsformular Lawneverbau - Käpftel

**KOPFDATEN ERHEBUNG**

Verlassung:		Allgemeiner: <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mit <input type="checkbox"/> sch <input type="checkbox"/> ge
Unterhaltseinheit:		
Datum der Erhebung:		
Teilnehmer:		
Dauer der Erhebung:		

**ZUSTANDSERFASSUNG UND -BEWERTUNG**

Werkreihe Nr.	Werk Nr.	Werktyp / D.	Mangel / Schaden / Feststellungen / Ersatzteile / Bemerkungen (genaue Angaben des betroffenen Werkteils sowie der grossen Dimension)

La description des images de dommages possibles (par processus) dans ce manuel ainsi que la grille d'évaluation de l'état de l'ouvrage servent d'aide à la décision lors de l'inspection de l'ouvrage.

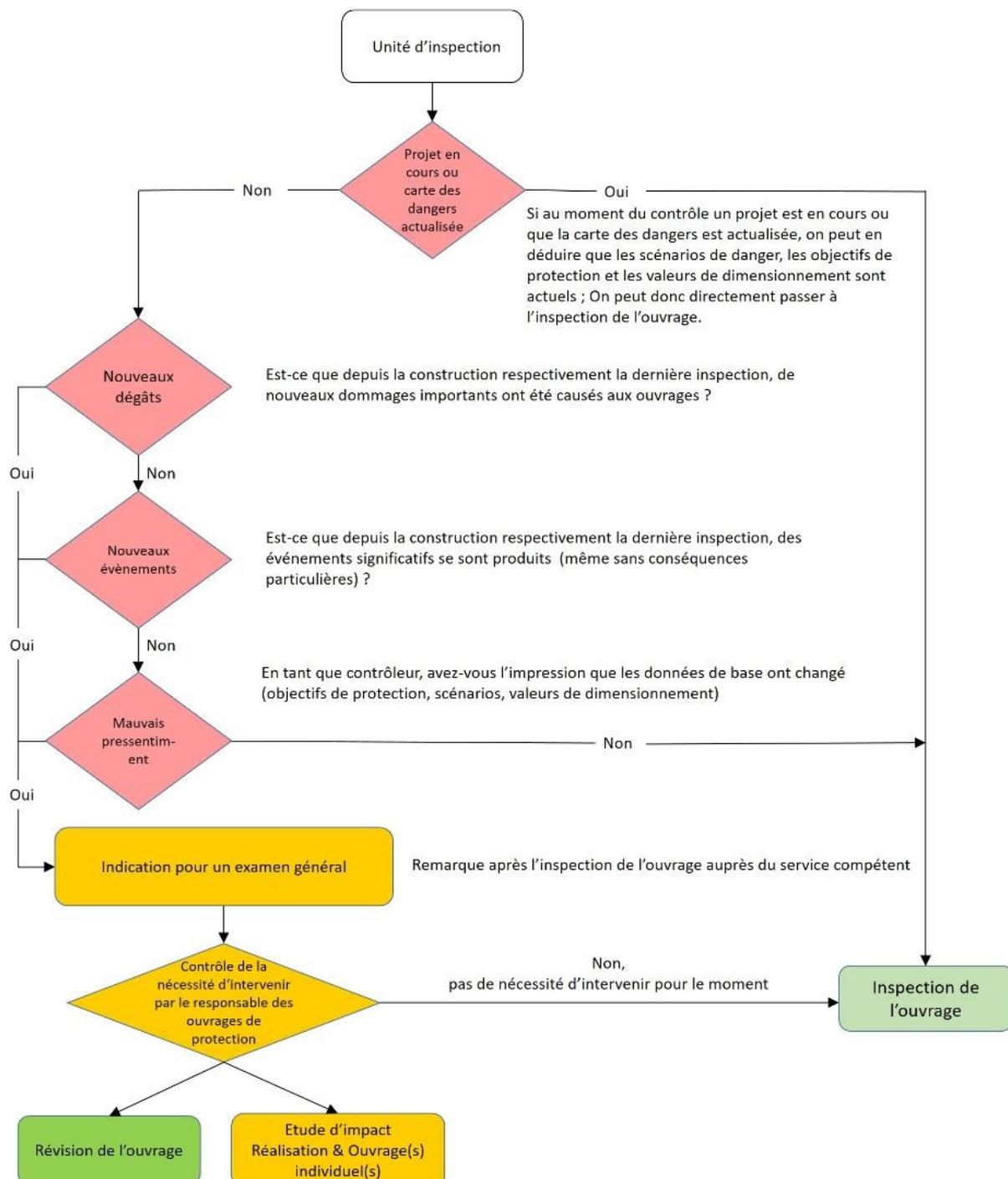
Les images de dommages ne sont pas exhaustives, mais représentent plutôt un résumé des types de dommages les plus couramment rencontrés. Les mesures énumérées sont des propositions dont la mise en œuvre nécessite un examen situationnel d'après les conditions sur place.

La grille d'évaluation de l'état des ouvrages permet de déterminer l'urgence des réparations en fonction des dommages observés. Ce manuel distingue plusieurs catégories pour qualifier l'état de l'ouvrage. Celle-ci sont les suivantes : « très bon, bon, suffisant, mauvais et alarmant ». Pour chaque processus, il existe une matrice explicative en guise d'introduction aux images de dommages.

Les formulaires prédéfinis pour l'inspection des ouvrages ont pour but d'assurer une exécution uniforme des contrôles. En règle générale, l'inspection de l'ouvrage a lieu sous la forme d'un rapport négatif. Par conséquent, seuls les dommages et dégâts observés sur le terrain doivent être reportés sur le formulaire d'inspection (état pire que bon).

Au terme de chaque inspection d'ouvrage, la fiabilité de l'effet de protection sur l'ensemble de l'unité d'inspection doit être évaluée. Le manuel divise cette fiabilité en trois catégories : « élevée, limitée ou faible ».

Durant la surveillance régulière des ouvrages, il peut être recommandé d'examiner plus en détail les structures de protection individuelles ou l'ensemble de l'unité d'inspection. Ce manuel, avec le schéma suivant, offre aux contrôleurs une aide pour reconnaître le bon moment pour un examen général :



L'examen général a pour but de rouvrir la perspective de l'inspection de l'ouvrage axée sur la structure individuelle et d'examiner le concept de construction global, y compris l'objet de protection, l'événement associé et les objectifs de protection correspondants (évaluation des impacts d'après PROTECT (Romang 2008)).

L'examen général est une procédure complexe qui ne devrait être effectuée que dans des cas justifiés et en concertation avec l'autorité cantonale. Il vise à fournir des informations détaillées sur l'état actuel des structures afin que des mesures appropriées puissent être planifiées et mises en œuvre pour prolonger leur durée d'utilisation. Un éventuel démantèlement des ouvrages de protection devrait également être clarifié dans le cadre d'un examen général, notamment en ce qui concerne les ouvrages paravalanches temporaires.

En fonction des dommages ou de l'incertitude dans l'évaluation de l'état après une inspection des ouvrages, un contrôle du fonctionnement des ouvrages de protection individuels, comme les essais d'ancrages, peut également être envisagée en concertation avec l'autorité cantonale.

## CYCLE D'INSPECTION

Le cycle d'inspection est déterminé par le spécialiste responsable de la structure de protection au cours de l'enregistrement initial. Les critères suivants sont déterminants :

- Les conditions géologiques et hydrogéologiques (sous-sol)
- l'activité des aléas naturels / la récurrence attendue de ces aléas naturels
- La complexité de la construction (type de construction, âge, etc.)
- La sensibilité des ouvrages aux influences extérieures
- Les résultats des inspections d'ouvrages

Cela s'applique également pour :

- Un contrôle visuel dans le cadre d'une observation est effectué chaque année, ce qui est en principe également possible à distance (de manière optimale à l'aide d'un télescope ou de jumelles). Ces observations sont définies comme des exigences minimales.
- Le cycle d'inspection des ouvrages est déterminé par le spécialiste responsable des ouvrages de protection (en collaboration avec l'ingénieur responsable). Le cycle peut varier entre un et maximum 5 ans.
- Des inspections supplémentaires, en plus des inspections régulières sont ordonnées à la suite d'événements spéciaux (fortes précipitations, hivers enneigés, etc.), par la personne responsable (spécialiste en ouvrages de protection).

## PRINCIPES DE BASE UTILISES

Les sources suivantes forment la base de ce manuel sur l'inspection des ouvrages de protection :

- Norme SIA 469 Maintenance des ouvrages, 1997
- Manuel sur l'inspection et l'entretien des infrastructures forestières (Manuel KUfl), Version 3.0, 2012
- Romang Hans (Ed.) 2008 : Efficacité des mesures de protection (PROTECT), PLANAT
- ONR 24803 Ouvrages de protection et contrôle des torrents - exploitation, surveillance, entretien et réparation, 2008
- ONR 24810 Protection technique contre les chutes de pierres - Conditions, impact, dimensionnement et conception, surveillance et entretien, 2012



Département de la mobilité, du territoire et de l'environnement  
Service des forêts, des cours d'eau et du paysage  
Section dangers naturels

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt  
Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft  
Sektion Naturgefahren

CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS



# Contrôle des ouvrages de protection dans le Canton du Valais COP

---

*Processus et déroulement*

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>GÉNÉRALITÉS</b> .....	<b>3</b>
1.1	Périodicité des inspections .....	3
1.2	Déroulement de l'inspection des ouvrages .....	4
1.3	Examen général .....	6
<b>2</b>	<b>NUMÉROTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION</b> .....	<b>7</b>
2.1	Principes de base .....	7
2.2	Exemples.....	7
<b>3</b>	<b>UNITÉS D'INSPECTION</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DATE DE LA FUTURE INSPECTION DÉTAILLÉE</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>RESPONSABILITÉS</b> .....	<b>9</b>
5.1	Responsable de l'entretien .....	9
5.2	Contrôleur.....	9
5.3	Administrateur .....	10
<b>6</b>	<b>DIVERS</b> .....	<b>10</b>
6.1	Statut d'exploitation : ouvrages remplacés, démontés ou démolis .....	10
6.2	Fournisseur / type d'ouvrage .....	10
6.3	Laves torrentielles.....	10

# 1 GÉNÉRALITÉS

Pour le canton du Valais, le contrôle des ouvrages de protection (COP) ne concerne pour l'instant que les ouvrages de protection contre les avalanches, les processus de chute ou de glissement.

Les ouvrages concernant les routes forestières et les processus liés à l'eau figurent pour l'instant à titre informatif dans le manuel sur les ouvrages de protection. Il est toutefois possible que ces ouvrages soient prochainement intégrés dans le programme d'inspection, mais la décision appartient aux instances décisionnelles concernées. Pour les routes forestières, la section forêt du SFCEP est compétente en la matière.

## 1.1 Périodicité des inspections

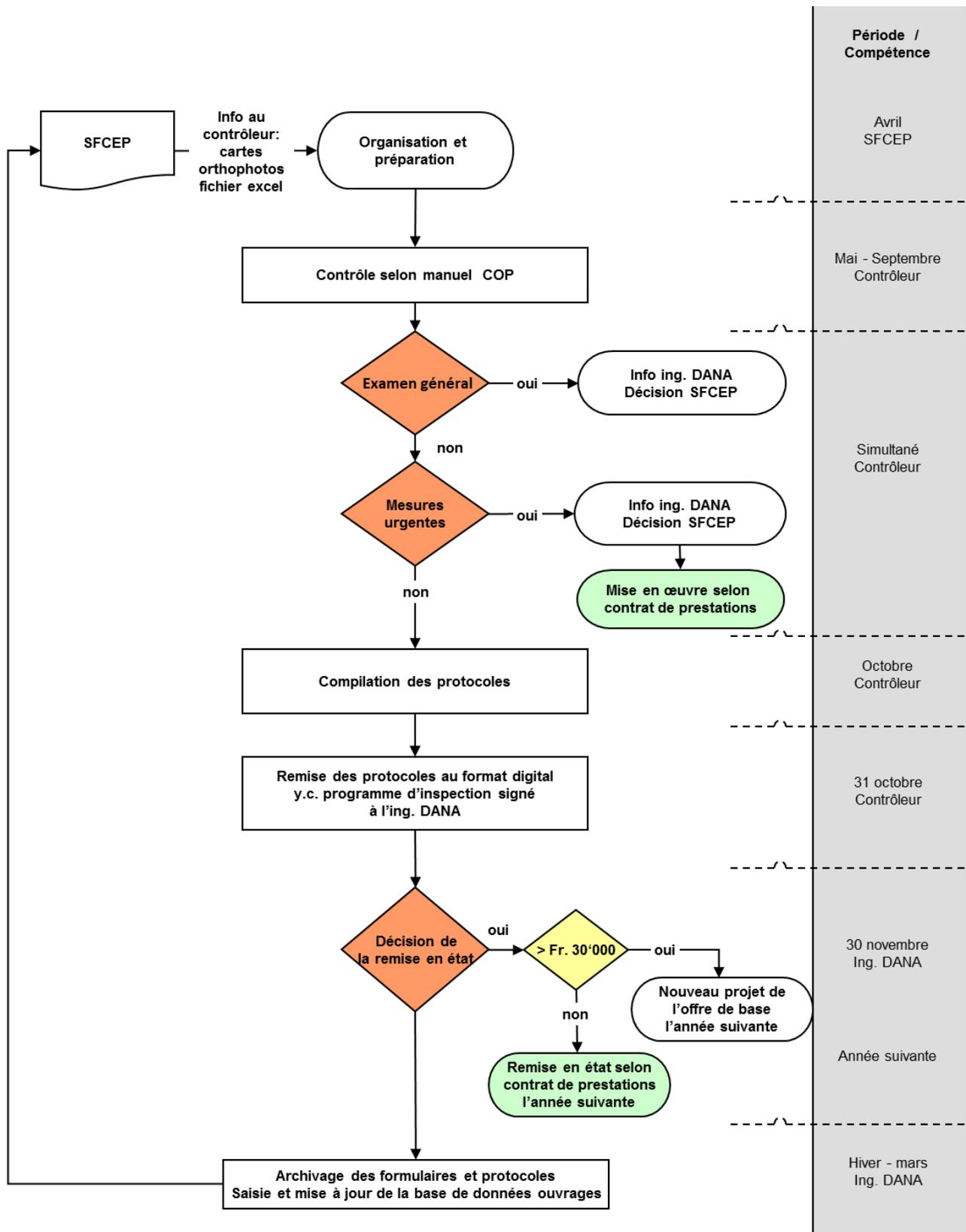
La périodicité des inspections des ouvrages de protection est définie par l'ingénieur dangers naturels sur la base du premier relevé ou sur les résultats des inspections antérieures. Les critères suivants sont déterminants :

- Conditions géologiques et hydrogéologiques (terrain de fondation)
- Complexité de la mesure de protection (type d'ouvrages, âge, etc.)
- Sensibilité des ouvrages aux influences extérieures
- Résultats des inspections

Les principes généraux suivants sont valables pour le contrôle des ouvrages de protection :

- Un **contrôle visuel est fait chaque année**, en principe sur site, mais qui peut également être effectué à distance (au moyen de jumelles ou d'un télescope). Ces contrôles constituent les exigences minimales et sont à effectuer annuellement par le contrôleur responsable.
- La périodicité des **inspections détaillées des ouvrages** est fixée par l'ingénieur dangers naturels de l'arrondissement concerné. Elle peut varier d'un à 10 ans au maximum.
- Des **inspections supplémentaires** hors programme peuvent être menées suite à des événements particuliers (fortes précipitations, hiver riche en neige, etc.). Elles peuvent être ordonnées par l'ingénieur dangers naturels ou demandées par le contrôleur au vu de son expérience de la région.

