



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 structurelle, 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.

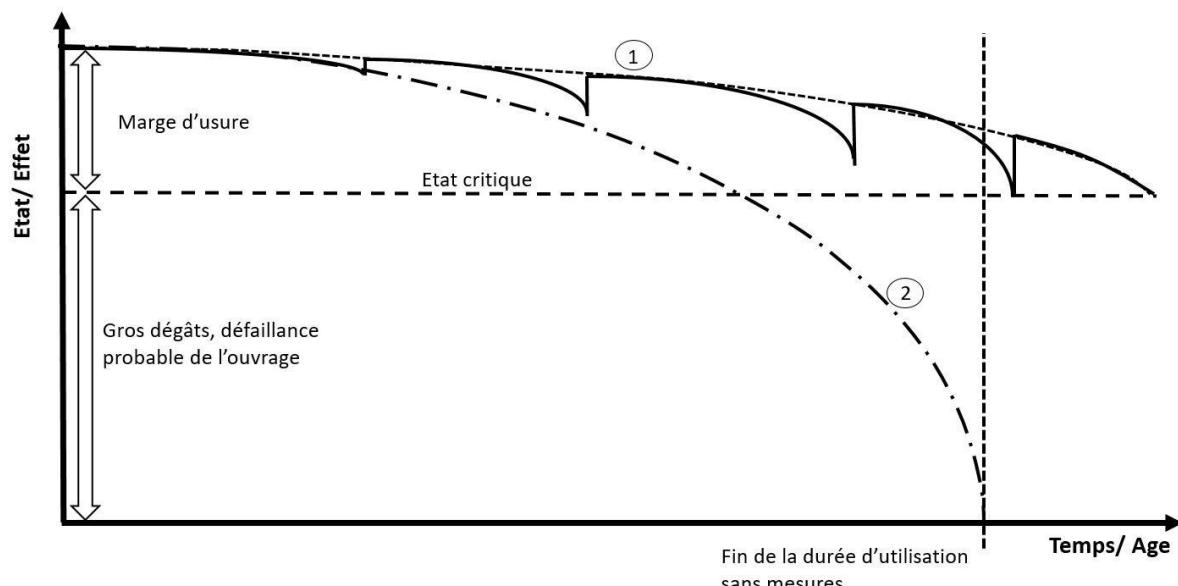
La **surveillance** comprend *l'observation* et *le contrôle systématique (inspection)* des ouvrages de protection. *L'observation* consiste aussi bien en une observation ciblée d'un ouvrage de protection ainsi qu'en la prise en compte des informations provenant de tiers. Dans le cadre d'un *contrôle 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.

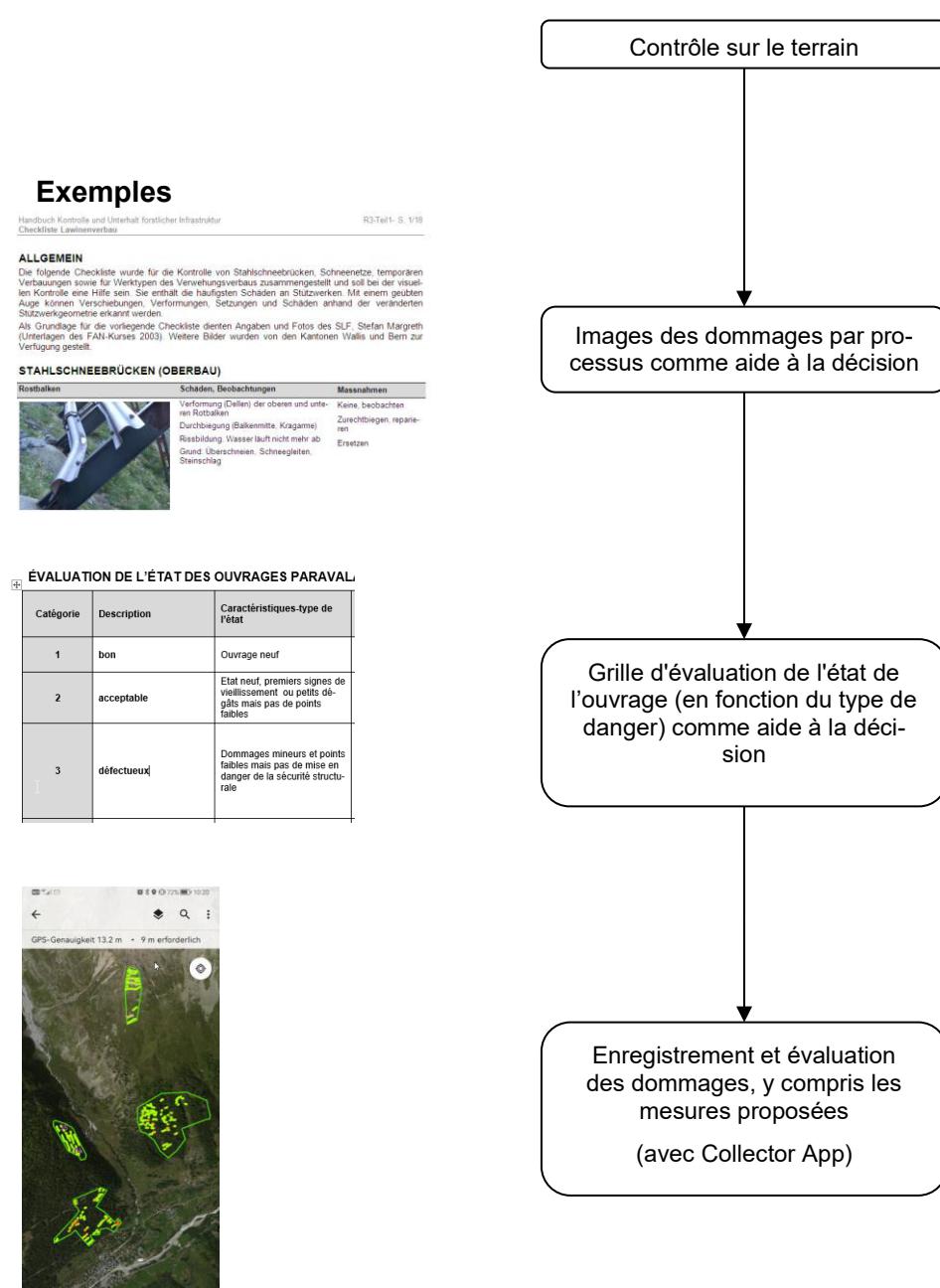
Dans les différents registres sont décrits les principes d'application généraux. Le registre 2 contient les caractéristiques propres à chaque canton.

