

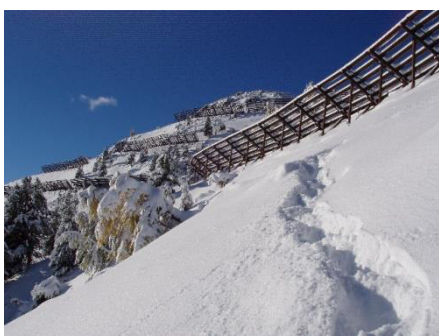


Département de la mobilité, du territoire de l'environnement
Service des dangers naturels

Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt
Dienststelle Naturgefahren

CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

Manuel Contrôle des ouvrages de protection



Éditeur:
Service des dangers naturels

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.

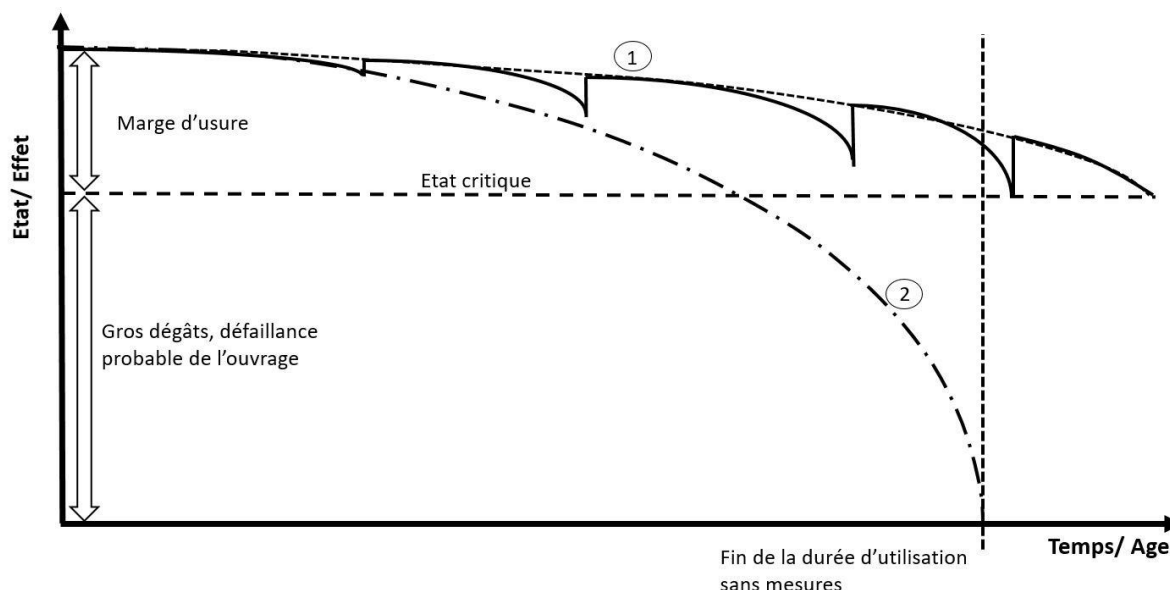
La **surveillance** comprend l'*observation* et le *contrôle systématique (inspection)* des ouvrages de protection. L'*observation* consiste aussi bien en une observation ciblée d'un ouvrage de protection ainsi qu'en la prise en compte des informations provenant de tiers. Dans le cadre d'un *contrôle 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 unité d'inspection ? 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" est également synonyme de "réparation" et d'"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, celui-ci a été actualisé en 2018 et révisé par le service des dangers naturels en 2022 pour devenir la présente édition.

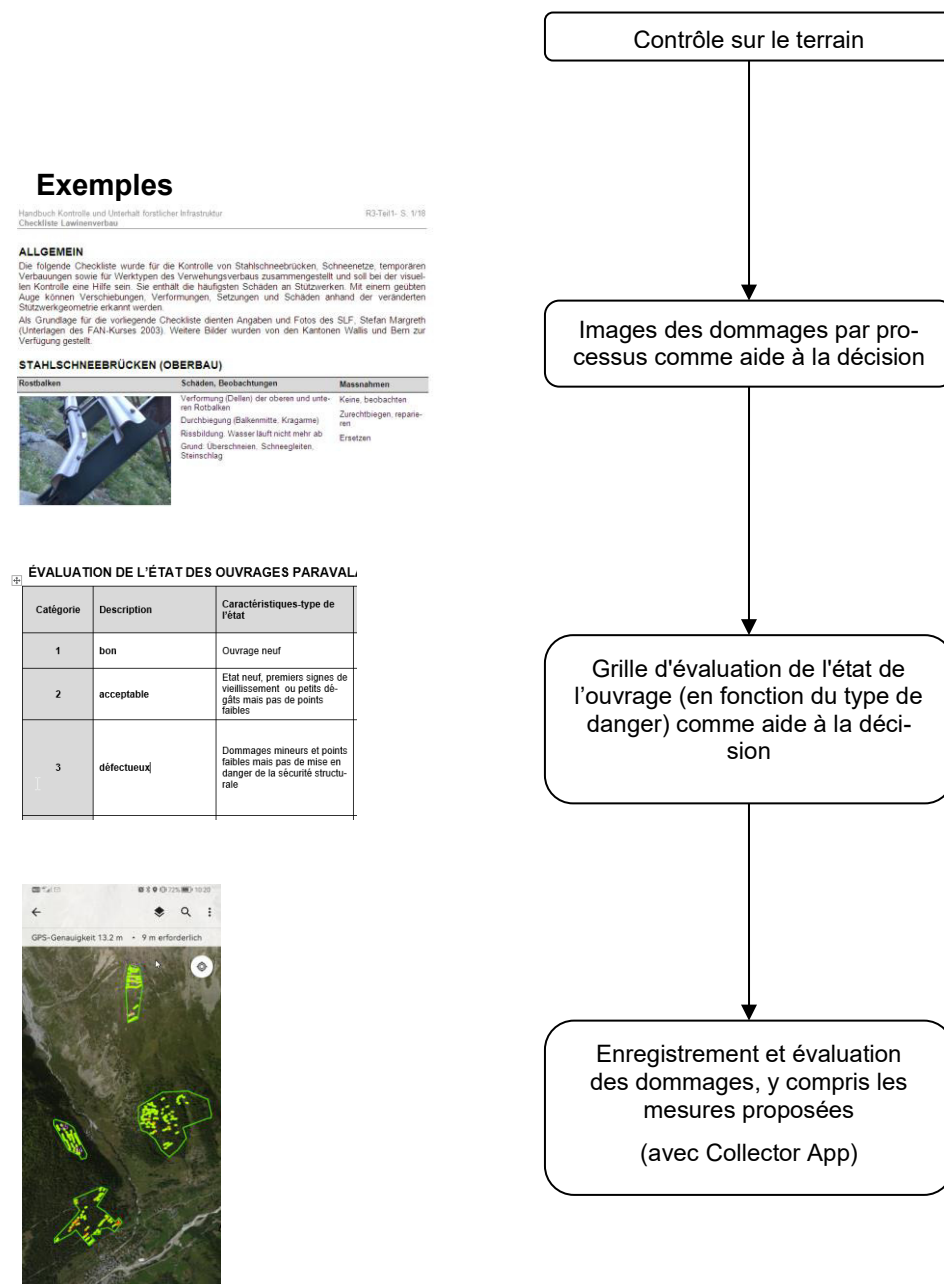
Dans les différents registres sont décrits les principes d'application généraux. Le registre 2 contient les caractéristiques propres à chaque canton.