## 1.2 Déroulement de l'inspection des ouvrages



Au plus tard jusqu'à fin avril de l'année en cours, l'ingénieur dangers naturels prépare le programme d'inspection à l'intention du contrôleur. Il y définit les **unités d'inspection** pour lesquelles une inspection détaillée est nécessaire. Pour les autres unités d'inspection, le contrôleur effectuera un contrôle visuel. L'ingénieur dangers naturels prépare également jusqu'à fin avril un aperçu de l'ensemble des unités d'inspection de son arrondissement qui feront l'objet d'une visite détaillée dans l'année en cours et en informe le chef de la section dangers naturels.

L'ingénieur dangers naturels prépare **les documents nécessaires à l'inspection des ouvrages** et les transmet au contrôleur. Il s'agit d'une part de cartes de situation et/ou orthophotos, permettant d'identifier, localiser et visualiser les ouvrages à contrôler (numéros et rangées, type d'ouvrage, état selon dernier contrôle). D'autre part le contrôleur reçoit aussi une représentation des ouvrages à contrôler sous forme de tableau (fichier excel) indiquant les caractéristiques les plus importantes des ouvrages (type, hauteur, longueur, etc.) ainsi que l'état de l'ouvrage et les remarques exprimées lors du dernier contrôle.

Le contrôleur réalise l'inspection des unités selon la pratique détaillée dans le manuel des ouvrages de protection, **au plus tard jusqu'à la fin du mois de septembre** de l'année en cours. Si, lors de son travail, le contrôleur a l'impression qu'il faut effectuer un examen général ou réaliser des interventions d'urgence pour certaines unités d'inspection, il en informe immédiatement l'ingénieur dangers naturels correspondant. Ce dernier décide si ces mesures doivent être réalisées et si elles peuvent être décomptées dans le cadre du contrat de prestation ou s'il faut réaliser un projet séparé.

Lors de l'inspection des ouvrages, le contrôleur ne répertorie en principe que les ouvrages dont l'état ne peut pas être qualifié de « *très bon* » (= ouvrage neuf) ou « *bon* ». C'est à dire que seul les ouvrages présentant des dégâts ou défauts sont rapportés (rapport négatif). En revanche, lors de l'enregistrement initial, d'une unité d'inspection, il s'agit de réaliser un rapport positif de sorte à s'assurer que l'état de tout ouvrage nouvellement contrôlé soit documenté par écrit au temps « 0 ».

Lors du rapport, le contrôleur doit veiller à indiquer dans les formulaires d'inspection (respectivement dans les rapports) non seulement **la description des dégâts**, mais également les mesures nécessaires. Si possible, il faut aussi indiquer une estimation des coûts nécessaires à la réparation des dégâts.

Les protocoles des inspections (formulaires, photos numérotées d'après le numéro de l'ouvrage, évtl. rapport séparé) sont à transmettre au **format digital** à l'ingénieur dangers naturels au plus tard **jusqu'à fin octobre** de l'année en cours. Ce délai est contraignant car il faut pouvoir intégrer un éventuel projet de réfection dans la planification pluriannuelle du canton !

L'ingénieur dangers naturels décide, en fonction des retours d'inspection, si une **remise en état pour l'année qui suit** peut être décomptée dans le cadre du contrat de prestations ou s'il faut réaliser un projet de réfection séparé (un projet séparé est normalement nécessaire lorsque le montant des travaux dépasse Fr. 30'000.-). Les remises en état sont toujours réalisées dans l'année qui suit l'inspection, sauf pour les **intervention d'urgence**, mais qui sont en règle générale uniquement nécessaires lorsque l'état des ouvrages est **alarmant**. Dans tous les cas, les interventions d'urgence ou les projets de réfection se font en concertation avec l'ingénieur dangers naturels de l'arrondissement concerné.

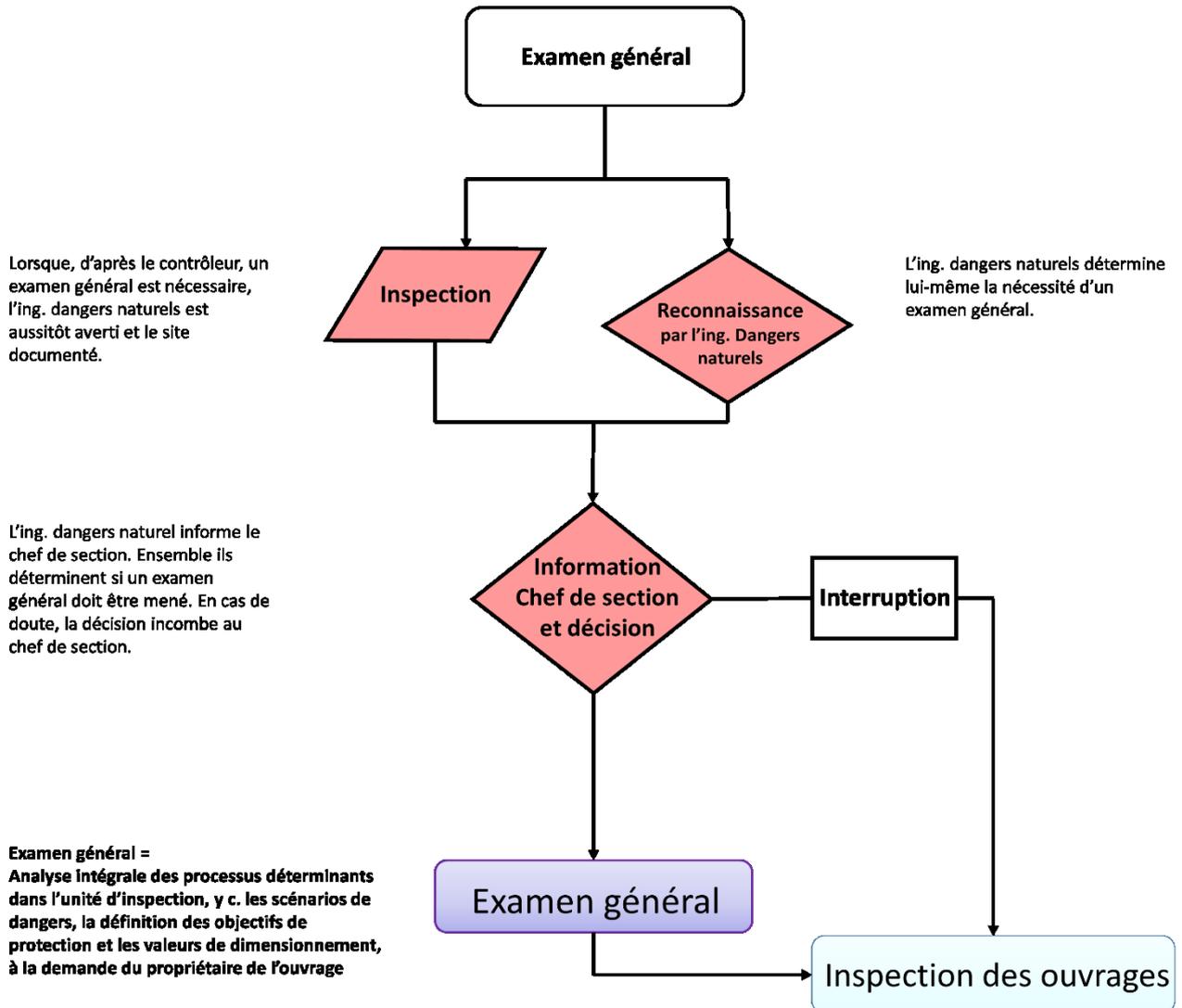
L'entretien courant (comme par exemple dégager les alentours de l'ouvrage) est à charge du responsable de l'entretien (maître d'œuvre) et doit être facturé séparément. Le Canton ne participe pas aux coûts liés à l'entretien courant.

L'ingénieur dangers naturels vérifie les protocoles d'inspection établis par le contrôleur et saisit ces données dans l'inventaire cantonal des ouvrages de protection (SIRS-OUVRAGES). La version digitale des formulaires d'inspection des ouvrages est jointe à chaque unité d'inspection contrôlée.

### 1.3 Examen général

L'examen général consiste à mener une analyse complète des processus de dangers ayant effet sur une unité d'inspection donnée. Cet examen comprend la réévaluation des scénarios de danger, des objectifs de protection, des valeurs de dimensionnement ainsi que tout autre besoin de clarification. Un examen général est en général réalisé par un bureau d'ingénieurs spécialisé.

L'examen général peut être suggéré par le contrôleur ou établi par l'ingénieur dangers naturels



## 2 NUMÉROTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION

### 2.1 Principes de base

Afin de ne pas oublier d'ouvrages, une numérotation systématique doit être adoptée. Un code est attribué à chaque ouvrage. Celui-ci comprend en général deux chiffres : [n° de la rangée],[n° de l'ouvrage]. La numérotation des rangées se fait dans l'axe de la pente en partant du haut vers le bas. La numérotation des ouvrages se fait de droite à gauche (en regardant face à la pente).

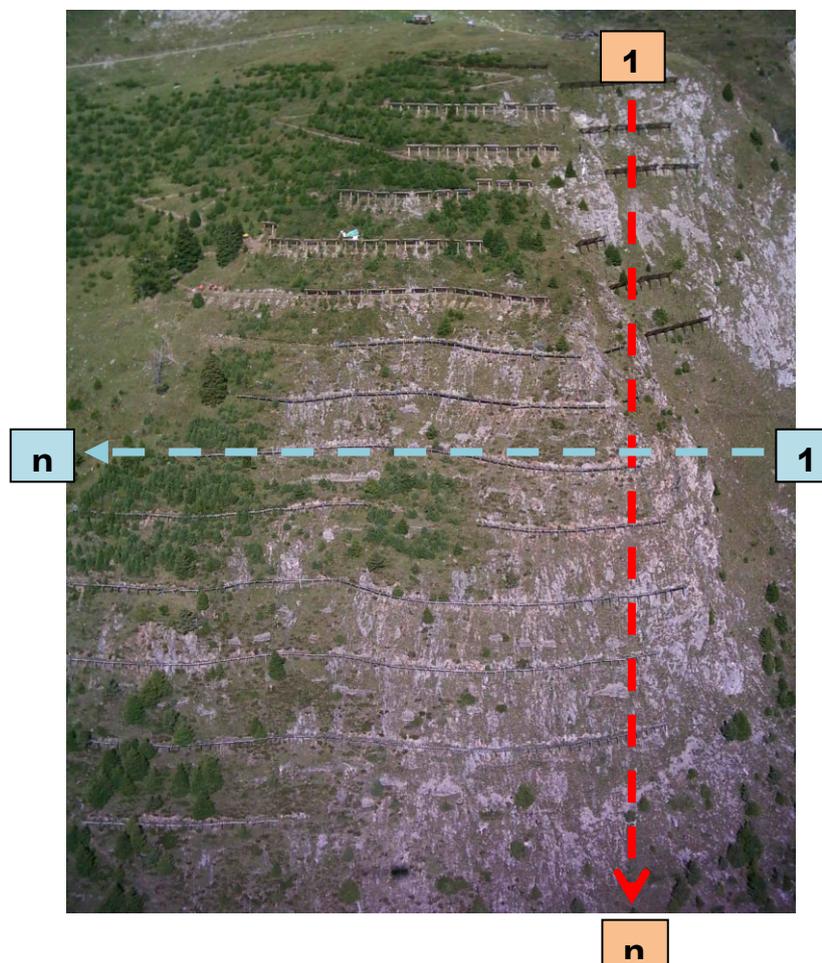
Exemple : Ouvrage n°12.3 = 12<sup>ème</sup> rangée depuis le haut, 3<sup>ème</sup> ouvrage depuis la droite.