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



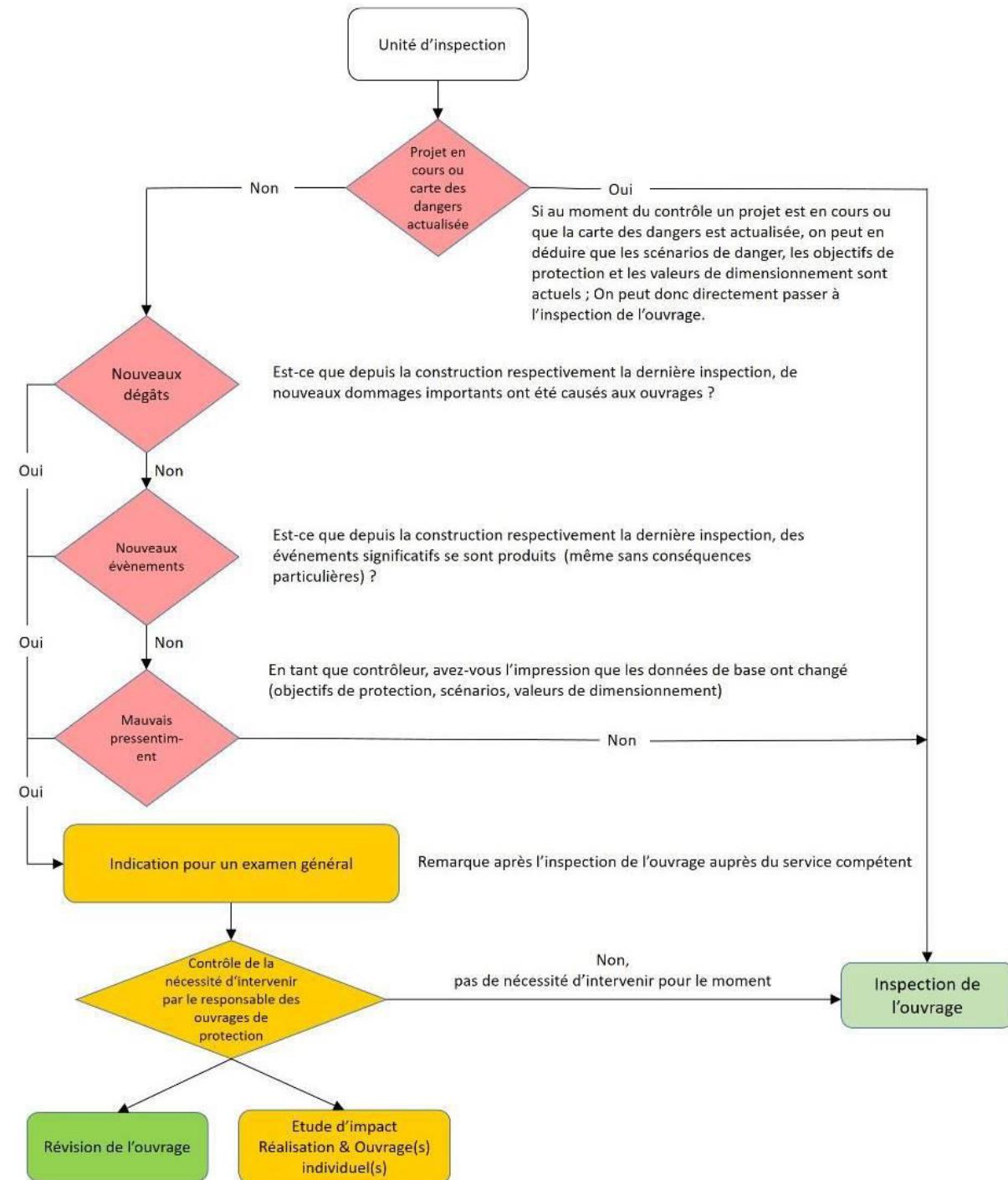
La description des images de dommages possibles (par processus) dans ce manuel ainsi que la grille d'évaluation de l'état de l'ouvrage servent d'aide à la décision lors de l'inspection de l'ouvrage.