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 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 la conception des ouvrages existants correspond encore aux processus de risques naturels actuellement rencontrés et aux objectifs de protection définis (y compris les valeurs de dimensionnement).

INSTRUCTIONS POUR L'INSPECTION D'OUVRAGES



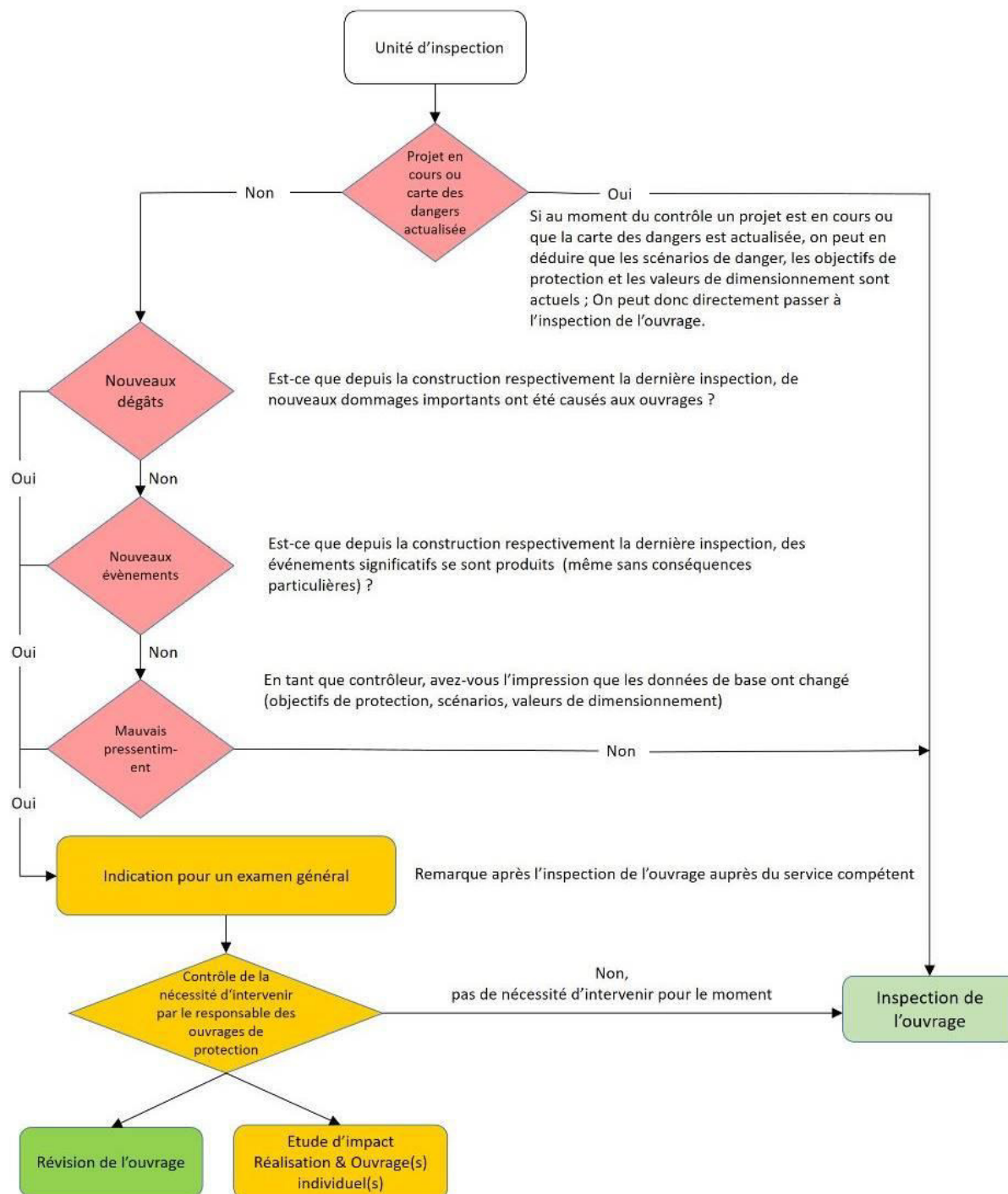
La description des images de dommages possibles (par processus) dans ce manuel ainsi que la grille d'évaluation de l'état de l'ouvrage servent d'aide à la décision lors de l'inspection de l'ouvrage.

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. Dans ce manuel et dans la Collector App, on distingue les classes d'état suivantes, en s'appuyant sur la fiche d'évaluation SIA 2053 : *bon*, *acceptable*, *défectueux*, *mauvais* et *alarmant*.

Les masques prédéfinis de la l'application « CollectorApp » ont pour but d'assurer une exécution uniforme du contrôle. L'inspection d'ouvrage doit être effectuée pour tous les ouvrages situés dans une unité d'inspection.

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 ». Lors de l'exécution des inspections d'ouvrages ou sur la base de leurs résultats, il peut être recommandé d'examiner plus en détail certains ouvrages de protection ou l'ensemble de l'unité d'inspection. Dans ce cas, une remarque correspondante doit être ajoutée dans le champ "remarques" de l'unité d'inspection dans la CollectorApp. 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.