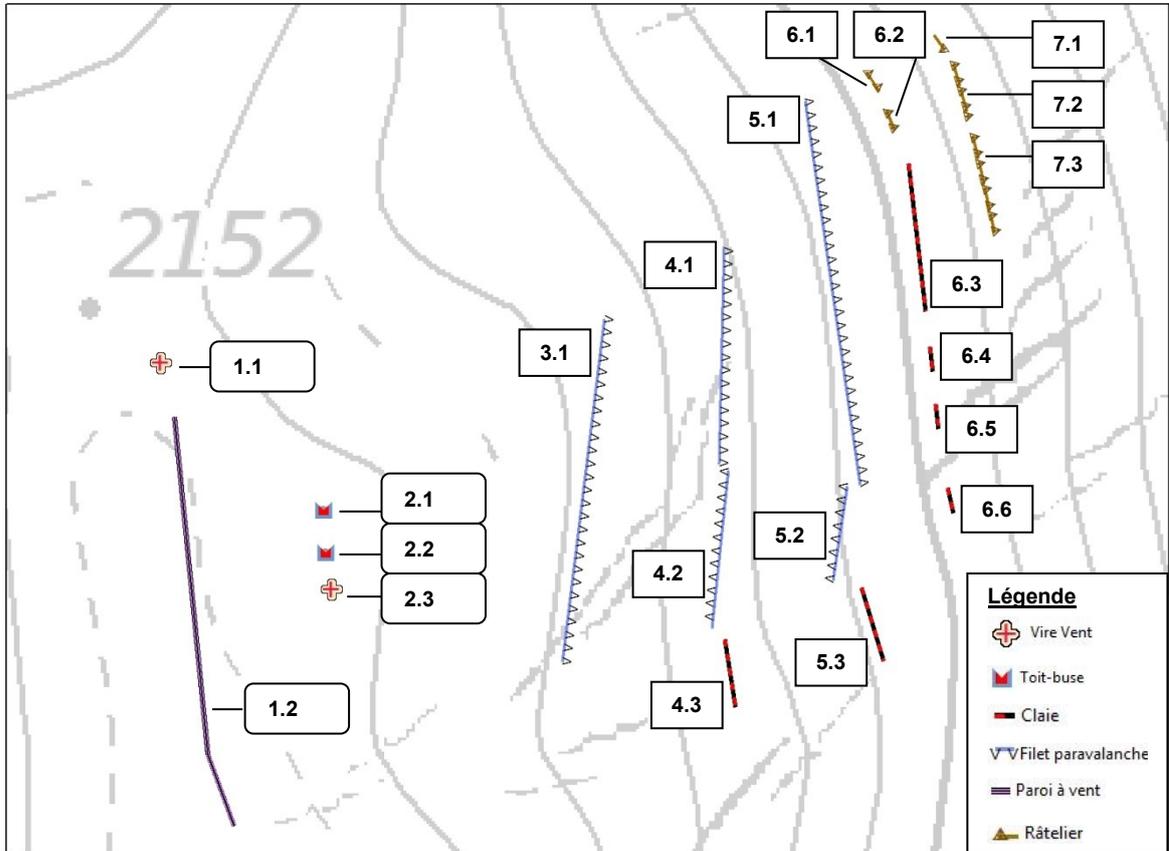
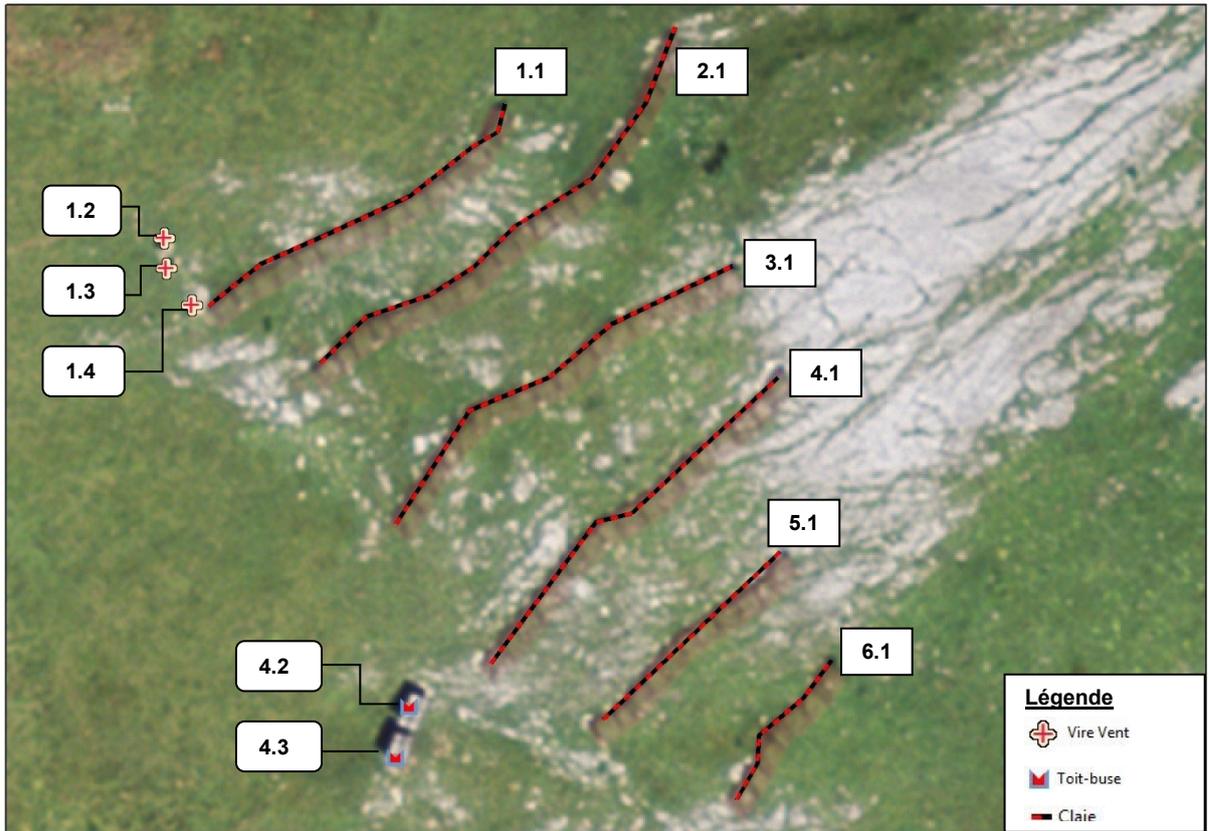
Attention ! Pour des raisons techniques, il n'est pas possible d'attribuer des numéros du type n.n0 (p.ex. 2.10 ou 3.20).

Les ouvrages reliés entre eux (p.ex. claires avec ponts, râteliers) sont numérotés comme étant un ouvrage unique, alors que les éléments individuels sont numérotés séparément les uns des autres.

Les **ouvrages ponctuels** (p.ex. vire-vent, toit-buse, paroi à vent) sont numérotés de la même manière (de haut en bas et de droite à gauche), sans distinction entre ces différents types d'ouvrage dans la numérotation.

### 2.2 Exemples





(Remarque: les exemples ci-dessus sont fictifs)

### 3 UNITÉS D'INSPECTION

Une unité d'inspection est définie selon les critères suivants :

- Elle comprend l'ensemble des ouvrages constituant une mesure contre un processus de danger (p.ex. tous les ouvrages protégeant un couloir à avalanches).
- Elle doit normalement pouvoir être contrôlée en une journée de travail. Lorsqu'une unité comprend un grand nombre d'ouvrages, l'unité d'inspection peut être subdivisée en plusieurs unités regroupant des ensembles clairement délimités (couloir, versant, etc.).
- La périodicité de l'inspection est la même pour tous les ouvrages d'une unité d'inspection. Si une mesure comprend des ouvrages ayant des périodicités d'inspection très différentes, il faut subdiviser l'unité en plusieurs autres unités plus homogènes (p.ex. filets de protection devant être inspectés régulièrement et digues pare-avalanches en contrebas)
- Le responsable de l'entretien est le même pour tous les ouvrages d'une unité d'inspection. S'il y a plusieurs responsables dans une même unité, celle-ci doit, le cas échéant, être subdivisée (p.ex. entre chemins de fer et commune).
- L'unité d'inspection porte généralement le nom du projet de défense, si nécessaire complété par une lettre alphabétique (p.ex. Bas-Combe 1a, Bas-Combe 1b et Bas-Combe 1c : ouvrages réalisés successivement dans le cadre du projet Bas-Combe 1 ; Bas-Combe 2a et 2b : ouvrages réalisés successivement dans le cadre du projet Bas-Combe 2). Dans les rares cas où aucun nom de projet ne peut être attribué, l'unité d'inspection est nommée selon le lieu-dit le plus représentatif de la région concernée. L'attribution du nom de l'unité d'inspection ainsi que sa saisie dans le modèle de données du cadastre cantonal sont des tâches qui reviennent à l'ingénieur dangers naturels.

### 4 DATE DE LA FUTURE INSPECTION DÉTAILLÉE

La périodicité des inspections est fixée par l'ingénieur dangers naturels (cf. Chap.1.1) et en fonction du type d'ouvrage (valeurs standards) :

- Dignes, coins freineurs : tous les 10 ans
- Claies, filets paravalanche, râteliers, trépieds, ouvrages à vent : tous les 5 ans
- Ouvrages de protection contre le détachement (filets plaqués, ancrages, butons) : tous les 3 ans
- Filets, filets pendus, palissades, clôtures contre les chutes de pierres : tous les 3 ans

En principe la périodicité de l'inspection s'applique à tous les ouvrages de l'unité d'inspection (cf. Chap.3)

Un contrôle visuel annuel est effectué pour toutes les unités d'inspection qui ne figurent pas dans le programme d'inspection.

### 5 RESPONSABILITÉS

#### 5.1 Responsable de l'entretien

A chaque unité d'inspection est attribué un responsable de l'entretien (commune, entreprise privée, société, le cas échéant un service cantonal ou un office fédéral). En général il s'agit du maître de l'ouvrage. Dans la plupart des cas, il s'agira d'une commune. A noter que la commune responsable (attribut « *responsable de l'entretien* ») ne doit pas nécessairement correspondre à la commune sur laquelle se trouve l'unité d'inspection (attribut « *Commune* »).

#### 5.2 Contrôleur

Il est possible que le responsable de l'entretien ne réalise pas lui-même le contrôle des ouvrages mais délègue ce travail à un tiers (p.ex. le triage forestier auquel la commune est rattachée). L'organisation qui effectue le contrôle des ouvrages pour le compte du responsable de l'entretien doit ainsi également être attribuée à chaque unité d'entretien. Il est aussi possible de joindre le contrat de prestations (p.ex. entre le SFCEP / le responsable de l'entretien / le contrôleur) au modèle de données.

### 5.3 Administrateur

Un administrateur doit être défini pour chaque unité d'entretien. En ce qui concerne les ouvrages contre les avalanches, les processus de chute et les glissements et qui ont été réalisés dans le cadre de projets de défense subventionnée par le SFCEP, l'administrateur est l'arrondissement correspondant du SFCEP.

Si, par contre, il s'agit d'une unité d'inspection dont les ouvrages ne peuvent pas/plus bénéficier de subventions selon les critères en vigueur (p.ex. ouvrages protégeant des chemins pédestres ou des alpages), il faut définir un autre administrateur (une commune dans la plupart des cas).

## 6 DIVERS

### 6.1 Statut d'exploitation : ouvrages remplacés, démontés ou démolis

Contrairement à un ouvrage « démonté » ou « remplacé », un ouvrage « démolé » est encore présent sur le terrain.

La géométrie d'un ouvrage « remplacé » ou « démonté » est conservée dans la base de données (même si elle ne sera pas affichée dans la couche des symbologies). **Un ouvrage de remplacement doit donc toujours être ajouté avec une nouvelle géométrie.**

Remarque : Il est important de supprimer le code d'un ouvrage remplacé, et de le réattribuer à l'ouvrage de remplacement. Dans le cas d'un ouvrage démonté, il est important de supprimer son code.

### 6.2 Fournisseur / type d'ouvrage

Chaque fois que cette information est connue, et en tous les cas pour les ouvrages nouvellement saisis, indiquer précisément le type (ou modèle) spécifique de l'ouvrage, par exemple: FATZER Type Sifa SK-470 (contre simplement « Fatzer » jusqu'ici). Ces types sont définis dans la liste déroulante "Fournisseur". Si le type de l'ouvrage n'existe pas dans le menu déroulant, il faut contacter le SFCEP.

Remarque : Pour un ouvrage de type « Vire-vent », « Toit-buse » ou « Paroi à vent », l'attribut « Fournisseur » doit être « \_Indéterminé ».

### 6.3 Laves torrentielles

Les ouvrages réalisés en relation avec des laves torrentielles sont à intégrer sous le processus principal «Eau».