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



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

Departement für Mobilität, Raumplanung und Umwelt
Dienststelle Naturgefahren

CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

CONTRÔLE DES OUVRAGES DE PROTECTION DANS LE CANTON DU VALAIS COP

PROCESSUS ET DÉROULEMENT

TABLE DES MATIÈRES

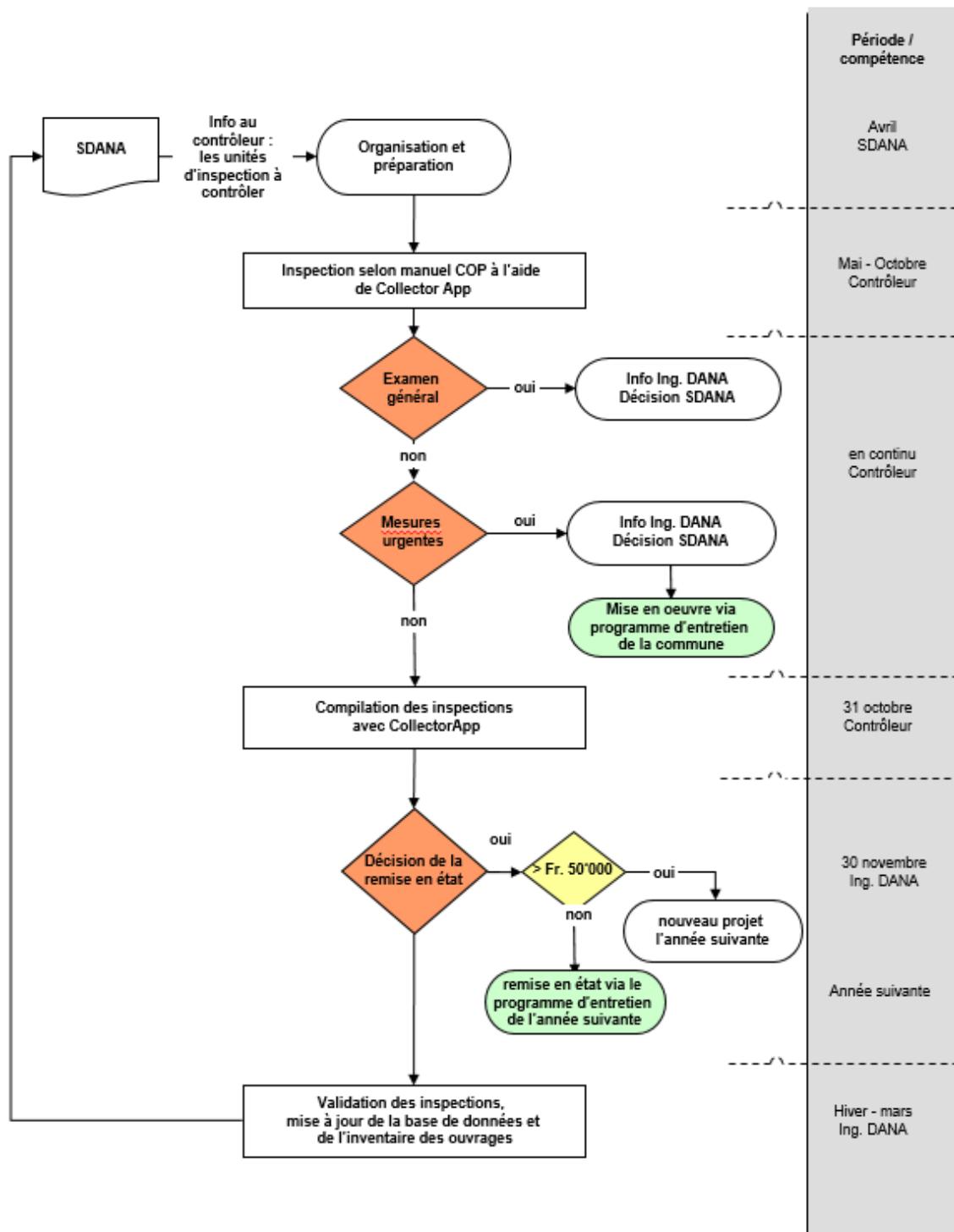
1 GÉNÉRALITÉS	2
1.1 Déroulement de l'inspection des ouvrages.....	2
1.2 Périodicité des inspections	4
1.3 Examen général	5
2 UNITÉS D'INSPECTION	6
3 NUMÉROTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION.....	6
4 RESPONSABILITÉS	6
4.1 Responsable d'entretien	6
4.2 Contrôleur.....	6
4.3 Administrateur	7
5 AUTRES INDICATIONS	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 ; 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.
- Claires, 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