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

Bases utilisées

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

- Norme SIA 469 Conservation des ouvrages, 1997
- Fiche d'évaluation SIA 2053 Constructions en pierres sèches naturelles: Technique de construction, conservation et écologie, 2020
- Handbuch zur Kontrolle und zum Unterhalt von forstlicher Infrastruktur (KUfl-Handbuch), Version 3.0, 2012
- Manuel contrôle des ouvrages de protection (COP), Version 4.0, 2018
- Romang Hans (Ed.) 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen (PROTECT), PLANAT
- ONR 24803 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung, 2008
- ONR 24810 Technischer Steinschlagschutz – Begriffe, Einwirkung, Bemessung und konstruktive Durchbildung, Überwachung und Instandhaltung, 2012
- Gestion des systèmes de protection viellissants dans les torrents, OFEV 2022



CONTRÔLE DES OUVRAGES DE PROTECTION DANS LE CANTON DU VALAIS COP

PROCESSUS ET DÉROULEMENT

TABLE DES MATIÈRES

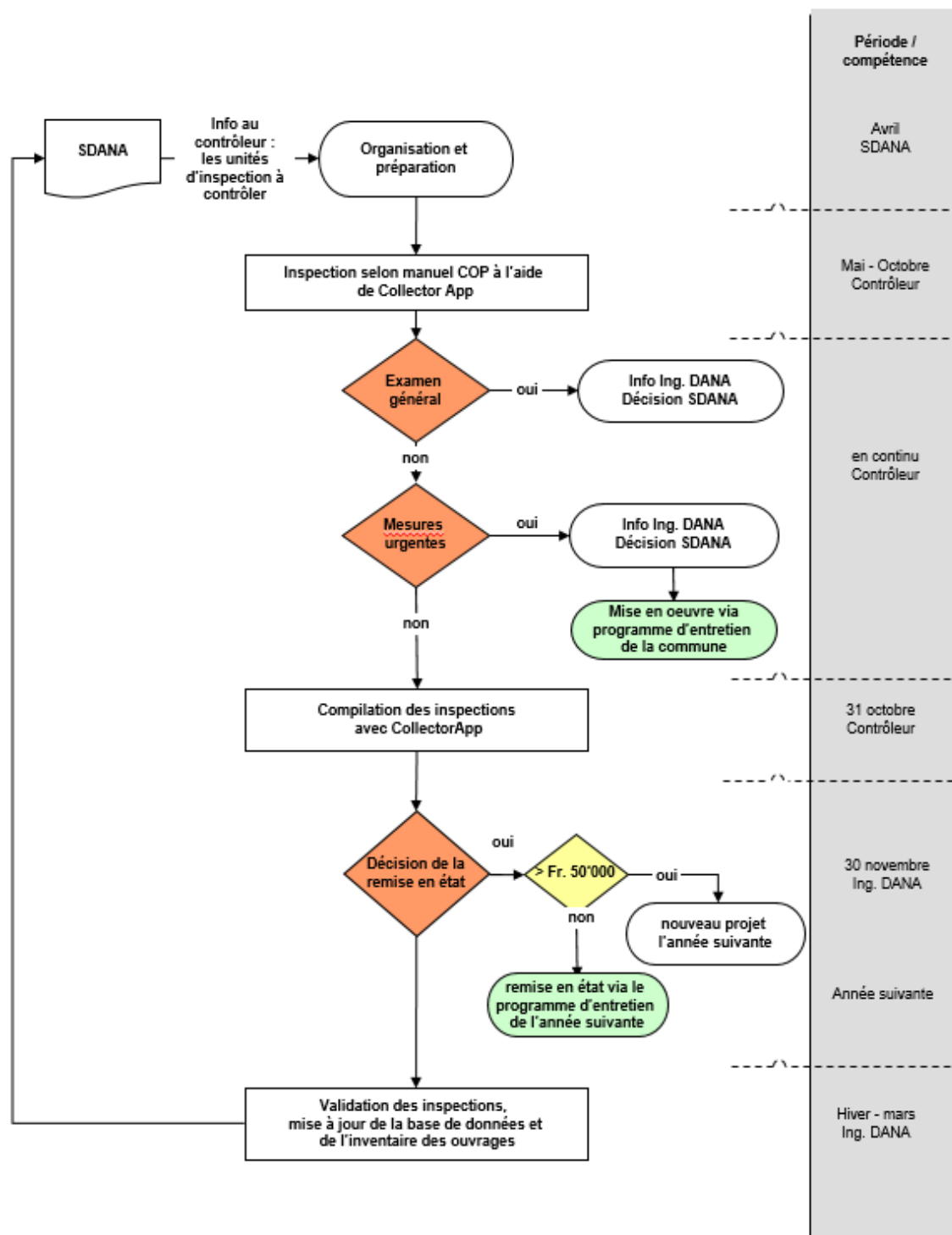
1	GÉNÉRALITÉS	2
1.1	Déroulement de l'inspection des ouvrages.....	2
1.2	Périodicité des inspections	4
1.3	Examen général	5
2	UNITÉS D'INSPECTION	6
3	NUMÉROTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION.....	6
4	RESPONSABILITÉS	6
4.1	Responsable d'entretien	6
4.2	Contrôleur.....	6
4.3	Administrateur	7
5	AUTRES INDICATIONS	7
5.1	Statut des ouvrages avec statut d'exploitation « hors-service »	7
5.2	Fournisseur / type d'ouvrage	7

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 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 ultérieurement intégrés dans le programme d'inspection. Actuellement, la première étape est l'élaboration de l'inventaire des ouvrages de protection liés au processus « eau ».

1.1 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. 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 avalanches, dangers glaciaires et ouvrages de protection.

Au plus tard fin avril, le contrôleur reçoit de l'ingénieur dangers naturels la liste des unités d'inspection à contrôler. Pour les autres unités d'inspection, le contrôleur effectuera un contrôle visuel. Le contrôle s'effectue en principe au moyen de l'application « CollectorApp », mise à disposition des contrôleurs par le SDANA. Dans des cas particuliers, d'autres documents papier peuvent être demandés par le contrôleur à l'ingénieur dangers naturels : 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), récapitulation des ouvrages de protection à contrôler sous forme de tableau (fichier Excel), etc.

