



**Direction forêts  
et risques naturels  
Direction technique  
nationale RTM**

**Diagnostic et maintenance  
des filets de protection  
contre les avalanches**

### **Version définitive**

**Rédaction :**

Rémy Martin service RTM 74 ;

avec la collaboration de Guy Fournier et Jean Claude Poussard du service RTM 74, Daniel Jullien, Gilles Charvet du service RTM 73, Rolland Chaneac du service 38, Didier Fertin du RTM 09 et Daniel Delous du RTM 65, Jacques Bourriot Avaroc.

**Relecture :**

- Michel Truche, Direction technique RTM

Ce document est propriété de l'ONF et ne peut être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation de son directeur général (ou de ses représentants autorisés)



**Direction forêts et risques naturels**  
**Direction technique nationale RTM**

# Diagnostic et maintenance des filets de protection contre les avalanches



# Sommaire

<b>Sommaire .....</b>	<b>2</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Description des ouvrages filets de protection contre les avalanches .....</b>	<b>6</b>
1. Définition et usage.....	6
2. Implantation .....	8
2.1. La pente .....	8
2.2. L'étendue du dispositif paravalanche .....	9
2.3. La disposition .....	9
2.4. L'espacement entre les lignes.....	9
3. État des lieux des ouvrages .....	12
3.1. Synthèse des observations faites .....	12
3.2. Pratique d'entretien et de diagnostic .....	12
3.3. État de l'art RTM .....	14
4. Les éléments à retenir .....	15
<b>2. Maintenances des dispositifs paravalanches .....</b>	<b>16</b>
1. Les termes / Principes de la maintenance.....	16
2. Origine des pathologies sur les ouvrages de protection .....	18
2.1. Impact environnemental .....	18
2.2. Pathologies induites par des sollicitations fonctionnelles (pathologie normale) ....	19
3. Prévention des désordres .....	19
4. Organisation de la maintenance.....	21
4.1. Le dossier de dispositif.....	21
4.2. Fiche signalétique du dispositif .....	22
4.3. Les fiches descriptives des ouvrages du dispositif .....	22
4.4. Visites, inspections et maintenances .....	23
5. Consignes et procédures communes aux visites et aux inspections .....	24
5.1. Le personnel d'intervention .....	24
5.2. La période d'intervention.....	24
5.3. Mesures générales à prendre suite à un relevé d'anomalie .....	24
<b>3. Conclusions.....</b>	<b>26</b>

<b>4.</b>	<b>Liste des Clichés.....</b>	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>Liste des figures .....</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>27</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>28</b>
<b>8.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>30</b>
	<i>Annexe 1 Pathologies et préconisations par éléments de filets de protection contre les avalanches.....</i>	<i>30</i>
	<i>Annexe 2 Éléments du cahier des charges techniques particulières pour la pose de filets de protection contre les avalanches .....</i>	<i>84</i>
	<i>Annexe 3 Modèles de documents pour le suivi pour la maintenance de filets de protection contre les avalanches.....</i>	<i>110</i>
	<i>Annexe 4 Exemple d'un dossier de suivi de dispositif de protection contre les avalanches .....</i>	<i>126</i>



RTM 74

# Introduction

Les services RTM de l'ONF ont mis en place des filets de protection contre les avalanches à partir des années 1970. Ils ont contribué dans les premières années au perfectionnement de ces ouvrages. Ils ont depuis assuré la maintenance des dispositifs de filet installés en forêts domaniales RTM terrains dont ils ont la gestion pour le compte du ministère de l'agriculture ainsi que celle des dispositifs des communes lorsque celles-ci le souhaitent.

Aujourd'hui un certain nombre de dispositifs sont vieillissants, d'autres présentent des dommages parfois importants. Les premiers ouvrages posés ont désormais plus d'une trentaine d'années. Ils ne sont pas forcément les plus endommagés. Ce constat pose la question des méthodes de suivi des ouvrages, des méthodes de maintenance et donc du diagnostic des ouvrages aujourd'hui en place.