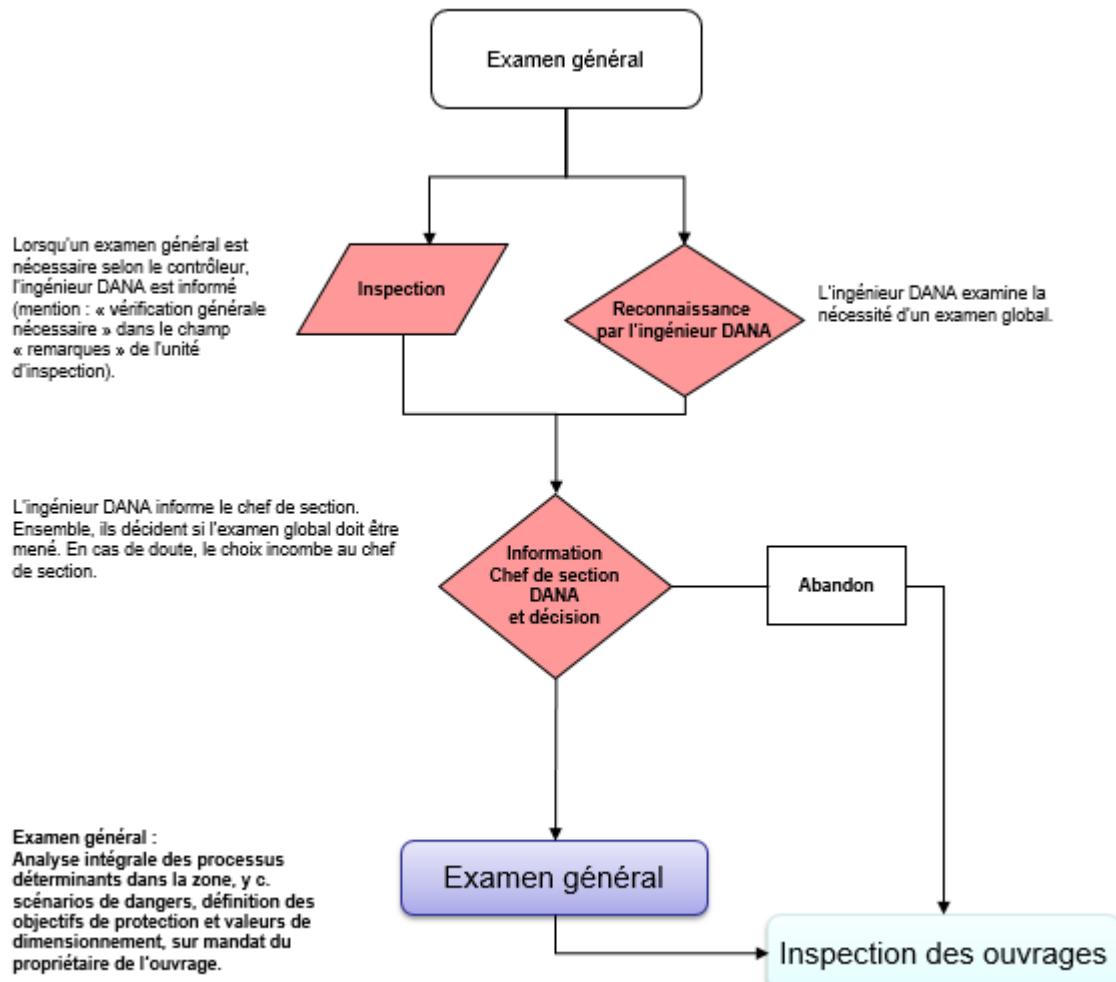
Les principes sont en général valables pour le contrôle des ouvrages de protection :

- 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. claire métallique, mur en pierres sèches, filets de protection contre les chutes de pierres, etc.).

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.

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 numérotier 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 - démolî », « hors-service - remplacé » ou « hors-service - démonté ». Un ouvrage « hors-service - démolî » 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 - démolî » 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 claire mixte d'acier et de bois, etc.), il convient de saisir « _indéterminé » dans l'attribut « fournisseur ».