Le contrôleur réalise l'inspection des unités d'inspection, **au plus tard jusqu'à la fin du mois d'octobre** de l'année en cours. Si, lors de son travail, le contrôleur a l'impression qu'il faut effectuer un examen général pour certaines unités d'inspection ou réaliser des interventions d'urgence, 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 programme annuel d'entretien de la commune ou s'il faut réaliser un projet séparé.

Lors de l'inspection des ouvrages, le contrôleur saisit en principe **tous les ouvrages de protection à l'intérieur d'une unité d'inspection avec statut d'exploitation « en service »** (voir chapitre 5.1). Les ouvrages de protection ayant un autre statut (« hors-service », « hors-service – détruit ») ne doivent pas être contrôlés. Ils sont représentés dans CollectorApp par une ligne noire, un point noir ou une surface noire et ne peuvent pas être modifiés par le contrôleur. A chaque ouvrage de protection doit être attribué l'une des 5 classes d'état possibles : « bon », « acceptable », « défectueux », « mauvais » ou « alarmant ». En cas d'incertitude quant à l'attribution à une classe d'état concrète, les grilles d'évaluation de l'état et les images des dégâts du manuel COP peuvent être utilisées comme aide à la décision. Elles sont disponibles pour les ouvrages paravalanches (registre 3), les ouvrages pare-pierres (registre 5), les ouvrages de stabilisation de pente (registre 7) et les ouvrages d'aménagement de torrents (registre 9).

Si, lors du contrôle, une nouvelle détérioration importante, voire la destruction d'un ouvrage de protection est constatée, l'état de l'ouvrage de protection doit être indiqué par le contrôleur comme « alarmant ». L'ingénieur dangers naturels décide alors - éventuellement après une visite des lieux - si l'ouvrage de protection en question n'est plus nécessaire et doit être mis hors service ou remplacé. En revanche, si un ouvrage de protection peut être mis « hors-service », p. ex. parce que la forêt reprend la fonction de protection, le contrôleur peut ajouter une note correspondante dans le champs « remarques ».

Lors de l'inspection d'un ouvrage, le contrôleur doit veiller à ce que la saisie dans CollectorApp contienne, outre **la date de l'inspection, la description des dégâts** ainsi que **les mesures nécessaires**. Si possible, il faut aussi indiquer une estimation des coûts nécessaires à la réparation des dégâts.

Une fois que tous les ouvrages de protection d'une unité d'inspection ont été contrôlés, **la fiabilité de l'unité d'inspection** doit être évaluée en dernier lieu. Pour cela, trois catégories d'état sont disponibles : « élevé » (= aucun ou seulement petits défauts / dégâts à signaler), « limité » (= quelques défauts / dégâts ; mais mesure de protection intacte, pas de menace d'une défaillance fonctionnelle) et « faible » (= graves défauts / dégâts ; mesure de protection compromise, une défaillance fonctionnelle est possible ou a déjà eu lieu). La date du contrôle et le nom de l'inspecteur sont également à indiquer. En plus, une proposition doit être faite pour la date du prochain contrôle de l'unité d'inspection (année de la prochaine inspection).

Dès que l'inspection d'un ouvrage et l'évaluation de la fiabilité de l'unité d'inspection sont correctement terminées et que la date est saisie, les ouvrages de protection contrôlés et l'unité d'inspection sont représentés avec un contour bleu dans CollectorApp.

Les inspections doivent être terminées au plus tard **jusqu'à fin octobre** et l'ingénieur dangers naturels doit être informé de la fin des inspections.

L'ingénieur dangers naturels décide, en fonction des retours d'inspection, si une **remise en état pour l'année qui suit** doit être effectuée dans le cadre du programme d'entretien de la commune ou s'il faut réaliser un projet de remise en état séparé (un projet séparé est normalement nécessaire lorsque

le montant des travaux dépasse Fr. 50'000.-). Les remises en état sont toujours réalisées dans l'année qui suit l'inspection, sauf pour les **interventions d'urgence**, mais qui sont en règle générale uniquement nécessaires lorsque l'état des ouvrages est **alarmant**. Tant les mesures d'urgence que tous les travaux de remise en état doivent être discutés avec l'ingénieur dangers naturels.

L'ingénieur dangers naturels vérifie en continu les inspections d'ouvrages saisies avec CollectorApp, mais au plus tard à partir de début novembre. Après la validation des inspections par l'ingénieur dangers naturels, les résultats des inspections sont transférés en bloc dans l'inventaire cantonal des ouvrages de protection en début d'année suivante. Enfin, l'ingénieur en dangers naturels informe le responsable de l'entretien (en général la commune) de la fiabilité de l'unité d'inspection (élevée, limitée, faible) ainsi que de l'état des ouvrages de protection selon le contrôle.

1.2 Périodicité des inspections

La périodicité des inspections est définie dans l'inventaire cantonal des ouvrages de protection. Elle est déterminée par l'ingénieur dangers naturels au cours du premier relevé ainsi que sur la base des résultats des inspections suivantes (notamment sur la base des propositions du contrôleur).

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

Selon le type d'ouvrage à contrôler, la périodicité suivante est appliquée de manière standard :

- Digues, coins freineurs : tous les 5-6 ans. Exception : les digues soumises à la législation sur les ouvrages d'accumulation doivent être contrôlées chaque année.
- Claies, filets paravalanche, râteliers, trépieds, ouvrages à vent : tous les 3-4 ans
- Ouvrages de protection contre le détachement (filets plaqués, ancrages, butons) : tous les 3-4 ans
- Filets, filets pendus, palissades, clôtures contre les chutes de pierres : tous les 1-3 ans