Le guide technique « Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses - Pathologie et gestion des ouvrages » - LCPC- Décembre 2009 traite du sujet de la maintenance d'ouvrages souples de type filet pare-pierre. Ce document traite d'ouvrages similaires, le choix est donc fait d'utiliser les mêmes termes. Un état des lieux des ouvrages existants, des expériences de pose, des pratiques de suivi a été réalisé durant l'année 2012 au sein des différents services RTM et auprès des agents bénéficiant de plusieurs années d'expérience. A ce titre, il convient de nommer : Guy Fournier et Jean-Claude Poussard du service RTM 74, Daniel Jullien, Gilles Charvet du service RTM 73, Roland Chanéac du service 38, Didier Fertin du RTM 09-31 et Daniel Delous du RTM 65-64. Ces agents ont participé aux premières mises en place des ouvrages filets paravalanches dans les années 1980-1990 et assurent aujourd'hui des missions de suivi. Un appui technique a été apporté par Jacques Bourriot de la société AVAROC, celui-ci ayant collaboré à de nombreux chantiers RTM dans les années 1980-1990.

Le présent rapport rappelle les principes des ouvrages filets paravalanches, il synthétise l'expérience RTM, il propose des outils de suivi pour le diagnostic et la maintenance des ouvrages conforme à la norme française (norme NF P 95-304). Il est rédigé de manière à contenir tous les éléments utiles à un Maître d'Ouvrage qui souhaiterait mettre en place un suivi de ses ouvrages. Des fiches illustrées par éléments d'ouvrage sont jointes en annexe.

# Description des ouvrages filets de protection contre les avalanches

*Ce chapitre s'inspire en grande partie de :*

- *la norme NF P 95-304 : équipements de protection contre les avalanches - Écrans paravalanches souples, en cours de révision ;*
- *le guide de l'Office fédéral de l'environnement OFEV et de WSL institut fédéral pour l'Étude de la Neige et des Avalanches ENA « Construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement » - 2007.*

*Les éléments issus de ces documents sont complétés de remarques.*

## 1 Définition et usage

Selon la norme NF P 95-304 :

« Un filet paravalanche est un ouvrage charpenté souple installé dans la zone de départ d'une avalanche afin d'atténuer fortement le risque de son déclenchement éventuel. Il s'oppose aux mouvements lents de la neige, en principe sur toute la hauteur du manteau neigeux. Il est conçu pour pouvoir être posé dans des conditions optimales sur des pentes variant entre 35° et 50° ».

Techniquement le filet répond au cas où l'implantation d'ouvrages rigides est difficile :

- pour des raisons paysagères, (un filet est plus discret dans le paysage qu'un râtelier) ;
- pour des raisons de fondation, (la mise en œuvre de fondations pour râtelier est compliquée et coûteuse) ;
- pour des raisons d'adaptabilité au terrain (couloir) ;
- pour des raisons de coût à la mise en place (sur le long terme, il semble que les filets ne soient pas obligatoirement la solution économiquement la plus avantageuse).



Cliché 1 : rangées de filets paravalanches, OZ-en-Oisans Alpes d'Huez (R. Chanéac RTM 38).