### 1. DONNÉES DU CONTRÔLE

Mesure de protection :	
Unité d'inspection :	
Date du relevé :	
Nom du contrôleur :	

### 3. EVALUATION DE LA FIABILITÉ DE LA MESURE

<input type="checkbox"/> <b>élevée</b> : aucun ou seulement petits défauts / dégâts à signaler
<input type="checkbox"/> <b>limitée</b> : quelques défauts / dégâts ; mais mesure de protection intacte, pas de menace d'une défaillance fonctionnelle
<input type="checkbox"/> <b>faible</b> : graves défauts / dégâts ; mesure de protection compromise, une défaillance fonctionnelle est possible ou a déjà eu lieu
<input type="checkbox"/> <b>Indication pour un examen général</b> dans l'hypothèse où le danger pour lequel la mesure a été dimensionnée a changé

### 2. INSPECTION DES OUVRAGES

Relevé et évaluation de l'état de tous les ouvrages qui ne remplissent pas les critères « très bon » ou « bon » au moment de l'inspection. \*

Ouvrage n°	D	Dégâts / Causes / Remarques	Estimation des coûts (si possible)	Photos	Etat de l'ouvrage*
	M	Proposition de mesures			
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				

## Formulaire d'inspection des ouvrages

Ouvrage n°	D	Dégâts / Causes / Remarques		Photos	Etat de l'ouvrage*
	M	Proposition de mesures	Estimation des coûts (si possible)		
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				
	D			<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui n°:	<input type="checkbox"/> suffisant <input type="checkbox"/> mauvais <input type="checkbox"/> alarmant
	M				

\* Catégories d'état des ouvrages : très bon - bon – suffisant – mauvais – alarmant; description selon le manuel pour le contrôle des ouvrages de protection – registres 4-7 évaluation de l'état (grille par ouvrages paravalanches / ouvrages pare-pierres / stabilisation de pente / correction de torrent).

## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES PARAVALANCHES

Catégorie	Description	Caractéristiques-type de l'état	Nécessité d'intervention / degré d'urgence Mesures à prendre	Horizon de temps pour l'apparition de nouveaux dégâts	Exemples de dégâts
1	Très bon	Ouvrage neuf	<b>Pas d'intervention</b> Aucune mesure		
2	Bon	Etat neuf, premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	<b>Pas d'intervention</b> Aucune mesure		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premiers signes de vieillissement</li> <li>• Déformation, bosses des traverses</li> </ul>
3	Suffisant	Dommages mineurs et points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence faible</b> Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traverses pliées</li> <li>• Apparition de fissures dans les traverses</li> <li>• Erosion autour du socle de fondation &lt; 10-20 cm</li> <li>• Recouvrement du tablier par du matériel terreux / pierres &lt; 0.5 m</li> </ul>
4	Mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence moyenne</b> Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piliers légèrement pliés</li> <li>• Brides déplacées</li> <li>• Ancrages à micropieux enfoncés</li> <li>• Mise à nu des ancrages &gt;20-40 cm (encore intacts)</li> <li>• Recouvrement du tablier par du matériel terreux / pierres &gt; 0.5 m</li> </ul>
5	Alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	<b>Urgence élevée</b> Interventions de sécurisation d'urgence suivies par une remise en état ou une rénovation postérieure	< 1 an	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flambage latéral ou soulèvement des piliers</li> <li>• Montants cassés</li> <li>• Ancrages cassés, arrachés ou déterrés</li> <li>• Flambage des micropieux</li> <li>• Câbles arrachés</li> </ul>

## GÉNÉRALITÉS

La check-list suivante a été établie afin de faciliter l'inspection des claires métalliques, des filets paravalanches, des ouvrages temporaires, ainsi que des ouvrages à vent. Elle doit servir d'aide pour le contrôle visuel. Elle répertorie les dommages les plus fréquemment rencontrés sur des ouvrages de protection. Un œil exercé pourra reconnaître les déplacements, les déformations, les tassements et les dommages liés à la modification de la géométrie des ouvrages de protection.

## CLAIES MÉTALLIQUES (SUPERSTRUCTURE)

Traverses, barres	Dommages/ Observations	Mesures
	Déformation (bosses) des traverses	Aucune, observer
	Fléchissement (milieu de traverse, charnières)	Recourber, réparer
	Fissuration. L'eau ne s'écoule plus	Remplacer
	Causes: enneigement, glissement de neige, chute de pierres/blocs	
	Fixations des traverses défectueuses (étriers cassés, visses cassées, manquantes ou desserrées)	Remplacer
	Particulièrement délicat lors de changements de direction des traverses (disposition convexe)	
	Causes: pression de la neige, avalanches et chutes de pierres/blocs	
	Traverses/ traverses intermédiaires manquantes	Remplacer
	Causes: rafales de vent, tempête, choc d'une avalanche, chute de pierres/blocs, variation de température	
	Remblai du tablier avec des pierres, des blocs et du matériel terreux.	A partir d'env. 0.5 m de remblai, enlever les matériaux et stabiliser si nécessaire
	Délicat à partir d'une réduction de la hauteur effective d'env. 0.5 m	Identifier l'origine de l'instabilité du terrain et y remédier
	Causes: érosion ou glissement de terrain	

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Montants	Domages/ Observations	Mesures
	Torsion, basculement latéral du montant	Remplacer, quand le montant n'est plus sur le pilier
	Torsion des cornières. Dans l'âme du montant peuvent apparaître des fissures ou des déformations reconnaissables à une décoloration et des éclats de rouille.	Aucune, observer ou mise en place de montants renforcés
	Boulons cassés	Remplacer
	Causes: Enneigement, surcharge des montants	
	Boulons ou goupilles manquants	Remplacer
	Position des boulons	Contrôler
	Causes: Construction défailante, vibrations lors d'une tempête	
Piliers / Barres comprimées	Domages/ Observations	Mesures
	Torsion (reconnaisable lorsque l'on regarde une rangée de piliers depuis le côté) vers l'aval	Faire un relevé de la torsion
	Flambage vers l'aval	Rapport entre la torsion et la longueur du pilier:  < 0.2% de la longueur de fabrication -> pas de mesures  0.2 – 0.4% de la longueur de fabrication -> tourner le pilier de 180° et observer  > 0.4% de la longueur de fabrication -> Remplacement avec un pilier renforcé (par ex. pilier double)
	Causes: adhérence de la couverture neigeuse, surcharge	

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Piliers / Barres comprimées	Dommages/ Observations	Mesures
	Torsion de la pièce de raccord à l'ancrage	Renforcer le pied du pilier
	Fissuration du pied du pilier	Remplacer le pilier / les pièces endommagées
	Causes: adhérence de la couverture neigeuse, surcharge due au recouvrement neigeux	
	Boulons et vises manquants	Remplacer les boulons manquants
	Système de sécurité au soulèvement	
	Causes: construction défailante, vent, pression de la neige	

## RÂTELIERS ET CLAIES EN BOIS

Piliers/ Longrines/ Chevrons	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Pourriture (sur différents composants)</p> <hr/> <p>Causes: contact du bois avec le sol, végétation</p>	<p>Remplacement des différents composants, éventuellement, dans des cas extrêmes, renoncement à l'ouvrage ou remplacement de l'ouvrage tout entier</p>
	<p>Remblai de la construction avec des pierres</p> <hr/> <p>Chevrons endommagés</p> <hr/> <p>Causes: érosion, petits glissements et coulées de terre</p>	<p>Pas de mesures jusqu'à un remblai de max. 0.5m ou 2 traverses à partir du sol</p> <hr/> <p>Remplacer les chevrons</p>
	<p>Fissures dans les bois en général (différents composants)</p> <hr/> <p>Pourriture (sur différents composants)</p> <hr/> <p>Causes: Retrait et gonflement du bois, exposition au soleil, contact du bois avec le sol et la végétation, processus naturel de vieillissement du bois</p>	<p>Les fissures sont surtout problématiques sur les piliers. Ces derniers ne doivent pas se fendre en deux. Si nécessaire, consolider avec un feuillard en acier.</p> <hr/> <p>Remplacement des différents composants. Si justifié, remplacer l'ouvrage en entier.</p>
	<p>Affaissement du socle de fondation du pilier</p> <hr/> <p>Causes: Pression de la neige, mouvements de terrain</p>	<p>Renforcer les fondations</p>

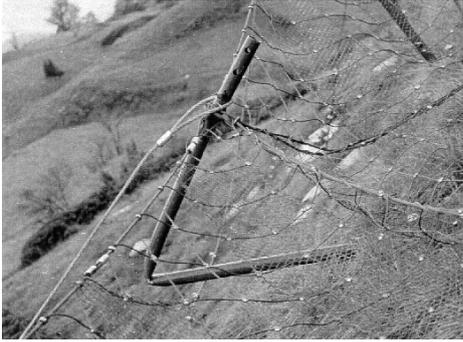
**Ouvrages paravalanches (processus avalanches) - Images de dommages**

Piliers/ Longrines/ Chevrons/ Traverses	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Rupture du tablier</p> <hr/> <p>Barres ou pièces intermédiaires manquantes</p> <hr/> <p>Causes: pression de la neige, impacts d'avalanche, chutes de pierre</p> <p>(Image: ouvrage intact)</p>	<p>Remplacer</p> <hr/> <p>Remplacer</p>
	<p>Attache défectueuse des traverses aux montants en acier</p> <hr/> <p>Causes: pression de la neige, impacts d'avalanche, chutes de pierre</p>	<p>Restaurer l'attache</p>
Piliers/ Longrines/ Chevrons/ Traverses	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Tassement du pilier, reconnaissable à la géométrie modifiée entre le pilier et le montant</p> <hr/> <p>Torsion, basculement latéral du montant</p> <hr/> <p>Différent selon le type de pilier, description détaillée → voir "fondations"</p> <hr/> <p>Causes: Mouvement de terrain, avalanches, chutes de pierres, surcharge</p>	<p>Réparer ou remplacer par des claies métalliques</p>

**FILETS PARAVALANCHES (SUPERSTRUCTURE)**

Filets et fixations	Dommages/ Observations	Mesures
	Du mou dans les câbles en bordure du filet, les câbles de renforcement latéraux, les câbles à mailles	Retendre Surveiller l'élongation
	Etat/ fixation du filet	Contrôler les ancrages et réparer la cause du dégât
	Causes: Un mou important peut être un signe de relâchement du hauban ou de l'ancrage	
	Cosses en bordure du filet tordues ou endommagées	Aucune, observer, év. ajuster ou remplacer les pièces défectueuses (cosses en 2 parties)
	Câbles avec boucles déplacées	Ajuster, contrôler
	Zones d'abrasion !!	
	Vérifier minutieusement l'état des câbles en bordure du filet, aux extrémités des cosses (friction)	Contrôle de la détérioration des câbles en bordure du filet
	Les anciens modèles sont plus sensibles, avec les brides en alu qui sautent	Remplacer par des serre-câbles
Causes: Fixation de câble à mailles insuffisante		

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Piliers	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Inclinaison</p> <p>Etat pilier (flambage)</p> <p>Etat échelons/tube d'acier</p> <p>Position, géométrie (torsion)</p> <p>Causes: surcharge du pilier. Torsion du pilier pour cause de charge asymétrique ou chute de pierres</p>	<p>Contrôle et éventuellement remplacer la pièce défectueuse</p>
	<p>Position du pied du pilier</p> <p>Contact avec l'amont du socle de fondation (en hiver, le pilier bascule vers l'amont!)</p> <p>Le pied du pilier n'est pas dans la cavité</p> <p>Encrassement ou pierres sur le pied du pilier (articulation bloquée)</p> <p>Basculement du socle de fondation</p> <p>Causes: suite à des vents tempétueux, le pilier peut être extrait de la cavité</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Remettre le pied du pilier dans la cavité</p> <p>Nettoyer la cavité</p> <p>Remplacer le socle de fondation ou ajuster la plaque de base</p>
Câble de hauban aval	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Tension inégale dans les haubans (pas trop tendus!) → lors d'une forte traction sur les câbles, les serre-câbles sont déplacés</p> <p>Position et efficacité des serre-câbles sur les câbles en acier</p> <p>Causes: quand le manteau neigeux est fortement lié, le hauban se déforme en direction de l'aval</p>	<p>Contrôle de la tension</p> <p>Retendre selon les prescriptions techniques /la notice de montage du fournisseur</p>
Câble de fixation amont	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Position et efficacité des serre-câbles sur les câbles en acier insuffisantes</p> <p>Etat du câble de fixation (zones d'abrasion, brisure dans le câble)</p> <p>Rapprochement des serre-câbles du câble</p> <p>Causes: surcharge due à la pression de la neige, chutes de pierres, etc.</p>	<p>Correction, remplacer les pièces défectueuses</p>

**VIRE-VENTS (SUPERSTRUCTURE)**

Planches	Dommmages/ Observations	Mesures
	Planches arrachées, cassées  Causes: vent et pression de la neige	Remplacer et év. renforcer avec des lattes sur le montant central
Montant central	Dommmages/ Observations	Mesures
	Montant central tordu, ou cassé si en bois  Causes: vent et pression de la neige	Ajuster et renforcer, ou remplacer
Montant central	Dommmages/ Observations	Mesures
	Vissage lâche entre les planches et le montant central  Causes: vibrations dues au vent. Travail de l'acier dû aux variations de températures	Resserrer les vis

**BARRIÈRES À VENT (SUPERSTRUCTURE)**

Piliers	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Piliers ou partie d'ouvrage inclinés</p> <hr/> <p>Causes: forte rafales ou pression de la neige</p> <p>(image: ouvrage intact)</p>	<p>Ajuster les piliers. Si nécessaire, renforcer avec des supports</p>
	<p>Vissage sur le pilier desserré ou manquant</p> <p>Etriers desserrés ou manquants au niveau de la jonction des planches</p> <hr/> <p>Causes: vibrations dues au vent. Travail de l'acier dû aux variations chaud/ froid</p> <p>(image: ouvrage intact)</p>	<p>Resserrer ou remplacer les vis</p>
	<p>Vis desserrées ou manquantes sur la béquille ou le pilier</p> <hr/> <p>Causes: vibrations dues au vent. Travail de l'acier dû aux variations chaud/ froid</p> <p>(image: ouvrage intact)</p>	<p>Resserrer ou remplacer les vis</p>