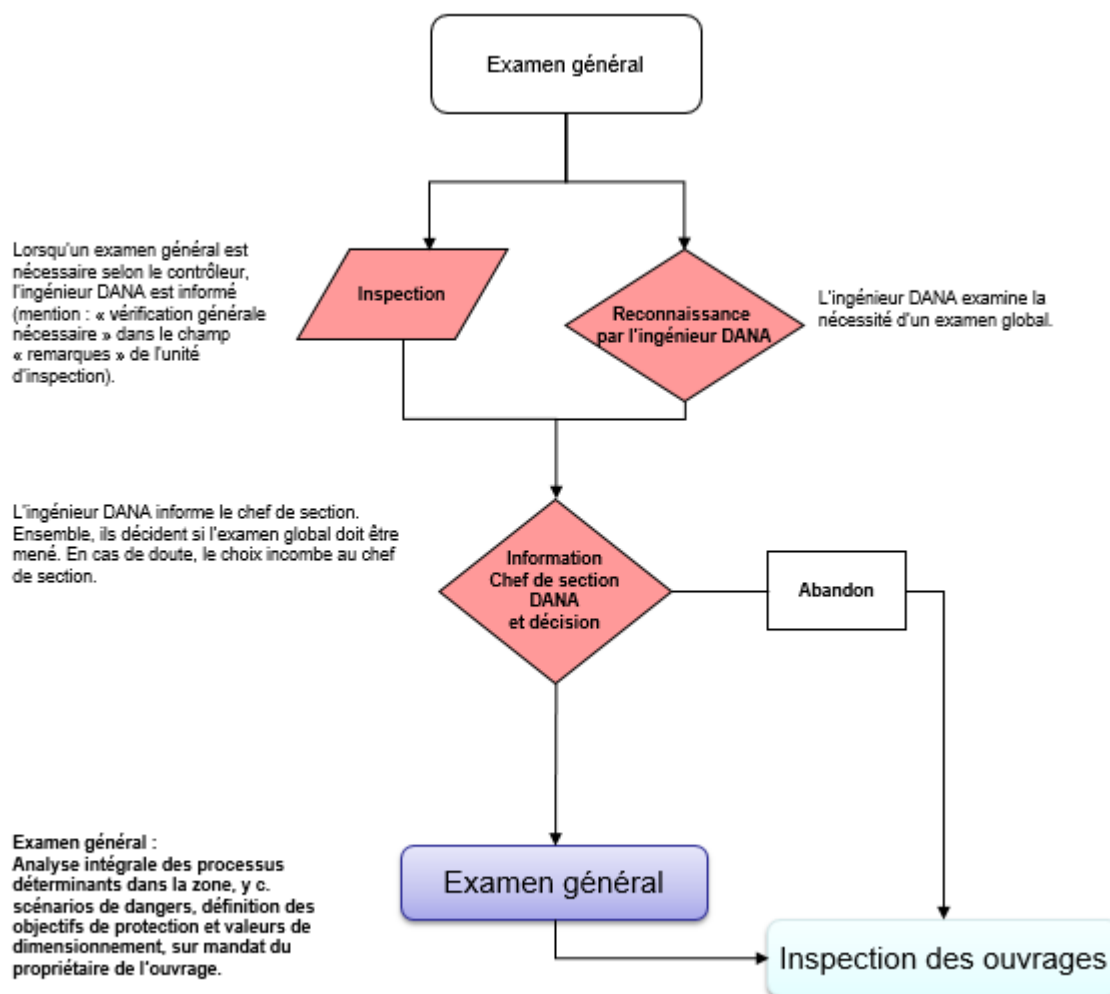
Les principes sont en général valables pour le contrôle des ouvrages de protection :

- En principe la périodicité de l'inspection s'applique à tous les ouvrages de l'unité d'inspection.
- La périodicité des inspections est fixée par l'ingénieur dangers naturels du SDANA. Le cycle peut varier selon la liste ci-dessus entre 1 et maximum 6 ans.
- **Des inspections supplémentaires**, hors tournus sont possibles à tout moment suite à des événements particuliers (p. ex. fortes précipitations, hivers très enneigés, etc.). Elles peuvent être demandées par le contrôleur à l'ingénieur dangers naturels sur la base de son expérience régionale ou ordonnées par l'ingénieur dangers naturels.
- Le contrôleur doit effectuer un **contrôle visuel annuel** des unités d'inspection qui ne figurent pas sur le programme annuel des inspections. Ce contrôle peut en principe être effectué à distance (p. ex. au moyen d'un télescope ou de jumelles).

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 UNITÉS D'INSPECTION

Une unité d'inspection est assimilée à une zone de construction. Elle 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 dans lequel les ouvrages de protection ont été réalisés ou une désignation de lieu significative. L'attribution du nom de l'unité d'inspection ainsi que sa saisie dans l'inventaire cantonal sont des tâches qui reviennent à l'ingénieur dangers naturels.

3 NUMÉROTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION

Afin de ne pas oublier d'ouvrages, une numérotation systématique doit être adoptée. En règle générale, l'inventaire cantonal des ouvrages de protection attribue un numéro sous forme de nombre entier à chaque ouvrage de protection, indépendamment de sa géométrie (point, ligne, surface) et indépendamment des différents types d'ouvrages de protection (p. ex. claie métallique, mur en pierres sèches, filets de protection contre les chutes de pierres, etc.).

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

La numérotation des ouvrages suit un déroulement logique pour l'inspection des ouvrages et se fait normalement du haut vers le bas.

Si des ouvrages de protection sont construits ultérieurement dans une unité d'inspection, il est possible de numéroter ces ouvrages au moyen de chiffres décimaux (p. ex. 12.1 et 12.2).

4 RESPONSABILITÉS

4.1 Responsable d'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* »).

4.2 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 ou une entreprise de génie civil). 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'inspection.

4.3 Administrateur

Un administrateur doit être défini pour chaque unité d'inspection. 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 SDANA, l'administrateur est l'arrondissement correspondant du SDANA.

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).

5 AUTRES INDICATIONS

5.1 Statut des ouvrages avec statut d'exploitation « hors-service »

Le statut d'exploitation « hors-service » signifie qu'un ouvrage n'est plus nécessaire ou n'est plus présent sur le terrain. Plusieurs sous-catégories sont possibles : « hors-service », « hors-service - démolé », « hors-service - remplacé » ou « hors-service - démonté ». Un ouvrage « hors-service - démolé » est encore présent sur le terrain, contrairement à un ouvrage « hors-service - démonté » ou « hors-service - remplacé ».

Les ouvrages de protection dont le statut est « hors-service » et « hors-service - démolé » sont affichés dans CollectorApp sous forme de ligne noire, de point noir ou de surface noire. **Ils ne nécessitent pas de contrôle ni d'évaluation dans le cadre de l'inspection de l'ouvrage.** Le contrôleur ne peut donc pas travailler ces ouvrages. Les ouvrages de protection ayant le statut « hors-service - remplacé » et « hors-service - démonté » ne sont pas représentés dans CollectorApp. En revanche, la géométrie d'un ouvrage ayant le statut « hors-service - remplacé » ou « hors-service - démonté » est toujours contenue dans l'inventaire cantonal des ouvrages de protection.