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES PARAVALANCES

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 terieux / 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 terieux / 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 terieux / 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 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)

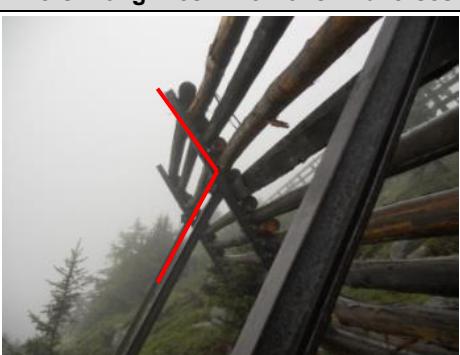
Traverses, barres	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Déformation (bosses) des traverses</p> <p>Fléchissement (milieu de traverse, charnières)</p> <p>Fissuration. L'eau ne s'écoule plus</p> <p>Causes: enneigement, glissement de neige, chute de pierres/blocs</p>	<p>Aucune, observer</p> <p>Recourber, réparer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

Montants	Dommages/ 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 défaillante, vibrations lors d'une tempête	
Piliers / Barres comprimées	Dommages/ Observations	Mesures
	Torsion (reconnaissable 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
	Causes: adhérence de la couverture neigeuse, surcharge	$0.2 - 0.4\%$ 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)

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

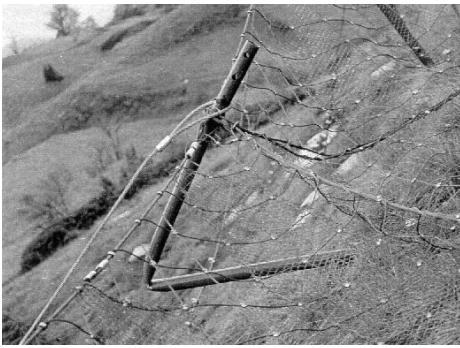
RÂTELIERS ET CLAIES EN BOIS

Piliers/ Longrines/ Chevrons	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Pourriture (sur différents composants)</p> <p>Causes: contact du bois avec le sol, végétation</p>	Remplacement des différents composants, éventuellement, dans des cas extrêmes, renoncement à l'ouvrage ou remplacement de l'ouvrage tout entier
	<p>Remblai de la construction avec des pierres</p> <p>Chevrons endommagés</p> <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> <p>Remplacer les chevrons</p>
	<p>Fissures dans les bois en général (différents composants)</p> <p>Pourriture (sur différents composants)</p> <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> <p>Remplacement des différents composants. Si justifié, remplacer l'ouvrage en entier.</p>
	<p>Affaissement du socle de fondation du pilier</p> <p>Causes: Pression de la neige, mouvements de terrain</p>	Renforcer les fondations

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

FILETS PARAVALANCES (SUPERSTRUCTURE)

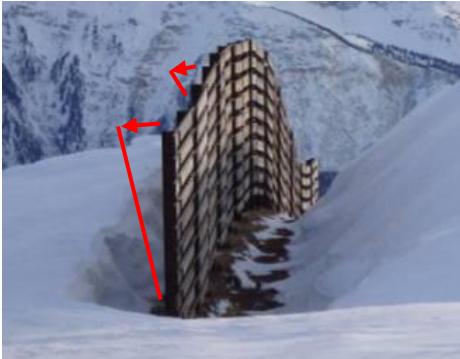
Filets et fixations	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Du mou dans les câbles en bordure du filet, les câbles de renforcement latéraux, les câbles à mailles</p> <p>Etat/ fixation du filet</p> <p>Causes: Un mou important peut être un signe de relâchement du hauban ou de l'ancrage</p>	<p>Retendre</p> 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

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

BARRIÈRES À VENT (SUPERSTRUCTURE)

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

TOITS-BUSES

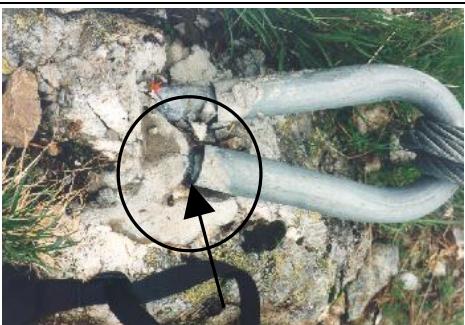
Platelage	Dommages/ Observations	Mesures
	Planches manquantes Vis lâches Causes: vissage ne fonctionne plus. Sorti de l'ancrage à cause de la pourriture et du vent. Vibrations dues au vent. (image: ouvrage intact)	Remplacer les planches Resserrer les vis
	La béquille entre le pilier et le toit est tordue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

FONDATIONS CLAIES MÉTALLIQUES, FILETS PARAVALANCES ET OUVRAGES À VENT

Plaque 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>
	<p>Tassement du micropile</p> <p>Reconnaissable au changement de géométrie (de l'angle pilier-montant ou pour les ouvrages avec barre comprimée angle ancrage-montant: 15°-> env. 0°)</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>	<p>Aucune, observer, év. remplacer le micropile</p> <p>Installer un socle en béton armé, complété avec un micropile 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>
		

Micropieus	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Flambage latéral / déformation du micropieu</p> <p>Sensible surtout pour les filets paravalanches.</p> <p>Pour les claires 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 >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>Reconnaissable 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>

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



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

DIGUES PARAVALANCES (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.