## TOITS-BUSES

Platelage	Domages/ Observations	Mesures
	Planches manquantes	Remplacer les planches
	Vis lâches	Resserrer les vis
	Causes: vissage ne fonctionne plus. Sorti de l'ancrage à cause de la pourriture et du vent. Vibrations dues au vent. (image: ouvrage intact)	
Béquille	Domages/ Observations	Mesures
	La béquille entre le pilier et le toit est tordue ou cassée	Installer des béquilles plus solides
	Causes: trop forte pression de la neige sur le toit	
	Béquille arrachée à l'endroit de la soudure	Fixer à nouveau la béquille et la consolider
	Causes: trop forte pression de la neige sur le toit. Fortes rafales, défaut de construction	

## FONDACTIONS CLAIRES MÉTALLIQUES, FILETS PARAVALENCES ET OUVRAGES À VENT

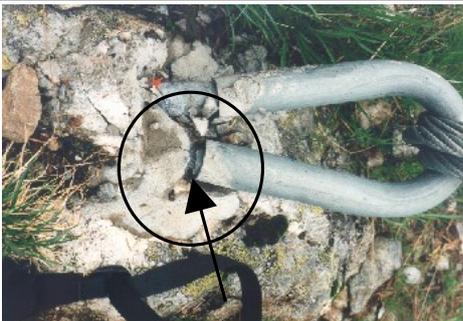
Plaques de base	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Mise à nu due à une forte érosion</p> <p>Recouvrement insuffisant</p> <p>Bord avant de la plaque de base - OK si terrain compact : évolution critique possible surtout dans les terrains meubles</p> <p>Causes: érosion, surcharge</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Rallongement du pilier en présence de terrain plat et d'une faible érosion (Plaque de base min. 50 cm sous le niveau du sol)</p> <p>Faire un socle en béton (50 cm sous le niveau du sol), avec ancrage (terrain en pente, érosion forte)</p>
	<p>Tassement</p> <p>Déplacement vers l'aval</p> <p>Tension des câbles de fixation amont de la plaque de compression du pilier</p> <p>Basculement latéral</p> <p>Faire attention à un appui symétrique</p> <p>Torsion d'éléments de la plaque</p> <p>Causes: sol mouillé, charge inégale (roche meuble), reptation du versant</p> <p>(image: ouvrage intact)</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Retendre, réajuster;</p> <p>Drainer;</p> <p>Équilibrer l'appui ou renforcer par ex. avec une fondation en béton</p>
Micropieu	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Tassement du micropieu</p> <p>Reconnaisable au changement de géométrie (de l'angle pilier-montant ou pour les ouvrages avec barre comprimée angle ancrage-montant: 15°-&gt; env. 0°)</p>	<p>Aucune, observer, év. remplacer le micropieu</p> <p>Installer un socle en béton armé, complété avec un micropieu à l'aval</p> <p>Stabilisation du sol (par ex. génie biologique)</p> <p>Vérifier la géométrie de l'ouvrage selon fournisseur de système</p>
	<p>Lors d'un tassement dans l'axe, moins problématique sur le court terme</p> <p>Causes: profondeur de forage trop petite, surcharge</p>	

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Micropieu	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Flambage latéral / déformation du micropieu</p> <p>Sensible surtout pour les filets paravalanches.</p> <p>Pour les claies métalliques, la poussée latérale est rarement problématique</p> <p>Causes: Mouvements de terrain, surcharge</p>	<p>Remplacer la fondation / le tirant / le micropieu</p> <p>Installer un socle en béton armé; év. un ancrage supplémentaire</p> <p>Stabilisation du sol</p>
	<p>Mise à nu du micropieu</p> <p>Saillie (tête de pieu-sol)</p> <p>Critique à partir d'une saillie d'env. 10-20 cm, si pas d'ancrage supplémentaire ou si présence de matériaux meubles</p> <p>Avec tirant supplémentaire et tube: critique à partir d'une saillie d'env. 30-40 cm</p> <p>Causes: érosion, mouvements de terrain</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Lors d'une saillie de 10-20 cm (sans tube de stabilisation) ou de 30-40 cm (avec tube de stabilisation) : tenter une remise en état avec un socle en béton armé</p> <p>Stabilisation du sol (par ex. technique végétale)</p>
	<p>Mise à nu / excavation par forte érosion du sol &gt;20 cm</p> <p>Basculement, stabilité</p> <p>Lors de mise à nu complète, le socle de fondation peut être poussé de côté</p> <p>Surtout lors d'un ancrage insuffisant dans le sous-sol (pas de micropieu ou de tirant)</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Consolider le socle en béton</p> <p>Remplacer le socle en béton</p> <p>Stabilisation du sol (par ex. technique végétale)</p>
	<p>Flambage du micropieu vers l'aval</p> <p>Formation de fissures à l'arrière du pieu. Très sensible surtout chez les ouvrages plus anciens où le pilier repose sur un micropieu sans ancrage supplémentaire</p> <p>Processus irréversible et progressif, l'ouvrage s'effondre</p> <p>Reconnaisable à la position oblique (angle pilier-axe du pieu) et aux fissures dans le sol</p> <p>Causes: surcharge, défaut de construction</p>	<p>Remplacer la fondation / le tirant / le micropieu (le point d'articulation sur la position selon plan)</p> <p>Installer un socle en béton armé avec un ancrage de stabilisation</p> <p>Stabilisation du sol</p>

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Barres d'ancrage	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Barre d'ancrage cassée</p> <p>Barre d'ancrage déformée, tordue</p> <p>Fixations: vis desserrées</p> <p>Saillie tête de pieu</p> <hr/> <p>Causes: défaut du matériel ou dans le montage, vibrations dues au vent, mouvements de terrain, surcharge due à la pression de la neige, avalanche ou chute de pierres</p>	<p>Remplacer les pièces défectueuses; év. renforcer certaines pièces</p> <p>Identifier l'origine des dégâts et y remédier (par ex. chutes de pierres, érosion, montage)</p> <p>Contrôler le montage</p>
	<p>Ancrage arraché du sol avec carotte de mortier</p> <p>Ancrage arraché du sol sans carotte de mortier</p> <p>Contrôle de la carotte de mortier en l'excavant</p> <p>Reconnaisable au changement de géométrie (angle pilier-pieu, pilier-montant, ancrage-montant)</p> <hr/> <p>Causes: longueur d'ancrage insuffisante (protocole de forage!), injection de mortier insuffisante, surcharge</p>	<p>Contrôler le protocole de forage et la carotte de mortier (mortier, longueur de l'ancrage)</p> <p>Remplacer les ancrages, év. des ancrages plus longs ou plus solides</p>
	<p>Saillie tête d'ancrage-sol</p> <p>Mise à nu de l'ancrage</p> <p>Carotte de mortier arrachée / détruite</p> <p>Saillie &gt;20 cm critique, comme l'ancrage est également sollicité en torsion</p> <hr/> <p>Causes: érosion, mouvements de terrain</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Lors de saillie &gt; 20 cm (sans tube de stabilisation) ou &gt; 40 cm (avec tube de stabilisation) : tenter une remise en état avec un socle en béton armé</p> <p>Stabilisation du sol (par ex. technique végétale)</p>
	<p>Fissures dans la plaque de base</p> <hr/> <p>Causes: surcharge, défaut du matériel</p>	<p>Vérifier le montage / la géométrie</p> <p>Remplacer la plaque de base</p>

Tirant à câble	Dommages/ Observations	Mesures
	Position modifiée de la tête du tirant à câble	Vérifier le montage / la géométrie
	Géométrie du filet modifiée	
	Tirant à câble lâche, enfoncé	Consolidation avec socle en béton armé
	Tirant à câble extrait du sol	Remplacer l'ancrage, év. un ancrage plus long ou plus solide
	Sensible dans les terrains meubles	
	Causes: surcharge, défaut de montage	
	Tube de protection contre la corrosion fissuré, déformé	Aucune, observer
	Fissures dans le mortier	Vérifier le montage / la géométrie
	Rouille / Corrosion du câble d'acier	Consolidation avec socle en béton armé
	Déformation boucle	
	Le tube de protection contre la corrosion peut être déformé ou arraché par une forte charge de traction	Remplacer l'ancrage, év. un ancrage plus long ou plus solide
Causes: surcharge, défaut de montage		
Socle de fondation en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	Fissures	Aucune, observer
	Éclats	Vérifier le terrain
	Effritement	Consolidation du socle en béton
Causes: mouvements de terrain, altération naturelle		Remplacer le socle en béton
	Mise à nu par faible érosion du sol <20cm	Aucune, observer
	Basculement	Consolider le socle en béton
	Suite à un étayage inégal, le socle de fondation peut basculer vers l'aval	Stabilisation du sol (par ex. technique végétale)
	Causes: mouvements du sol, érosion	

**Ouvrages paravalanches (processus avalanches) - Images de dommages**

---



Socle de fondation en béton basculé,  
poussé de côté

Remplacer le socle en  
béton

Stabilisation du sol (par  
ex. technique végétale)

---

Causes: érosion du sol, adhérence insuffi-  
sante avec le sous-sol, trop petites dimen-  
sions, charge décentrée

## SYSTÈMES DE DÉTONATION POUR LE DÉCLENCEMENT ARTIFICIEL DES AVALANCHES

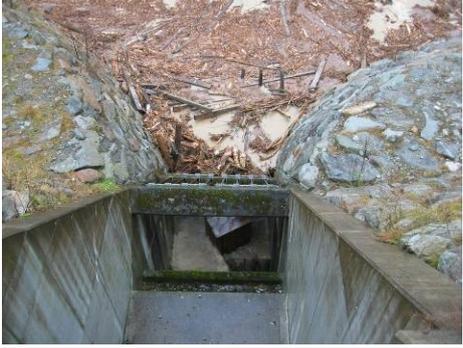
Mâts de déclenchement	Domages/ Observations	Mesures
	Fissures ou érosion sur le socle de fondation	Observer
	Vissage de la plaque de base lâche ou fissures	Resserrer les vis
	Géométrie modifiée ou mât endommagé à cause d'événements de chutes de pierres	Remettre en état les socles de fondation endommagés
	Fissures sur le socle de fondation du tube explodeur ou sur les fondations d'ancrage	Réparer les fondations endommagées
	Domages sur les conduites	Remplacer
	Causes: mouvements de terrain, chutes de pierres et de blocs, altération atmosphérique	

## DIGUES PARAVALANCHES (DIGUE DE DÉVIATION ET D'ARRÊT)

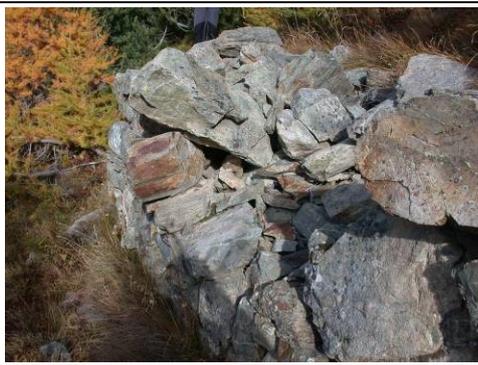
La check-list suivante a été établie pour le contrôle des digues paravalanches et doit servir d'aide lors du contrôle visuel. Elle comprend les dommages les plus fréquents. Les points de contrôle sont également valides les dépotoirs et les digues pare-pierres.

Ouvrage en zone d'arrêt	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Diminution de la hauteur efficace</p> <p>Accumulation de matériaux (coulée de boue ou chute de pierres) dans la zone d'arrêt</p> 	<p>Vider aussitôt que la hauteur efficace selon projet se trouve diminuée de manière significative</p>
Digue paravalanche	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Enracinement dans le mur de la digue</p> 	<p>Extraction précoce des arbres enracinés</p>
	<p>Boisement du bassin de rétention (digue d'arrêt)</p>	<p>Si risque d'obstruction, alors enlever les arbres du bassin de rétention</p>
	<p>Érosion sur la couronne de la digue</p>	<p>Installer un filet couvrant</p> <p>Végétalisation</p> <p>Év. installer un caisson en bois</p>

**Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages**

Construction de digue	Dommages/ Observations	Mesures
	Bois dans le lit  Reboisement du cours supérieur du torrent	Débitier le bois dans le lit  Si risque d'obstruction, alors enlever les arbres du cours du torrent
	Déformation du mur de la digue  Causes: mouvements de terrain, instabilité du mur, profondeur hors-gel insuffisante	Observer  Relever la topographie du terrain et du mur  Remise en état, améliorer les fondations
<i>Pas d'image disponible</i>	Engorgements du terrain Conduites de drainage défectueuses ou manquantes Contrôles périodiques	Dégorgement (fût à pression, hydrocuveuse)  Lors de suspicion de défauts: caméra de canalisation  Remise en état

**MURS EN PIERRES SÈCHES**

Structure du mur	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Déformation du mur Débordement de parties du mur</p> <hr/> <p>Causes: mouvements de terrain, instabilité du mur, mauvaise structure du mur, pression de la neige</p>	<p>Remise en état avec injection de mortier, à la rigueur clouage</p>
	<p>Couronne du mur déplacée, pierres isolées manquantes</p> <hr/> <p>Causes: mouvements du mur, pression de la neige, chutes de pierres</p>	<p>Remise en état</p>
	<p>Effondrement du mur</p> <hr/> <p>Causes: mouvements de terrain, chutes de pierres</p>	<p>Si le mur est nécessaire: reconstruction, év. avec injection de mortier</p>

Structure du mur	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Enracinement dans le corps du mur</p> <hr/> <p>Causes: semis naturel, croissance</p>	<p>Enlever les arbres et les buissons déjà dans leur jeune âge</p>
	<p>Processus d'érosion à l'arrière du mur</p> <hr/> <p>Causes: matériaux de remblai inadéquats, fortes précipitations, le mur a basculé vers l'avant</p>	<p>Remblayer avec des matériaux adéquats. Eventuellement ajouter du mortier, consolider pour éviter le basculement</p>
	<p>Affaiblissement des fondations du mur</p> <hr/> <p>Causes: mouvements de terrain, fondations insuffisantes</p>	<p>Si le mur est nécessaire: compléter les fondations avec un buton en béton, injection de mortier, à la rigueur construction à neuf</p>