5.2 Fournisseur / type d'ouvrage

Chaque fois que le fournisseur et le type exact d'ouvrage de protection sont connus, ces informations doivent être indiquées lors du premier relevé, par exemple : Geobrugg RXE-1000 (contre simplement « Geobrugg », comme c'était souvent le cas jusqu'à présent).

Les fournisseurs d'ouvrages usuels et les différents types d'ouvrages sont définis dans la liste déroulante « Fournisseur ». Si le type de l'ouvrage n'existe pas dans le menu déroulant, il faut contacter le SDANA. Remarque : pour les ouvrages de protection pour lesquels le fournisseur n'est pas connu (p. ex. un ouvrage de type « vire-vent », une claie mixte d'acier et de bois, etc.), il convient de saisir « _indéterminé » dans l'attribut « fournisseur ».

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	bon	Pas de dégâts	Pas d'intervention Aucune mesure		
2	acceptable	premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	Pas d'intervention Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Premiers signes de vieillissement naturel du matériel Déformation, bosses des traverses Pierres isolées, Recouvrement du tablier par du matériel terreux / pierres < 0.5 m
3	défectueux	Dommages mineurs et points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	Urgence faible Réparation / remplacement de pièces / vidange	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Traverses pliées Apparition de fissures dans les traverses Erosion autour du socle de fondation < 10-20 cm Recouvrement du tablier par du matériel terreux / pierres env. 0.5 m
4	mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	Urgence moyenne Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	1-2 ans	<ul style="list-style-type: none"> Piliers légèrement pliés Brides déplacées Ancrages à micropieux enfoncés Mise à nu des ancrages >20-40 cm (encore intacts) Recouvrement du tablier par du matériel terreux / pierres > 0.5-0.7 m
5	alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	Urgence élevée Interventions de sécurisation d'urgence suivies par une remise en état ou une rénovation postérieure	< 1 ans	<ul style="list-style-type: none"> Flambage latéral ou soulèvement des piliers Montants cassés Ancrages cassés, arrachés ou déterrés Flambage des micropieux Câbles arrachés

GÉNÉRALITÉS



La check-list suivante a été établie afin de faciliter l'inspection des claies 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)	
	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	

Piliers / Barres comprimées	Domages/ 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	Domages/ Observations	Mesures
	Pourriture (sur différents composants) Causes: contact du bois avec le sol, végétation	Remplacement des différents composants, éventuellement, dans des cas extrêmes, renoncement à l'ouvrage ou remplacement de l'ouvrage tout entier
	Remblai de la construction avec des pierres Chevrons endommagés Causes: érosion, petits glissements et coulées de terre	Pas de mesures jusqu'à un remblai de max. 0.5m ou 2 traverses à partir du sol Remplacer les chevrons
	Fissures dans les bois en général (différents composants) Pourriture (sur différents composants) Causes: Retrait et gonflement du bois, exposition au soleil, contact du bois avec le sol et la végétation, processus naturel de vieillissement du bois	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. Remplacement des différents composants. Si justifié, remplacer l'ouvrage en entier.
	Affaissement du socle de fondation du pilier Causes: Pression de la neige, mouvements de terrain	Renforcer les fondations

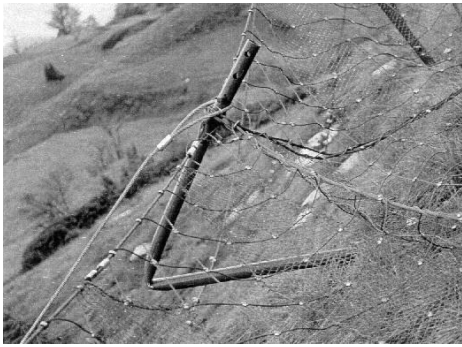

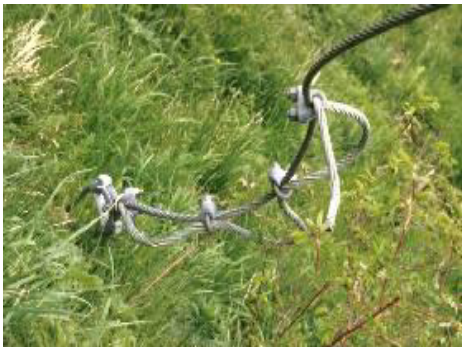

Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages

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




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	

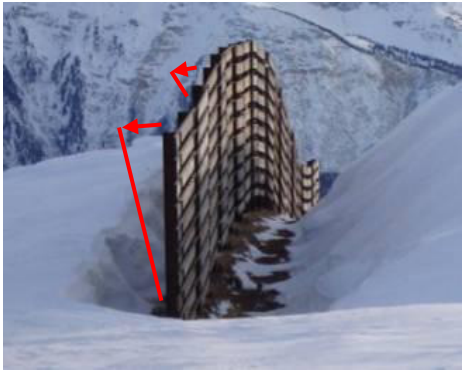


Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages

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




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

TOITS-BUSES

Platelage	Dommages/ 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	Dommages/ 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	





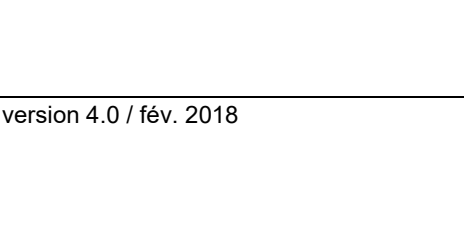
FONDITIONS CLAIES MÉTALLIQUES, FILETS PARAVALANCHES ET OUVRAGES À VENT


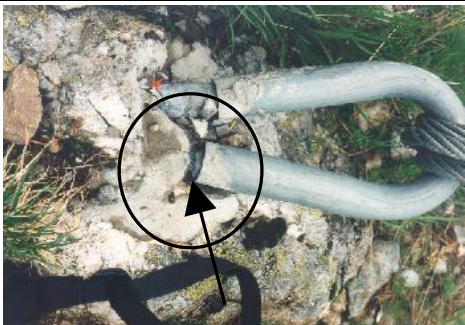


Plaque de base	Dommages/ Observations	Mesures
	Mise à nu due à une forte érosion	Aucune, observer
	Recouvrement insuffisant Bord avant de la plaque de base - OK si terrain compact : évolution critique possible surtout dans les terrains meubles	Rallongement du pilier en présence de terrain plat et d'une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