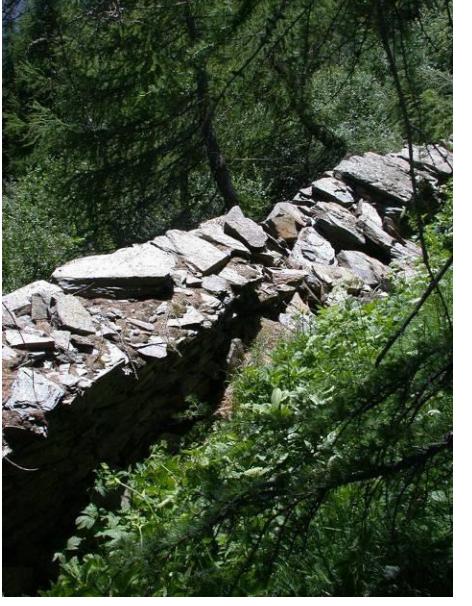
Ouvrage en zone d'arrêt	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Diminution de la hauteur efficace</p> <p>Accumulation de matériaux (coulée de boue ou chute de pierres) dans la zone d'arrêt</p> 	Vider aussitôt que la hauteur efficace selon projet se trouve diminuée de manière significative

Digue paravalanche	Dommages/ Observations	Mesures
	Enracinement dans le mur de la digue	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>

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

MURS EN PIERRES SÈCHES

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

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

ANNEXE:

Check-list – Évaluation des dégâts

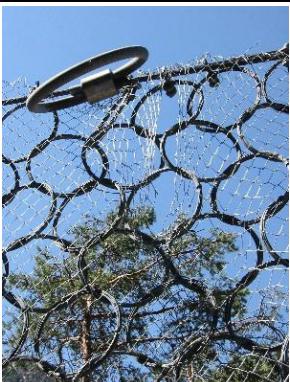
ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES OUVRAGES PARE-PIERRES (PROCESSUS DE CHUTE)

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 Encrages 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

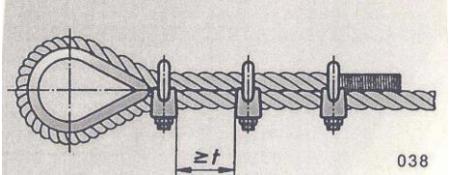
Les photos de dommages ont été collectées pour l'inspection des ouvrages de type pare-pierres. Elles servent d'aide pour le contrôle visuel. Les photos répertorient les dommages les plus fréquemment rencontrés sur des ouvrages de protection. Un œil exercé pourra reconnaître les déplacements, les déformations, 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
	<p>Beaucoup de mou dans le filet</p> <p>Hauteur efficace réduite</p> <p>Un mou trop important peut être un signe de relâchement ou de rupture des haubans / câbles de retenue</p>	<p>Retendre</p> <p>Contrôler les câbles et les ancrages et réparer les dégâts</p>
	<p>Câbles de retenue et haubans lâches</p> <p>Causes: mouvements de terrain, événements naturels</p>	<p>Retendre</p> <p>Contrôler l'ancrage</p>
	<p>Pierres, troncs d'arbre et souches isolés dans les filets</p> <p>Remblai partiel ou complet des ouvrages</p> <p>Causes: chutes de pierres, d'arbres, érosion, coulées de boue</p>	<p>Vider</p>
	<p>Le treillis est endommagé</p> <p>Causes: Chutes de pierres</p>	<p>Réappliquer le treillis sur toute la surface du filet. Boucher les trous.</p> <p>Remplacer le treillis</p>

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.
Causes: chutes de pierres et d'arbres		
	Déformation des anneaux Anneaux écrasés ou fortement déformés Fissures dans les anneaux	Remplacer le filet
Causes: chutes de pierres et d'arbres, remblai		
	Trous dans le treillis diagonal / filet à câbles Serre-câbles manquants dans le filet de câble à mailles diagonales	Remplacer les serre-câbles manquants (suivre les indications du fournisseur ; voir aussi plus haut) Lors de dommages importants, remplacer le filet
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