**ANNEXE:**

Check-list – Évaluation des dégâts

## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES PARE-PIERRES (PROCESSUS DE CHUTE)

Catégorie	Description	Caractéristiques-type de l'état	Nécessité d'intervention / degré d'urgence Mesures à prendre	Horizon de temps pour l'apparition de dégâts consécutifs	Exemples de dégâts
1	Très bon	Ouvrage neuf	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		
2	Bon	Etat neuf, premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premiers signes de vieillissement naturel du matériau</li> </ul>
3	Suffisant	Dommages mineurs et légers points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence faible</b> Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piliers légèrement pliés (courbure &lt; 15°)</li> <li>• Erosion autour du socle de fondation &lt; 10-20 cm</li> </ul>
4	Mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence moyenne</b> Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piliers pliés (courbure &gt; 15°)</li> <li>• Haubans et câble de retenue non tendus</li> <li>• Brides déplacées</li> <li>• Encrages à micropieux enfoncés</li> <li>• Mise à nu des ancrages &gt; 20-40 cm (encore intacts)</li> </ul>
5	Alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	<b>Urgence élevée</b> Interventions de sécurisation d'urgence avec une remise en état ou une rénovation postérieure	Prochain évènement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flambage latéral ou soulèvement des piliers</li> <li>• Eléments de freinage ayant subi une contrainte</li> <li>• Ancrages cassés, arrachés ou déterrés</li> <li>• Flambage des micropieux</li> <li>• Câbles rompus</li> </ul>

## GÉNÉRALITÉS

Les images de dommages ont été établies pour l'inspection des ouvrages de type pare-pierres. Ils servent d'aide pour le contrôle visuel. Les images répertorient les dommages les plus fréquemment rencontrés sur des ouvrages de protection. Un œil exercé pourra reconnaître les déplacements, les déformations, les tassements et les dommages liés à la modification de la géométrie des ouvrages. Des indications importantes peuvent également être trouvées dans les manuels d'entretien des fournisseurs de systèmes.

## FILETS PARE-PIERRES (SUPERSTRUCTURE)

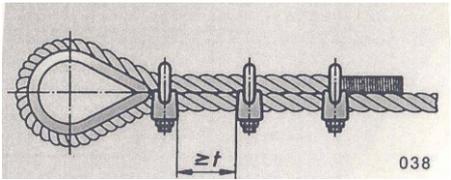
Filet	Dommages/ Observations	Mesures
	Beaucoup de mou dans le filet	Retendre
	Hauteur efficace réduite	Contrôler les câbles et les ancrages et réparer les dégâts
	Un mou trop important peut être un signe de relâchement ou de rupture des haubans / câbles de retenue	
	Câbles de retenue et haubans lâches	Retendre
		Contrôler l'ancrage
	Causes: mouvements de terrain, événements naturels	
	Pierres, troncs d'arbre et souches isolés dans les filets	Vider
	Remblai partiel ou complet des ouvrages	
	Causes: chutes de pierres, d'arbres, érosion, coulées de boue	
	Le treillis est endommagé	Réappliquer le treillis sur toute la surface du filet. Boucher les trous.
		Remplacer le treillis
	Causes: Chutes de pierres	

## Ouvrages pare-pierres (processus de chute) – Images de dommages

Filet	Dommages/ Observations	Mesures
	Filet fortement endommagé	Vérifier si les câbles du filet sont endommagés. Remplacer les serre-fils ou év. changer le filet
	Treillis fortement endommagé	Réappliquer le treillis sur toute la surface du filet.  Chaque zone endommagée doit être réparée
Causes: chutes de pierres et d'arbres		
	Déformation des anneaux	Remplacer le filet
	Anneaux écrasés ou fortement déformés  Fissures dans les anneaux	
Causes: chutes de pierres et d'arbres, remblai		
	Trous dans le treillis diagonal / filet de câbles	Remplacer les serre-fils manquants, le cas échéant utiliser des serre-câbles (suivre les indications du fournisseur ; voir aussi plus haut)
	Serre-fils manquants dans le filet de câble à mailles diagonales	
Causes: Chutes de pierres ou remblai du filet		
	Câble porteur inférieur lâche	Retendre  Contrôler les serre-câbles
	Causes: chutes de pierres et d'arbres, pression de la neige, serre-câbles desserrés	Si petite ouverture, installer un treillis diagonal. Si ouvertures plus importantes (>0.5m) pour cause d'érosion, installer un filet (bavette) sur mesure

**Ouvrages pare-pierres (processus de chute) – Images de dommages**

Piliers	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Inclinaison du pilier</p> <hr/> <p>Position, géométrie</p> <hr/> <p>Causes: événement de chute de pierres ou remplissage du filet, également dans d'autres parties de l'ouvrage</p>	<p>Retendre</p> <hr/> <p>Contrôler les câbles et les ancrages et réparer les dégâts</p> <hr/> <p>Voir aussi le manuel d'entretien du fournisseur</p>
	<p>Choc sur le pilier</p> <hr/> <p>Le pilier est endommagé</p> <hr/> <p>Causes: événement de chute de pierres ou d'arbres</p>	<p>Remplacer les parties endommagées</p> <hr/> <p>Remplacer le pilier</p> <hr/> <p>Echanger le pilier si celui-ci est plié de plus de 15°</p>
		
	<p>Fissure sur pilier tubulaire avec rouille</p> <hr/> <p>Causes: mauvaise soudure</p>	<p>Découper et refaire la soudure sur place</p> <hr/> <p>Remplacer le pilier</p>

Câbles / éléments de freinage	Dommages/ Observations	Mesures
	Tension identique des haubans (pas trop tendus !)	Contrôle de la tension  Retendre selon les prescriptions techniques /la notice de montage du fournisseur
	Etat du hauban  Lors de fort tirage sur le câble, les serre-câbles peuvent être déplacées	Contrôler les câbles
	Position et efficacité des serre-câbles	Refixer correctement les serre-câbles
	Serre-câbles mal fixées ou pas suffisamment serrées	Vérifier le couple de serrage selon les indications du fournisseur de système (avec clé de serrage dynamométrique)
	Causes: surcharge due à des chutes de pierres, remplissage ou év. pression de la neige	
	Schéma: serre-câbles correctement montés (voir « couples de serrage », registre 9)	
	Câbles endommagés  Câbles écrasés ou sectionnés  Câbles pliés  Brins cassés	Changer le câble / la partie du câble si >10% de la section est touchée et/ou si constat d'une flexion nette sur le câble et/ou si un ou plusieurs brins sont cassés
	Causes: surcharge, coup sur le câble, corrosion	
	Anneaux de freinage des câbles de retenue sollicités	Remplacer l'élément de freinage  Év. remplacer le câble, retendre
	Anneaux de freinage des câbles porteurs sollicités	Changer l'anneau de freinage si extension >50% (env. 40cm)  Év. remplacer le câble  Retendre la rangée d'ouvrage  Changer l'anneau de freinage si extension >50% (env. 40cm)
	Causes: événement de chute de pierres et/ou d'arbres	

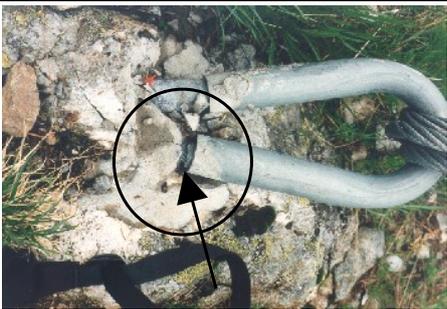
Câbles / éléments de freinage	Dommages/ Observations	Mesures
	<p data-bbox="667 255 1106 315">Elément de freinage sollicité (à droite) et non sollicité (à gauche)</p> <hr data-bbox="660 528 1106 533"/> <p data-bbox="667 548 1106 609">Causes: événement de chute de pierres et/ou d'arbres</p>	<p data-bbox="1145 255 1410 342">Contrôler les dégâts sur le câble et l'élément de freinage</p> <p data-bbox="1145 360 1410 528">Les éléments de freinage sollicités doivent être remplacés à partir d'un raccourcissement d'env.50% de la boucle de freinage</p>

## FONDATION FILETS PARE-PIERRES

Plaque de base et socle en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Plaque de base fissurée</p> <p>Causes: charge latérale trop importante due à des événements de chute de pierres ou d'arbres</p>	<p>Changer la plaque de base</p> <p>Ne pas fixer les câbles porteurs à des piliers situés sur les bords, mais les attacher à un ancrage latéral séparé</p> <p>Contrôler les haubans latéraux / améliorer</p>
	<p>Fixation pilier – plaque de base cassée</p> <p>Causes: événement de chute de pierres et/ou d'arbres</p>	<p>Changer la fixation</p> <p>Changer la pièce intermédiaire si celle-ci est tordue de plus de 15°</p>
	<p>Parties de la plaque de base endommagées</p> <p>Causes: Evénement de chute de pierres</p>	<p>Changer les pièces endommagées</p>
	<p>Plaque de base déformée</p> <p>Déplacements</p> <p>Basculement latéral</p> <p>Appui inégal de la plaque de base</p> <p>Causes: événement de chute de pierres, év. mouvements de terrain</p>	<p>Changer la plaque de base sur une nouvelle surface d'appui</p> <p>Evaluation des dégâts sur les ancrages</p>

## Ouvrages pare-pierres (processus de chute) – Images de dommages

Plaques de base et socle en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	Fissures dans la plaque de base Soudures endommagées	Remplacer la plaque de base
	Causes: événements de chute de pierres, défaut du matériel	
	Fondation en béton endommagée Fissures Eclats de béton Effritement	Aucune, observer Vérifier le terrain Consolidation du socle en béton Remplacer le socle en béton
	Causes: vieillissement, dessèchement, retrait, gel, mouvements de terrain ainsi que chutes de pierres, qualité du béton, armature	
Plaques de base et socle en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	Mise à nue à cause d'une forte érosion Bord avant de la plaque de base OK si terrain compact ; évolution critique surtout possible dans des terrains meubles	Installer un socle en béton Evaluer les dégâts sur les ancrages Réajuster la rangée d'ouvrages, retendre
	Causes: surcharge, érosion	
Barres d'ancrage	Dommages/ Observations	Mesures
	Barre d'ancrage cassée Barre d'ancrage déformée, tordue	Remplacer, év. consolider l'ancrage ou les parties défectueuses, contrôler le montage Changer l'ancrage si celui-ci a été extrait du sol >3cm et/ou la pointe a été tordue >15° et/ou des fissures sont visibles
	Causes: angle trop important entre l'ancrage et la direction du câble, défaut de matériel, chutes de pierres	

Tirant à câble	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Ancrage déterré, avec carotte de mortier</p> <p>Ancrage déterré, sans carotte de mortier</p> <p>Déterrer la carotte de mortier pour contrôle</p> <hr/> <p>Causes: longueur insuffisante de l'ancrage, injection insuffisante de mortier et surcharge</p>	<p>Protocoles de forage et contrôle de la carotte de mortier (mortier / longueur de l'ancrage)</p> <p>Remplacer l'ancrage (plus long / plus solide)</p>
	<p>Position de la tête du tirant à câble</p> <p>Géométrie du filet modifiée</p> <p>Tirant à câble avec du mou, enfoncé</p> <p>Tirant à câble extrait du sol</p> <p>Délicat dans des sols meubles</p> <hr/> <p>Causes: surcharge, défaut de montage</p>	<p>Vérifier le montage / la géométrie</p> <p>Consolidation avec socle en béton</p> <p>Remplacer l'ancrage et améliorer la répartition des forces</p>
	<p>Fissuration, déformation du tube de protection contre la corrosion</p> <p>Fissures dans le mortier</p> <p>Rouille/corrosion du câble d'acier</p> <p>Déformation de la boucle</p> <p>Le tube de protection contre la corrosion peut être déformé ou abîmé par une tension trop forte</p> <hr/> <p>Causes: surcharge, défaut de montage</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Vérifier le montage / la géométrie</p> <p>Consolidation avec socle en béton</p> <p>Remplacer l'ancrage, év. un ancrage plus long, plus solide</p>
	<p>Tirant à câble partiellement extrait du sol avec ou sans carotte de mortier</p> <hr/> <p>Causes: longueur insuffisante de l'ancrage, injection insuffisante de mortier et surcharge</p>	<p>Protocoles de forage et contrôle de la carotte de mortier (mortier / longueur de l'ancrage)</p> <p>Remplacer l'ancrage (plus long / plus solide)</p> <p>Changer l'ancrage si celui-ci est extrait &gt;3cm du sol</p>

**PALISSADES (BOIS ET ACIER)**

Traverses acier / Planches d'amortissement	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Remblai du barrage</p> <hr/> <p>Causes: érosion, chute de pierres</p>	<p>Déposer les matériaux sur les côtés, les mettre dans des gabions ou les évacuer par hélicoptère</p> <p>Evacuer les matériaux à partir d'une réduction de 1/3 de la hauteur efficace</p>
	<p>Traverses et planches d'amortissement cassées</p> <hr/> <p>Causes: chute de pierres et d'arbres</p>	<p>Remplacer les traverses défectueuses ; si pas disponible, év. consolider avec des planches d'amortissement</p>
	<p>Planches d'amortissement manquantes</p> <hr/> <p>Causes: dégâts causés par des événements naturels, désagrégation naturelle</p>	<p>Mettre des nouvelles planches d'amortissement</p> <p>Lors de trous de plus de 0.5 m il faut mettre des nouvelles planches d'amortissement</p>

**Ouvrages pare-pierres (processus de chute) – Images de dommages**

Ancrage/ fondations	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Câbles de retenue arrachés</p> <p>Causes: chute de pierres et d'arbres</p>	<p>Forer de nouveaux ancrages et retendre le barrage, év. redimensionner les haubans</p>
	<p>Ancrage cassé, basculé</p> <p>La position, la géométrie du pilier n'est plus correcte</p> <p>Causes: érosion, corrosion, surcharge, défauts de construction</p>	<p>Ancrer à nouveau le pilier à l'amont</p> <p>Démonter le barrage et installer de nouvelles fondations</p> <p>Les fondations cassées sont à remplacer</p> <p>Remettre en état une fondation qui a basculé de 10° ou plus</p>
	<p>Fissures dans le socle de fondation en béton</p> <p>Causes: armature insuffisante, défauts de construction, surcharge</p>	<p>Observer</p> <p>S'il y a instabilité, consolider ou remplacer le socle</p>

## FILETS COUVRANT

Filet	Domages/ Observations	Mesures
	Glissement sous le filet couvrant	Tendre le filet avec les ancrages Vérifier l'ancrage
	Érosion et coulées de matériaux meubles	En présence de matériaux meubles au grain fin, év. installer un treillis à mailles serrées afin d'éviter le ravinement
	Détérioration du réseau de clous	Ev. remplir les parties instables avec du béton projeté.
Causes: érosion, Mouvements de terrain, fondations insuffisantes, pentes trop importantes		
	Couverture sur rocher déchirée	Nettoyer la zone éboulée Ev. installer un filet plus stable avec un ancrage plus solidement dimensionné. Réparer les petites déchirures avec câble et/ou des serre-câbles
	Détérioration du réseau de clous	Vérifier l'ancrage
	Causes: chute de pierres/blocs ou d'arbres	

**Remarque:** Dans la check-list « paravalanches » (paragraphe digues) se trouvent des indications détaillées sur les digues (chutes de pierres et avalanches).