Ouvrages paravalanches (procesus avalanches) - Images de dommages

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

Ouvrages paravalanches (processus avalanches) - Images de dommages

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

Tirant à câble	Domages/ 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	Domages/ Observations	Mesures
	Fissures	Aucune, observer
	Éclats	Vérifier le terrain
	Effritement	Consolidation du socle en béton
		Remplacer le socle en béton
	Causes: mouvements de terrain, altération naturelle	
	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 DÉCLENCHEMENT 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 exploseur 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> 	Vider aussitôt que la hauteur efficace selon projet se trouve diminuée de manière significative
Digue paravalanche	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Enracinement dans le mur de la digue</p> 	Extraction précoce des arbres enracinés
	Boisement du bassin de rétention (digue d'arrêt)	Si risque d'obstruction, alors enlever les arbres du bassin de rétention
	Érosion sur la couronne de la digue	<p>Installer un filet couvrant</p> <p>Végétalisation</p> <p>Év. installer un caisson en bois</p>

Ouvrages paravalanches (processus avalanches) - Images de dommages

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

MURS EN PIERRES SÈCHES

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

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

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 nouveaux dégâts	Exemples de dégâts
1	bon	Pas de dégâts	Pas d'intervention Aucune mesure		
2	acceptable	premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	Pas d'intervention Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Premiers signes de vieillissement naturel du matériel
3	défectueux	Dommages mineurs et points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	Urgence faible Réparation / remplacement de pièces / vidange	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Piliers légèrement pliés (courbure < 15°) Erosion autour du socle de fondation < 10-20 cm
4	mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	Urgence moyenne Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	1-2 ans	<ul style="list-style-type: none"> Piliers pliés (courbure > 15°) Haubans et câble de retenue non tendus Brides déplacées Enclaves à micropieux enfoncés Mise à nu des ancrages > 20-40 cm (encore intacts)
5	alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	Urgence élevée Interventions de sécurisation d'urgence suivies par une remise en état ou une rénovation postérieure	< 1 ans	<ul style="list-style-type: none"> Flambage latéral ou soulèvement des piliers Eléments de freinage ayant subi une contrainte Ancrages cassés, arrachés ou déterrés Flambage des micropieux Câbles rompus





GÉNÉRALITÉS

Les photos de dommages ont été collectées pour l'inspection des ouvrages de type pare-pierres. Elles servent d'aide pour le contrôle visuel. Les photos 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 sont endommagés. Remplacer les serre-câbles 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	
	Trous dans le treillis diagonal / filet à câbles	Remplacer les serre-câbles manquants (suivre les indications du fournisseur ; voir aussi plus haut)
	Serre-câbles manquants dans le filet de câble à mailles diagonales	Lors de dommages importants, remplacer le filet
	Causes: Chutes de pierres ou remblai du filet	Év. fermer provisoirement les trous avec des câbles d'acier
	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	Domages/ Observations	Mesures
	Inclinaison du pilier	Retendre
	Position, géométrie	Contrôler les câbles et les ancrages et réparer les dégâts Voir aussi le manuel d'entretien du fournisseur
	Causes: événement de chute de pierres ou remplissage du filet, également dans d'autres parties de l'ouvrage	
	Choc sur le pilier	Remplacer les parties endommagées
	Le pilier est endommagé	Remplacer le pilier Echanger le pilier si celui-ci est plié de plus de 15°
	Causes: événement de chute de pierres ou d'arbres	
		
	Fissure sur pilier tubulaire avec rouille	Découper et refaire la soudure sur place Remplacer le pilier
	Causes: mauvaise soudure	





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 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
		Changer l'anneau de freinage si extension >50% (env. 40cm)
	Anneaux de freinage des câbles porteurs sollicités	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>Elément de freinage sollicité (à droite) et non sollicité (à gauche)</p>	<p>Contrôler les dégâts sur le câble et l'élément de freinage</p> <p>Les éléments de freinage sollicités doivent être remplacés à partir d'un raccourcissement d'env.50% de la boucle de freinage</p>
	<p>Causes: événement de chute de pierres et/ou d'arbres</p>	
	<p>fissure dans l'anneau de freinage longueur de la fissure < 10 cm</p>	<p>Observer, pas de mesures</p>
	<p>fissure dans l'anneau de freinage longueur de la fissure 10- 30 cm</p>	<p>mettre en place des brides flexibles, type ABA 32 – 44 mm, modèle inoxydable</p> <p>Longueur de la fissure:</p> <p>10 - 12 cm => 2 pièces</p> <p>12 - 20 cm => 3 pièces</p> <p>20 - 30 cm => 4 pièces</p> <p>couple de serrage requis : 2 Nm</p>
	<p>fissure dans l'anneau de freinage longueur de la fissure > 30 cm</p>	<p>changer / remplacer l'anneau de freinage selon manuel d'entretien</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: Événement 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




Plaque 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	
Plaque 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> <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> <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> <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> <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 >3cm du sol</p>



PALISSADES (BOIS ET ACIER)

Traverses acier / Planches d'amortissement	Dommages/ Observations	Mesures
	Remblai du barrage	<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>
	Traverses et planches d'amortissement cassées	<p>Remplacer les traverses défectueuses ; si pas disponible, év. consolider avec des planches d'amortissement</p>
	Planches d'amortissement manquantes	<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>
	Causes: dégâts causés par des événements naturels, désagrégation naturelle	

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

Ancrage/ fondations	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Câbles de retenue arrachés</p> <hr/> <p>Causes: chute de pierres et d'arbres</p>	<p>Forer de nouveaux ancrages et retendre l'écran, év. redimensionner les haubans</p>
Ancrage/ fondations	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Ancrage cassé, basculé</p> <p>La position, la géométrie du pilier n'est plus correcte</p> <hr/> <p>Causes: érosion, corrosion, surcharge, défauts de construction</p>	<p>Ancrer à nouveau le pilier à l'amont</p> <p>Démonter l'écran 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> <hr/> <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	Dommages/ 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 résistant 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 nouveaux dégâts	Exemples de dégâts
1	bon	Pas de dégâts	Pas d'intervention Aucune mesure		
2	acceptable	premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	Pas d'intervention Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Premiers signes de vieillissement naturel du matériel
3	défectueux	Dommages mineurs et points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	Urgence faible Réparation / remplacement de pièces / vidange	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Petits dommages dû à l'érosion
4	mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	Urgence moyenne Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	1-2 ans	<ul style="list-style-type: none"> Petits glissements de terrain Formation de grosses gonfles dans le filet couvrant suite à l'érosion de matériel Fondations murales apparentes/construction en bois
5	alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	Urgence élevée Interventions de sécurisation d'urgence suivies par une remise en état ou une rénovation postérieure	< 1 ans	<ul style="list-style-type: none"> Glissements de terrains sur une grande surface Fissures dans le filet couvrant Système de drainage obstrué ou discontinu/cassé