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

Câbles / éléments de freinage	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Tension identique des haubans (pas trop tendus !)</p> <p>Etat du hauban</p> <p>Lors de fort tirage sur le câble, les serre-câbles peuvent être déplacées</p>	<p>Contrôle de la tension</p> <p>Retendre selon les prescriptions techniques /la notice de montage du fournisseur</p> <p>Contrôler les câbles</p>
	<p>Position et efficacité des serre-câbles</p> <p>Serre-câbles mal fixées ou pas suffisamment serrées</p>	<p>Refixer correctement les serre-câbles</p> <p>Vérifier le couple de serrage selon les indications du fournisseur de système (avec clé dynamométrique)</p>
	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)
	<p>Câbles endommagés</p> <p>Câbles écrasés ou sectionnés</p> <p>Câbles pliés</p> <p>Brins cassés</p>	<p>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</p>
	Causes: surcharge, coup sur le câble, corrosion	
	Anneaux de freinage des câbles de retenue sollicités	<p>Remplacer l'élément de freinage</p> <p>Év. remplacer le câble, retendre</p> <p>Changer l'anneau de freinage si extension >50% (env. 40cm)</p>
	Anneaux de freinage des câbles porteurs sollicités	<p>Év. remplacer le câble</p> <p>Retendre la rangée d'ouvrage</p> <p>Changer l'anneau de freinage si extension >50% (env. 40cm)</p>
	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>Causes: événement de chute de pierres et/ou d'arbres</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>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: 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>

Plaque de base et socle en béton	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Fissures dans la plaque de base Soudures endommagées</p> <p>Causes: événements de chute de pierres, défaut du matériel</p>	Remplacer la plaque de base
	<p>Fondation en béton endommagée Fissures Eclats de béton Effritement</p> <p>Causes: vieillissement, dessèchement, retrait, gel, mouvements de terrain ainsi que chutes de pierres, qualité du béton, armature</p>	<p>Aucune, observer Vérifier le terrain Consolidation du socle en béton Remplacer le socle en béton</p>
	<p>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</p> <p>Causes: surcharge, érosion</p>	<p>Installer un socle en béton Evaluer les dégâts sur les ancrages Réajuster la rangée d'ouvrages, retendre</p>
	<p>Barre d'ancrage cassée Barre d'ancrage déformée, tordue</p> <p>Causes: angle trop important entre l'ancrage et la direction du câble, défaut de matériel, chutes de pierres</p>	<p>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</p>

Tirant à câble	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Ancre déterrée, avec carotte de mortier Ancre déterrée, sans carotte de mortier Déterrer la carotte de mortier pour contrôle</p> <p>Causes: longueur insuffisante de l'ancre, injection insuffisante de mortier et surcharge</p>	<p>Protocoles de forage et contrôle de la carotte de mortier (mortier / longueur de l'ancre) Remplacer l'ancre (plus long / plus solide)</p>
	<p>Position de la tête du tirant à câble Géométrie du filet modifiée Tirant à câble avec du mou, enfoncé Tirant à câble extrait du sol Délicat dans des sols meubles</p> <p>Causes: surcharge, défaut de montage</p>	<p>Vérifier le montage / la géométrie Consolidation avec socle en béton Remplacer l'ancre et améliorer la répartition des forces</p>
	<p>Fissuration, déformation du tube de protection contre la corrosion Fissures dans le mortier Rouille/corrosion du câble d'acier Déformation de la boucle 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 Vérifier le montage / la géométrie Consolidation avec socle en béton Remplacer l'ancre, év. un ancre 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'ancre, injection insuffisante de mortier et surcharge</p>	<p>Protocoles de forage et contrôle de la carotte de mortier (mortier / longueur de l'ancre) Remplacer l'ancre (plus long / plus solide) Changer l'ancre si celui-ci est extrait >3cm du sol</p>

PALISSADES (BOIS ET ACIER)

Traverses acier / Planches d'amortissement	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Remblai du barrage</p> <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> <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> <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>

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

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 établie 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	Dommages/ 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	Dommages/ 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>

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 Év. remplir le caisson de bois de remplissage et de matériaux au grain grossier. Év. stabiliser avec des mesures d'ingénierie biologique (végétalisation)</p>
Gabions	Dommages/ Observations	Mesures
	Érosion des fondations	Observer, le cas échéant stabiliser les fondations
	Dommages au gabion	Réparer les dommages avec des câbles, sinon remplacer le gabion
	<p>Recouvrement végétal et pénétration des racines</p> <p>Boursouflure/ 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>Débroussailler périodiquement le gabion</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 Fertiliser Replanter les plants ou ressemer Tailler les plants</p>

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

DRAINAGE ET CONDUITES DE DRAINAGE

Matériel de drainage/ Fascine	Dommages/ Observations	Mesures
	Le système de drainage ne fonctionne pas ou que partiellement Le matériel et les conduites de drainage, les puits, etc. sont remplis de matériaux ou sont partiellement endommagés	Assainir, réparer ou remplacer les parties endommagées

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

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 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, retourement 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