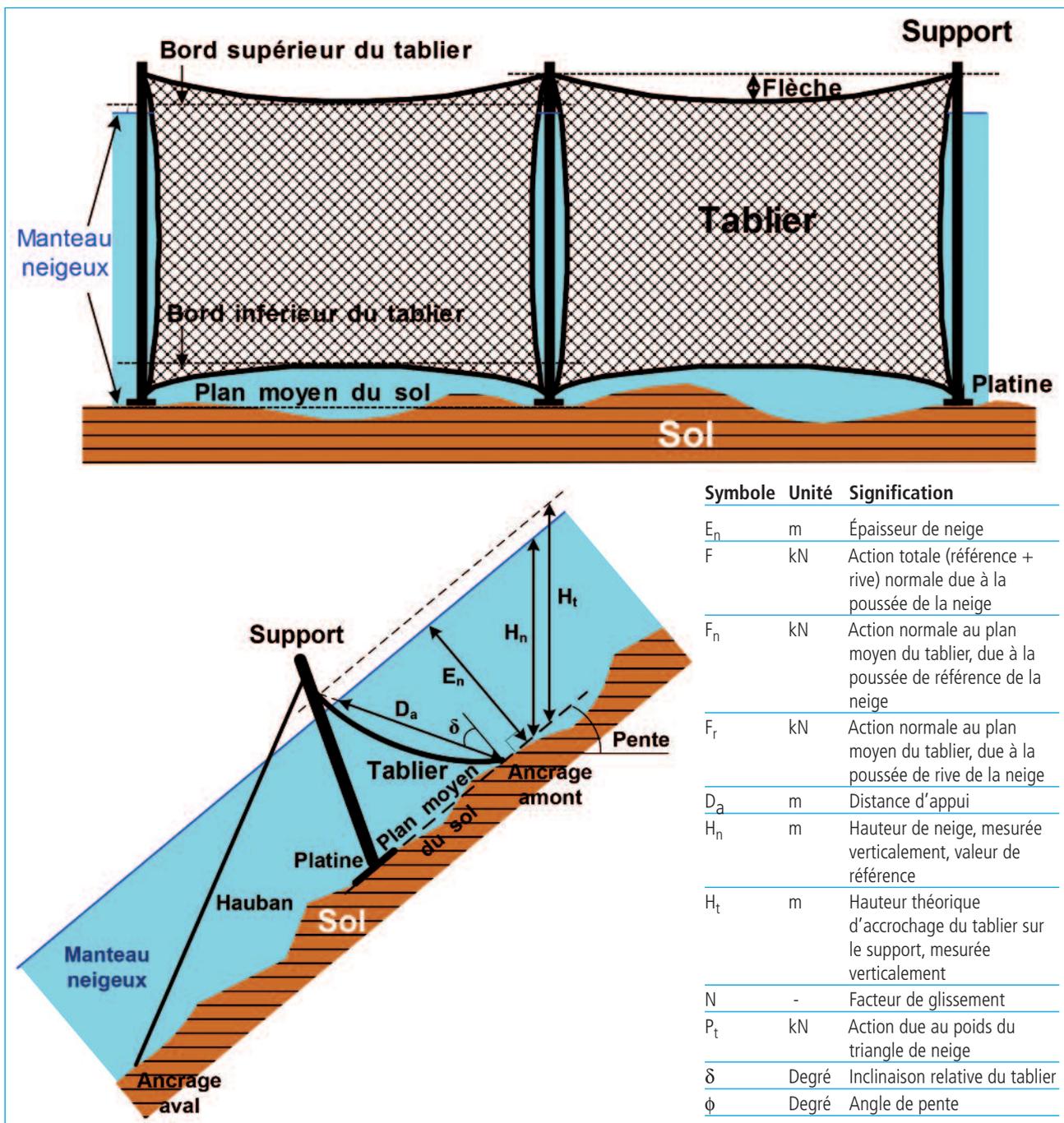


Figure 1 : caractéristiques géométriques d'un filet paravalanche selon la norme NFP 95-304 (F. Rapin Irstea).

L'ouvrage est sollicité par la pression de la neige, d'une part, et par des poussées dynamiques (car forces dynamique = création d'un mouvement), d'autre part. Alors que la pression statique de la neige sert de base au dimensionnement, leur disposition doit permettre de maîtriser les éventuelles poussées dynamiques de manière à ce qu'elles n'endommagent pas, ou peu les ouvrages.

Les sollicitations dynamiques susceptibles d'endommager les filets sont :

- les chutes de pierre ;
- les coulées de neige ;
- les ruptures de corniche pour les lignes sommitales ;
- les glissements de terrain et les coulées boueuses.



Cliché 2 : Frumezan\_St Colomban des Villards (73), lignes de filets paravalanches endommagées par une coulée de neige (poussées dynamiques)

## 2 Implantation

Elle dépend de plusieurs facteurs. Les facteurs d'implantation des ouvrages doivent être connus :

- pour le diagnostic des dispositifs, des défauts d'implantation peuvent être à l'origine de désordres ;
- pour les améliorations que le diagnostic doit proposer si des désordres apparaissent (ajout d'ouvrages, remplacement d'ouvrage, etc).

### 2.1 La pente

Les ouvrages sont conçus pour être implantés sur des sites où la pente est comprise entre 35° et 50°. Techniquement il s'avère que pour les pentes de plus de 45°, l'implantation d'ouvrage devient difficile. Il est essentiel de retenir une implantation des ouvrages en courbe de niveau.

Deux pratiques se sont côtoyées :

- l'alignement des poteaux entre eux, auquel cas en terrain un peu accidenté on ne retrouve pas forcément un alignement des ancrages amont ;
- l'alignement des ancrages amont, auquel cas en terrain un peu accidenté on ne retrouve pas un montage en hauteur homogène de poteaux.