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"> - Les nœuds - Les longrines - La liaison au terrain <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 (>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	Dommages/ 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	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Érosion des fondations</p> <p>Dommages 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>Boursofflement/ 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	Dommages/ 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>


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


Technique végétale	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Dommages 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>Dommages 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>

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

Protection de la surface	Dommages/ Observations	Mesures
	Érosion et drainage de matériaux meubles sous le filet couvrant	<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>
	Causes: Ecoulement d'eau, végétalisation insuffisante, structure du sol défavorable, pente trop forte	

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>	Assainir, réparer ou remplacer les parties endommagées
	Causes: événements, inondations	

Canaux en bois	Dommages/ Observations	Mesures
	Les canaux en bois sont régulièrement recouverts par des dépôts (pas un événement unique)	Remplacer les canaux par des systèmes plus grands
	Causes: profil en travers du canal a été calculé trop petit	

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

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 nouveaux dégâts	Exemples de dégâts
1	bon	Pas de dégâts	Pas d'intervention Aucune mesure		
2	acceptable	premiers signes de vieillissement ou petits dégâts mais pas de points faibles	Pas d'intervention Observer	> 5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Premiers signes de vieillissement naturel du matériel
3	défectueux	Dommages mineurs et points faibles mais pas de mise en danger de la sécurité structurale	Urgence faible Réparation / remplacement de pièces / vidange	2-5 ans	<ul style="list-style-type: none"> Petits dommages dû à l'érosion Végétation (buissons / arbres)
4	mauvais	Dégâts et points faibles, mise en danger de la sécurité structurale	Urgence moyenne Remise en état ou rénovation dans 1-2 ans	1-2 ans	<ul style="list-style-type: none"> Petits glissements de terrain Pourrissement de la traverse supérieure (longrine) pour les seuils en bois Protection contre l'affouillement érodée
5	alarmant	Dégâts importants ou destruction, mise en danger élevée de la sécurité structurale voire défaillance avérée	Urgence élevée Interventions de sécurisation d'urgence suivies par une remise en état ou une rénovation postérieure	< 1 ans	<ul style="list-style-type: none"> Corps du seuil : Basculement, retournement ou abaissement d'un seul côté du seuil, cisaillement des ailes, formation de fissures Dépotoir rempli de matériel Protection des berges localement fortement érodées ou étendu sur de plus grandes distances





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

Seuil en bois	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Flambage / refoulement du corps du seuil, cisaillement des ailes, basculement, rotation, déplacement et affaissement latéral du seuil</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	Dommmages/ Observations	Mesures
	<p>Déformation / renflement</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>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>Cause: ameublissement de la surface</p> <p>(Image: symbolique)</p>	<p>Eliminer la végétation, bétonnage</p>

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

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

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 :

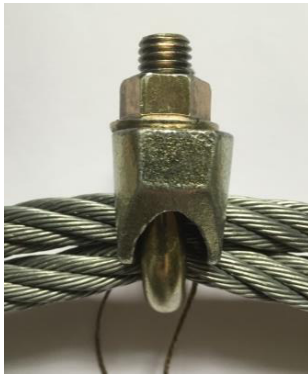


Figure 1 : Exemple pour un serre-câble de taille 16 qui a été serré (lubrifié) à 49 Nm d'après la norme EN 13411-5 lubrifié.



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.

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 : $1 \times t < e < 2 \times t$

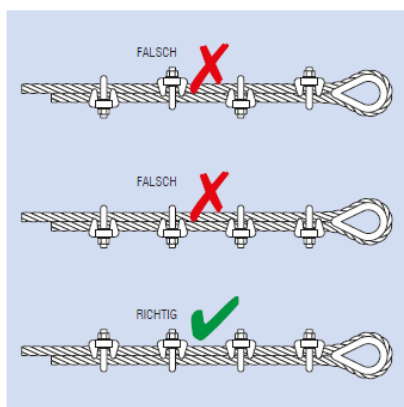


Figure 6 : Montage de serre-câbles incorrect et correct ; Source : Notice d'utilisation originale des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

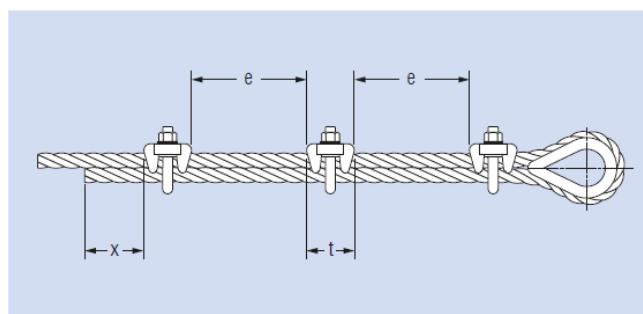


Figure 7 : Distances entre les serre-câbles avec largeur de la semelle t ; Source : Notice d'utilisation d'origine des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

- 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.
5	4.8 - 5.3	2	3	8	19,5 mm	39 mm
6.5	> 5.3 - 6.8	3.5	3	10	24 mm	48 mm
8	> 6.8 - 8.4	6	4	13	30 mm	60 mm
10	> 8.4 - 10.5	9	4	13	30 mm	60 mm
12	> 10.5 - 12.6	20	4	16	36 mm	72 mm
14	> 12.6 - 14.7	33	4	18	42 mm	84 mm
16	> 14.7 - 16.8	49	4	21	48 mm	96 mm
19	> 16.8 - 20.0	68	4	21	48 mm	96 mm
22	> 20.0 - 23.1	107	5	24	51 mm	102 mm
26	> 23.1 - 27.3	147	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

**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.



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