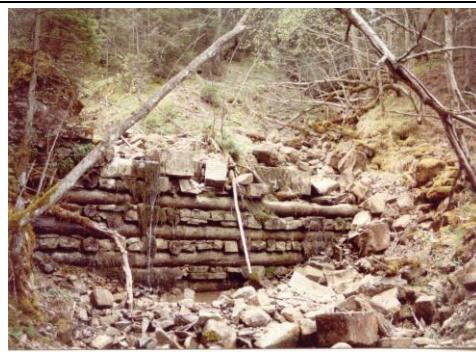
GÉNÉRALITÉS

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
	<p>Le dépotoir est rempli de matériel</p> <p>Cause : orage</p>	Evacuation du matériel
	<p>Dégâts au mur du dépotoir</p> <p>Causes: diverses</p>	Evaluer si un assainissement est nécessaire
	<p>Les traverses sont endommagées (mécanique ou pourriture)</p> <p>Cause: transport de sédiments et/ou âge des éléments</p>	Remplacer les parties endommagées
	<p>Développement d'arbres ou d'arbustes</p> <p>Cause: végétation naturelle</p>	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>	<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>Cause: bois ou glissements latéraux obstruent le lit</p>		
	<p>Erosion</p>	<p>Digue ou rehaussement du seuil</p>
<p>Cause: affouillement du fond du lit, dégâts à la section d'écoulement du seuil</p>		
	<p>Glissement</p>	<p>Digue ou rehaussement du seuil</p>
<p>Cause: affouillement du radier, dégâts à la section d'écoulement du seuil</p>		
	<p>Bois flottants</p>	<p>Débiter les embâcles</p>
<p>Cause: Châblis, glissements en forêt, apport de bois par avalanche</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>

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>Cause: mouvement dû à la réptation 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>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 / tassemement</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 (Image: symbolique)</p>	<p>Eliminer la végétation, bétonnage</p>

Seuil de blocs	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Pierres / blocs manquants</p> <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> <p>Cas extrême : reconstruction</p>
Seuil en béton armé	Dommages/ Observations	Mesures
	<p>Abrasion de la section d'écoulement / protection des bords détruite</p> <p>Cause: très fort transport de sédiments</p>	<p>Renforcer la protection des bords (plaqué de granit, d'acier ou équivalente)</p>
		
	<p>Formation de fissures</p> <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>

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 :

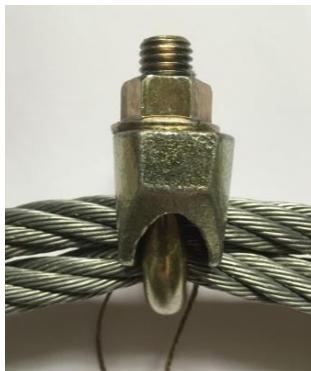


Figure 1 : Exemple pour un serre-câble de taille 16 qui a été serré (lubrifié) à 49 Nm d'après la norme EN 13411-5 lubrifié.



Figure 2 : Serrage des câbles après installation avec le couple de serrage prescrit d'après FF-C-450 Type 1 Classe 1 du Geobrugg 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.

Recommendation: 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 → Alterner 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 : $1 \times t < e > 2 \times t$

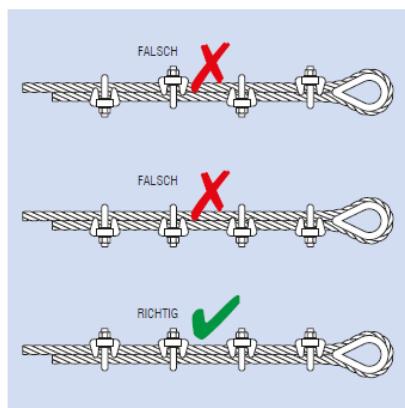


Figure 6 : Montage de serre-câbles incorrect et correct ; Source : Notice d'utilisation originale des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

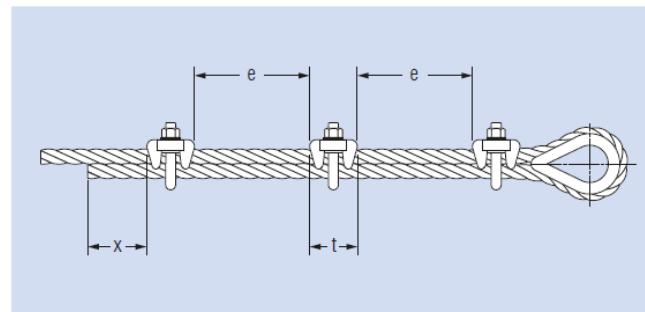


Figure 7 : Distances entre les serre-câbles avec largeur de la semelle t ; Source : Notice d'utilisation d'origine des serre-câbles PFEIFER selon DIN EN 13411-5, 10/2015.

- 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 Geobrugg 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 Geobrugg AG, 27.09.2016

* Les valeurs de lubrification ont été déterminées par Geobrugg 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.