Dans le cas de terrain accidenté à pente ondulée, il est nécessaire d'adapter les ouvrages soit en fragmentant les lignes soit en les dotant d'une bavette en grillage double torsion en bord inférieur du tablier lorsque le filet est trop éloigné du sol (franchissement de micro talweg) ; dans ce dernier cas il doit être gardé en mémoire que les conditions de chargement du filet seront plus fortes.

Le filet doit être positionné perpendiculairement au sens de reptation de la neige qui est généralement

celui de la pente générale à corriger mais dans certains cas, notamment en sommet de crête, ce sens de reptation de la neige peut être différent de la plus forte pente.

## 2.2 L'étendue du dispositif paravalanche

### *Étendue amont aval*

Les ouvrages doivent être installés au niveau des cassures les plus hautes de plaques de neige.

En tête de versant ou si le panneau de versant à équiper est surplombé par des corniches, la rangée supérieure doit être placée au plus près du sommet sans pour autant qu'elle puisse être enfouie. Dans ces cas, il faudra penser à éventuellement associer l'ouvrage d'ouvrages à vent paravalanches tel que barrières à neige, vire-vent ou toits-buses.

Vers l'aval le dispositif doit être étendu soit jusqu'à ce que la pente devienne inférieure à  $30^\circ$  ou jusqu'à ce que les quantités de neige mobilisables ne soient plus préjudiciables à l'aval. La valeur de  $30^\circ$  est à moduler en fonction de la rugosité des terrains.

### *Étendue latérale*

S'il n'est pas possible d'aménager en totalité un panneau de versant, du fait de la configuration du terrain ou pour des raisons financières, les ouvrages de flanc découverts doivent être étagés en retrait

vers l'aval. Le guide « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement » OFEV-2007 préconise la réalisation d'ouvrage supplémentaire (figure 2).

## 2.3 La disposition

En règle générale, les ouvrages sont disposés en lignes continues selon les lignes de niveaux. Dans le cas des filets comme ils sont souvent utilisés dans des contextes morphologiques complexes la disposition est généralement discontinue et s'adapte aux accidents du relief.

Dans le cas de terrain complexe, par souci d'économie de fourniture, il peut être tentant de réaliser des lignes continues, cependant leur réglage et leur entretien dans le temps peut conduire à des difficultés d'entretien dont le coût peut devenir important. Dans ces cas, il apparaît beaucoup plus efficient de réaliser des lignes fragmentée combinée. L'étendue du dispositif et la disposition doivent garantir la protection des ouvrages aval par un ouvrage amont.

## 2.4 L'espacement entre les lignes

Il est calculé en fonction de différents paramètres dont le facteur de glissement  $N$  (tableau 1). Celui-ci dépend de la classe de sol du terrain et de l'exposition.

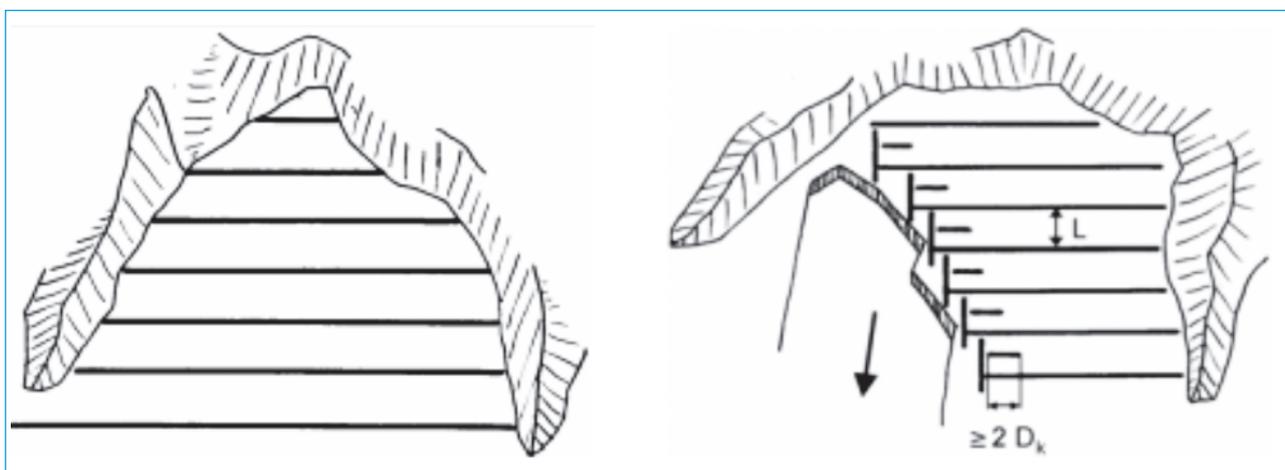


Figure 2. : aménagement intégral et partiel d'un panneau de versant (guide « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »)