### ANNEXE :

Check-list – Evaluation des dégâts

## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES DE STABILISATION DE PENTES

Catégorie	Description	Caractéristiques-type de l'état	Nécessité d'intervention / degré d'urgence Mesures à prendre	Horizon de temps pour l'apparition de dégâts consécutifs	Exemples de dégâts
1	Très bon	Ouvrage neuf	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		
2	Bon	Etat neuf, premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premiers signes de vieillissement naturel du matériau</li> </ul>
3	Suffisant	Dommages mineurs et légers points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence faible</b> Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petits dommages dû à l'érosion</li> </ul>
4	Mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence moyenne</b> Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petits glissements de terrain</li> <li>• Formation de grosses gonfles dans le filet couvrant suite à l'érosion de matériel</li> <li>• Fondations murales apparentes/construction en bois</li> </ul>
5	Alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	<b>Urgence élevée</b> Interventions de sécurisation d'urgence avec une remise en état ou une rénovation postérieure	Prochain évènement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissements de terrains sur une grande surface</li> <li>• Fissures dans le filet couvrant</li> <li>• Système de drainage obstrué ou discontinu/cassé</li> </ul>

## GÉNÉRALITÉS

Les images de dommages ont été établies pour l'inspection des ouvrages de stabilisation de pentes. Ils répertorient les dommages les plus fréquemment rencontrés sur des ouvrages de stabilisation. Vous trouverez des indications détaillées concernant le domaine du drainage dans la check-list « chemins forestiers » ; respectivement des indications concernant les digues dans la check-list « ouvrages paravalanches ».

## STABILISATION DE PENTE

Armature en bois	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Affaissement partiel ou entier de l'ouvrage (caissons en bois, armature, gabions)</p> <p>Causes: pression du sol, glissements</p>	<p>Evaluer si un assainissement est nécessaire (juger l'aptitude au service et la résistance)</p>
Caissons en bois	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Fissures, dommages, déplacements sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les nœuds</li> <li>- Les longrines</li> <li>- La liaison au terrain</li> </ul> <p>Causes: Mouvements de terrain, instabilités internes à la construction</p>	<p>Observer (év. avec un concept de mesures)</p> <p>Lors de déplacements importants (&gt;50cm), fissures ou dommages, envisager la construction d'un nouvel ouvrage</p>
	<p>Attaque fongique du bois, lessivage, érosion, petits glissements</p> <p>Causes: âge, système de drainage, mouvements de terrain</p>	<p>Pas de problème lors d'attaque fongique superficielle</p> <p>Si la capacité de charge et l'efficacité de l'ouvrage sont menacés, considérer la construction d'un nouvel ouvrage. Pour l'évaluation, possibilité d'effectuer des mesures de résistance et des carottes de sondage.</p>

**Ouvrages de stabilisation de pente (processus de glissement) – Images de dommages**

Caissons en bois	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Lessivage du matériel meuble Mise à nu du caisson, avec parties pourries</p> <p>Causes: pied de talus manquant, utilisation de matériaux de remblai inadéquats, végétalisation insuffisante</p>	<p>Observer</p> <p>Év. remplir le caisson de bois de remplissage et de matériaux au grain grossier.</p> <p>Év. stabiliser avec des mesures d'ingénierie biologique (végétalisation)</p>
Gabions	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Érosion des fondations</p> <p>Domages au gabion</p> <p>Recouvrement végétal et pénétration des racines</p>	<p>Observer, le cas échéant stabiliser les fondations</p> <p>Réparer les dommages avec des câbles, sinon remplacer le gabion</p> <p>Débroussailler périodiquement le gabion</p>
	<p>Boursoufflement/ compression à cause de déplacements dans le talus</p> <p>Décomposition des traverses en bois si écoulement d'eau périodique (pour autant qu'il s'agisse de bois rond)</p> <p>Causes: érosion, mouvements de terrain, processus de vieillissement</p>	<p>Observer, le cas échéant drainer</p> <p>Remplacer les traverses</p>

**MESURES D'INGÉNIERIE BIOLIGIQUE**

Technique végétale	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Les plants ne poussent pas ou mal</p> <p>Causes: sécheresse extrême, sols pauvres en éléments nutritifs</p>	<p>Arroser</p> <p>Fertiliser</p> <p>Replanter les plants ou ressemer</p> <p>Tailler les plants</p>

Technique végétale	Domages/ Observations	Mesures
	<p>Domages dus à l'érosion</p> <p>Causes: fortes précipitations, fonte des neiges, parties trop pentues</p>	<p>Remise en état de la zone de rupture et des parties pentues</p> <p>Améliorer la technique végétale, év. combiner avec une latte transversale (en cas extrême, filet ou natte de protection contre l'érosion)</p> <p>Év. réduire la pente avec un ouvrage de soutènement</p>
	<p>Domages dus aux animaux (pas et morsures de bêtes)</p> <p>Causes: clôture manquante ou endommagée</p>	<p>Construire une clôture ou réparer</p> <p>Protection individuelle chimique ou mécanique</p>
	<p>Le peuplement (pâturages, aulne, etc.) a besoin de soins</p> <p>Causes: développement naturel de la végétation</p>	<p>Soins: éclaircie, réglage du mélange, recepage, selon le but.</p>
	<p>Influence de la neige</p> <p>Causes: pression de la neige par reptation et glissement</p>	<p>Pieux</p> <p>Trépieds</p> <p>Seuils</p>
<i>Pas d'image disponible</i>	<p>Chute de pierres/ blocs</p> <p>Causes: Action mécanique sur les plants</p>	<p>Enlever la lèvre d'érosion, resp. de chute de pierres. Protéger avec des caissons en bois ou de simples palissades</p>

Protection de la surface	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Érosion et drainage de matériaux meubles sous le filet couvrant</p> <p>Causes: Ecoulement d'eau, végétalisation insuffisante, structure du sol défavorable, pente trop forte</p>	<p>Vérifier la végétalisation</p> <p>Retendre les ancrages</p> <p>Év. ajouter un tissu à mailles serrées sous le filet de couverture</p> <p>Contrôler les conditions hydrologiques</p> <p>Contrôler le drainage</p> <p>Contrôler l'inclinaison de la pente</p> <p>Év. utiliser des système de couverture plus performants</p>

## DRAINAGE ET CONDUITES DE DRAINAGE

Matériel de drainage/ Fascine	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Le système de drainage ne fonctionne pas ou que partiellement</p> <p>Le matériel et les conduites de drainage, les puits, etc. sont remplis de matériaux ou sont partiellement endommagés</p> <p>Causes: événements, inondations</p>	<p>Assainir, réparer ou remplacer les parties endommagées</p>
Canaux en bois	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Les canaux en bois sont régulièrement recouverts par des dépôts (pas un événement unique)</p> <p>Causes: profil en travers du canal a été calculé trop petit</p>	<p>Remplacer les canaux par des systèmes plus grands</p>

**Ouvrages de stabilisation de pente (processus de glissement) – Images de dommages**

Canaux en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Recouvrement des canaux en béton par des dépôts</p> <p>Obstruction du lit</p> <p>Déplacement des surfaces d'appui suite à des déplacements du versant</p> <p>Causes: érosion, Mouvements de terrain</p> <p>(image: ouvrage intact)</p>	<p>Contrôler s'il y a obstruction du lit</p> <p>Corriger les déplacements</p>
Conduites	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Fissures dans les tuyaux</p> <p>Causes: âge, rayonnement-UV (lors de systèmes de surface), températures</p>	<p>Changer les tuyaux aussitôt que l'étanchéité n'est plus garantie</p>
	<p>Obstruction des bouches d'entrée / regards</p> <p>Causes: érosion, glissements, entretien insuffisant</p>	<p>Rinçage</p> <p>Év. installer un autre système de bouche d'entrée</p> <p>Év. installation à l'amont d'un collecteur de boues</p>

**Remarque:** Dans le domaine du drainage, voir aussi la check-list « chemins forestiers ». Concernant le domaine des digues, consultez aussi la check-list « paravalanches ».

**ANNEXE :**

Check-list – Evaluation des dégâts

## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES D'AMÉNAGEMENT DE TORRENTS

Catégorie	Description	Caractéristiques-type de l'état	Nécessité d'intervention / degré d'urgence Mesures à prendre	Horizon de temps pour l'apparition de dégâts consécutifs	Exemples de dégâts
1	Très bon	Ouvrage neuf	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		
2	Bon	Etat neuf, premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	<b>Pas de nécessité d'agir</b> Aucune mesure		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premiers signes de vieillissement naturel du matériau</li> </ul>
3	Suffisant	Dommages mineurs et légers points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence faible</b> Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petits dommages dû à l'érosion</li> <li>• Végétation (buissons / arbres)</li> </ul>
4	Mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	<b>Urgence moyenne</b> Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petits glissements de terrain</li> <li>• Pourrissement de la traverse supérieure (longrine) pour les seuils en bois</li> <li>• Protection contre l'affouillement érodée</li> </ul>
5	Alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	<b>Urgence élevée</b> Interventions de sécurisation d'urgence avec une remise en état ou une rénovation postérieure	Prochain évènement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corps du seuil : Basculement, retournement ou abaissement d'un seul côté du seuil, cisaillement des ailes, formation de fissures</li> <li>• Dépotoir rempli de matériel</li> <li>• Protection des berges localement fortement érodées ou étendu sur de plus grandes distances</li> </ul>

## GÉNÉRALITÉS

La check-list suivante a été établie afin de faciliter l'inspection des aménagements de cours d'eau. Elle répertorie les dommages les plus fréquemment rencontrés sur les aménagements de cours d'eau. Concernant les drainages ou assainissement, des informations complémentaires se trouvent dans les check-lists « chemins forestiers » et « ouvrages paravalanches ».

## DÉPOTOIR

Espace de rétention et ouvrage en zone d'arrêt	Domages/ Observations	Mesures
	Le dépotoir est rempli de matériel  Cause : orage	Evacuation du matériel
	Dégâts au mur du dépotoir  Causes: diverses	Evaluer si un assainissement est nécessaire
	Les traverses sont endommagées (mécanique ou pourriture)  Cause: transport de sédiments et/ou âge des éléments	Remplacer les parties endommagées
	Développement d'arbres ou d'arbustes  Cause: végétation naturelle	Evacuation de la végétation si risque d'occlusion en cas d'orage

**SEUIL**

Lit et berges	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Dépôts de sédiments tolérables uniquement si présence de barrages-seuils</p> <hr/> <p>Cause: bois ou glissements latéraux obstruent le lit</p>	<p>Evacuer l'occlusion, débiter les embâcles</p> <p>Créer une digue ou rehausser le seuil dans le secteur d'accumulation de sédiments</p>
	<p>Erosion</p> <hr/> <p>Cause: affouillement du fond du lit, dégâts à la section d'écoulement du seuil</p>	<p>Digue ou rehaussement du seuil</p> <p>Remise en état du seuil</p>
	<p>Glissement</p> <hr/> <p>Cause: affouillement du radier, dégâts à la section d'écoulement du seuil</p>	<p>Digue ou rehaussement du seuil</p> <p>Remise en état du seuil</p>
	<p>Bois flottants</p> <hr/> <p>Cause: Châblis, glissements en forêt, apport de bois par avalanche</p>	<p>Débiter les embâcles</p> <p>Faire exploser les souches</p> <p>Evacuation du bois</p> <p>Evacuer les arbres instables</p>

Seuil en bois	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Fondation du seuil évidée. Mauvaise liaison latérale ou bien remblais lessivés</p> <p>Basculement du seuil</p> <p>Cause: absence de protection contre l'affouillement ⇒ abaissement du fond du lit</p>	<p>Refaire ou remplir</p> <p>Remise en état ou recharge de la protection contre l'affouillement</p> <p>Recharge du seuil</p> <p>En cas de gros dégâts, construction d'un deuxième seuil à l'amont</p>
	<p>Bois endommagé par abrasion</p> <p>Cause: transport de sédiments</p>	<p>Changer les parties endommagées, évt. bétonner</p>
	<p>Décomposition des longrines supérieures, coloration foncée, présence de mousses, lichens, algues, gonflement, surface molle</p> <p>Cause: attaque fongique</p>	<p>Remplacer les longrines endommagées</p>
	<p>Fissures dans les jointures (ex. pinces)</p> <p>Cause: dimensionnement faible des jointures</p>	<p>Renforcement ou meilleures protection</p>

**Aménagement des torrents (processus eau) – Images de dommages**

Seuil en bois	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Flambage / refoulement du corps du seuil, cisaillement des ailes, basculement, rotation, déplacement et affaissement latéral du seuil</p> <p>.....</p> <p>Cause: mouvement dû à la reptation ou à un glissement</p>	<p>Mesures intégrales:</p> <p>Stabilisation du lit du torrent, seuils primaire et principal ainsi que stabilisation des berges</p> <p>Reconstruction souvent nécessaire</p>
Seuil de blocs	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Déformation / renflement</p> <p>.....</p> <p>Cause: mouvement du terrain / versant, augmentation de la charge (seuil chargé de sédiments), dimensionnement insuffisant</p>	<p>Bétonner les joints, reprendre avec un seuil en amont</p>
	<p>Déformation / tassement</p> <p>.....</p> <p>Cause: affouillement ou décomposition des fondations en bois</p>	<p>Protection contre l'affouillement, reprendre avec un seuil en amont</p>
	<p>Couverture de végétation (ex. vernes)</p> <p>.....</p> <p>Cause: ameublissement de la surface</p> <p>(Image: symbolique)</p>	<p>Eliminer la végétation, bétonnage</p>

**Aménagement des torrents (processus eau) – Images de dommages**

Seuil de blocs	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Pierres / blocs manquants</p> <hr/> <p>Cause: blocs mal taillés, petite surface de contact, petites pierres</p>	<p>Bétonnage, reprendre avec un seuil à l'amont, compléter avec blocs</p> <hr/> <p>Cas extrême : reconstruction</p>
Seuil en béton armé	Dommages/ Observations	Mesures
 	<p>Abrasion de la section d'écoulement / protection des bords détruite</p> <hr/> <p>Cause: très fort transport de sédiments</p>	<p>Renforcer la protection des bords (plaque de granit, d'acier ou équivalente)</p>
	<p>Formation de fissures</p> <hr/> <p>Cause: mouvement du terrain / de pente</p>	<p>Réévaluer le système entier : consolider les seuils primaire et secondaire ainsi que les pentes latérales</p>

**Aménagement des torrents (processus eau) – Images de dommages**

Seuil en béton armé	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Dégâts de surface (écaillage, fissures, coloration)</p> <hr/> <p>Cause: corrosion de l'armature, qualité ou traitement du béton insuffisants, gel</p>	<p>Remplacement du béton détérioré, nouvelle construction avec béton résistant au gel si nécessaire</p>
	<p>Affouillement et/ou tassement avec formation de fissures ou basculement</p> <hr/> <p>Cause: protection contre l'affouillement insuffisante, liaison insuffisante</p>	<p>Protection contre l'affouillement, avec seuil primaire ou soutien des pentes latérales</p>
	<p>Ailes arrachées</p> <hr/> <p>Cause: liaison insuffisante</p>	<p>Renforcement des ailes latérales, vérification du dimensionnement de la section d'écoulement, évt. agrandir</p> <p>Amélioration de la liaison latérale</p>
	<p>Débordement latéral du seuil</p> <hr/> <p>Cause: dimensionnement trop faible des ailes et/ou de la section d'écoulement</p>	<p>Aile et/ou section d'écoulement à agrandir ou prolonger</p> <p>Construction d'un filet contre les laves torrentielles ou d'un caisson en bois</p>

**ANNEXE : Check-list – Evaluation des dégâts**

## CONTRÔLE DES SERRE-CABLES LORS DES LIAISONS ET TERMINAISONS DE CÂBLES

### Contrôle visuel du serrage des serre-câbles:

Les serre-câbles sont installés conformément au manuel du fabricant du système et à la norme sous-jacente concernant lesdits serre-câbles. Un point décisif à cet égard est le couple de serrage des étriers sur la selle spécifiée avec un filetage lubrifié et une surface de contact des écrous elle aussi lubrifiée. Lors de l'essai d'acceptation, la direction du chantier le vérifie de manière aléatoire à l'aide d'une clé dynamométrique.

Par la suite, le contrôle à l'aide d'une clé dynamométrique n'a plus de sens puisque le filetage et les surfaces de contact sèchent avec le temps (les lubrifiants s'évaporent / se dégradent). Un couple de serrage à sec devrait par conséquent être considérablement plus élevé que le couple de serrage avec les éléments lubrifiés pour que le serrage soit suffisant.

→ Un serrage net des câbles à chaque inspection est une première indication que le serre-câble à l'état lubrifié a été serré au couple de serrage prescrit :

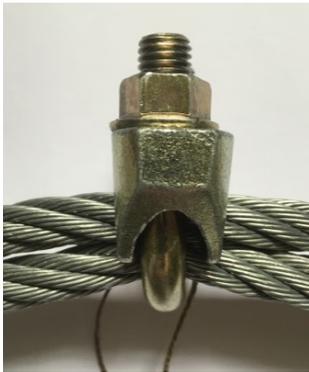


Figure 1 : Exemple pour un serre-câble de taille 16 qui a été serré (lubrifié) à 49 Nm d'après la norme EN 13411-5 lubrifié.



Figure 2 : Serrage des câbles après installation avec le couple de serrage prescrit d'après FF-C-450 Type 1 Classe 1 du Geobrug System Manual 250-N-FO / 07.

### Procédure d'inspection

Lors de l'inspection de l'ouvrage, la première étape consiste à vérifier visuellement le serrage du câble. Si celui-ci s'écarte de manière significative des images d'exemple (serrage trop faible ou trop fort), il est alors recommandé de comparer le montage d'un serre-câble lubrifié avec celui monté sur l'ouvrage inspecté :



Figure 3 : Deux serre-câbles de gauche avec un couple de serrage correct montés sur des pièces lubrifiées à des fins de contrôle, comparé aux trois serre-câbles de droite dans leur état d'origine sans serrage de câble visible.

**Serre-câbles pour raccords d'extrémité de câble**

**Recommandation:** Si plus de la moitié des serre-câbles (par raccordement d'extrémité de câble) est montée avec un serrage trop faible ou trop fort (écrasement)\*, il est recommandé de remonter tous les DSK avec le couple de serrage et la lubrification requis : → ouvrir les serre-câbles → Lubrifier les surfaces → Alternier le serrage → Vérifier avec une clé dynamométrique.

**\*Attention:** Si le serre-câble est trop serré alors les câbles peuvent subir des dommages structurels, ce qui peut avoir un effet négatif sur la protection contre la corrosion et donc sur la durabilité.

**Conseil:** Le serrage requis est moins fort (visible) avec des diamètres de câble plus épais qu'avec des câbles plus fins, même si le serre-câble a été correctement monté à l'état lubrifié avec le couple de serrage correct :



Figure 4 : Serrage requis pour un serre-câble lubrifié taille 16 qui a été serré avec 49 Nm d'après EN 13411-5.



Figure 5: Serrage requis pour un serre-câble lubrifié taille 16 qui a été serré avec 49 Nm d'après EN 13411-5.

**Instructions générales d'assemblage et par conséquent, instructions pour l'inspection**

Les étriers de serrage doivent toujours être placés sur le brin mort (l'extrémité non tendue du câble voir figure 6). La distance entre les serre-câbles ( $e$ ) varie en fonction de la largeur de la semelle ( $t$ ) du type de semelle : d'après EN 13411-5, on admet  $e$  dans la plage :  $1,5 \times t < e < 3 \times t$ , voir aussi Tableau 1 ; pour les serre-câbles plus larges, d'après FF-C-450 type 1 classe 1 on considère  $e$  dans la plage :  $1 \times t < e < 2 \times t$

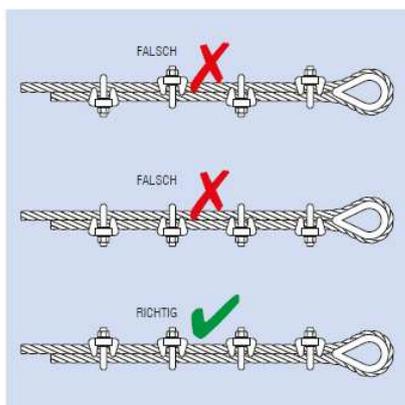


Figure 6 : Montage de serre-câbles incorrect et correct ; Source : Notice d'utilisation originale des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

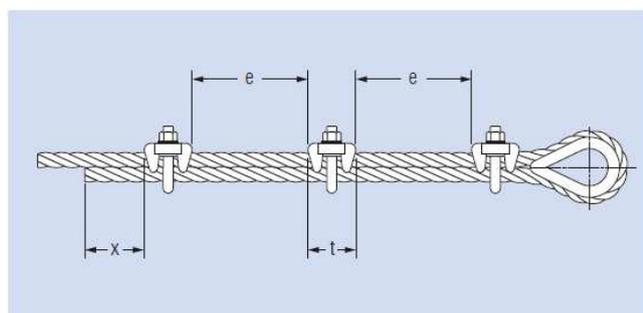


Figure 7 : Distances entre les serre-câbles avec largeur de la semelle  $t$  ; Source : Notice d'utilisation d'origine des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

**Serre-câbles pour raccords d'extrémité de câble**

- Lors du serrage, les écrous doivent être serrés uniformément (en alternance) au couple requis.
- Les couples de serrage recommandés s'appliquent aux serre-câbles dont les filets et les surfaces d'appui sont lubrifiés et exempts de rouille et de saleté.

Vous trouverez de plus amples informations dans les manuels d'installation correspondants des fabricants de systèmes.

### COUPLES DE SERRAGE POUR SERRE-CÂBLES DE CÂBLES À CÂBLE ET POUR RACCORDS D'EXTRÉMITÉ DE CÂBLE

Les couples de serrage pour serre-câbles (lubrifiés ou non lubrifiés) ainsi que le nombre de pièces dépendent du type et de la norme du serre-câble correspondant. Respecter les indications du manuel d'installation du fabricant de l'installation. Vous trouverez ci-dessous les spécifications des deux normes les plus courantes :



#### Force et nombre de serre-câble d'après EN 13411-5

S'applique aux serre-câbles des systèmes Isofer actuels et précédents ainsi que ceux de Geobrugg précédents 2017.

Taille nominale du serre-câble [mm]	Câble-Ø [mm]	Couple de serrage requis (lubrifié) [Nm]	Nombre de serre-câbles	Largeur intérieure	Distance entre les serre-câbles (e dans fig. 7)	
					min.	max.
<b>5</b>	4.8 - 5.3	<b>2</b>	3	8	19,5 mm	39 mm
<b>6.5</b>	> 5.3 - 6.8	<b>3.5</b>	3	10	24 mm	48 mm
<b>8</b>	> 6.8 - 8.4	<b>6</b>	4	13	30 mm	60 mm
<b>10</b>	> 8.4 - 10.5	<b>9</b>	4	13	30 mm	60 mm
<b>12</b>	> 10.5 - 12.6	<b>20</b>	4	16	36 mm	72 mm
<b>14</b>	> 12.6 - 14.7	<b>33</b>	4	18	42 mm	84 mm
<b>16</b>	> 14.7 - 16.8	<b>49</b>	4	21	48 mm	96 mm
<b>19</b>	> 16.8 - 20.0	<b>68</b>	4	21	48 mm	96 mm
<b>22</b>	> 20.0 - 23.1	<b>107</b>	5	24	51 mm	102 mm
<b>26</b>	> 23.1 - 27.3	<b>147</b>	5	30	57 mm	114 mm

Tableau 1: Réalisation d'après le mode d'emploi d'origine Serre-câbles à câble PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015

**Serre-câbles pour raccords d'extrémité de câble****Force et nombre de serre-câble d'après EN 13411-5 d'après FF-C-450  
Type 1 classe 1**

(similaire au type 2 de l'annexe B de la norme EN 134111-5)

S'applique aux serre-câbles pour les nouveaux systèmes Gebrugg à partir de 2017.



<b>Câble-Ø</b> [mm]	Taille du serre-câble	<b>Couple de serrage requis (lubrifié)*</b> [Nm]	Couple de serrage requis (non lubrifié)* [Nm]	Nombre de serre-câbles	Largeur intérieure [mm]
<b>3 - 4</b>	1/8"	<b>4</b>	8	2	10
<b>6 - 7</b>	1/4"	<b>10</b>	25	2	15
<b>8</b>	5/16"	<b>20</b>	50	3	18
<b>9 - 10</b>	3/8"	<b>30</b>	75	3	19
<b>11 - 12</b>	7/16"	<b>40</b>	110	3	22
<b>14 - 15</b>	9/16"	<b>50</b>	150	3	24
<b>16</b>	5/8"	<b>90</b>	170	3	24
<b>18 - 20</b>	3/4"	<b>90</b>	180	4	27
<b>22</b>	7/8"	<b>150</b>	330	4	32
<b>22 GEOBINEX</b>	7/8"	<b>150</b>	330	5	32

Tableau 2: Rédaction par rapport au manuel système GBE-500A-R de Gebrugg AG, 27.09.2016

\* Les valeurs de lubrification ont été déterminées par Gebrugg AG en complément des valeurs à sec de la norme et spécifiées dans les manuels de montage à partir de 2017. Les valeurs standard sèches sont plus de deux fois plus supérieures et, pour des câbles plus épais, ne conviennent pas à une installation efficace des serre-câbles sur des câbles en mouvement.