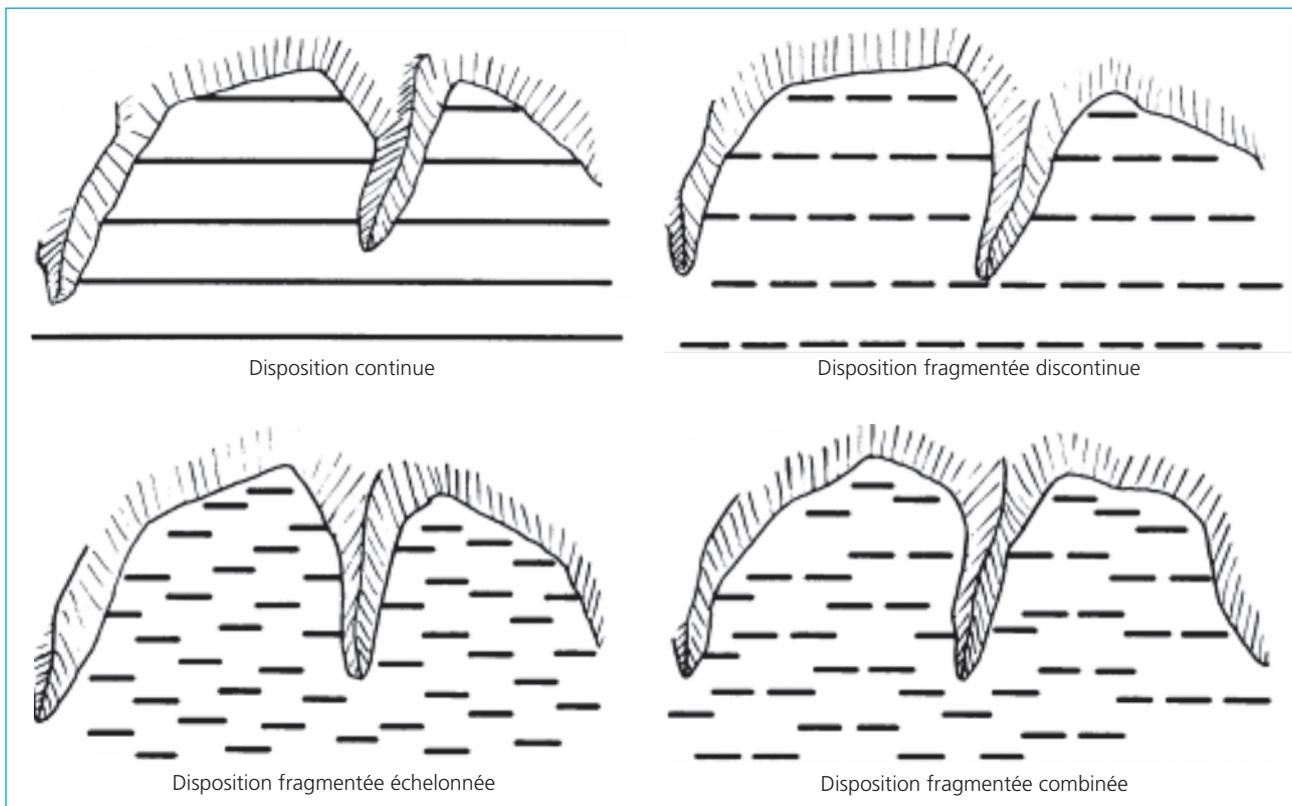


Figure 3 : différentes dispositions d'ouvrages (guide « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement

Classe de sols	Facteur de glissement N	
	Exposition WNW-N-E	Exposition ENE-S-WNW
<b>Classe 1</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• éboulis de gros blocs (<math>d^* \geq 30</math> cm)</li> <li>• terrain hérissé de blocs plus ou moins gros</li> </ul>	1,2	1,3
<b>Classe 2</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• broussailles de vernes ou de pins, hautes de 1 m au moins</li> <li>• gros mamelons (plus de 50 cm de haut) couverts de gazon ou d'arbrisseaux</li> <li>• sillons (traces de vaches) profondément creusés</li> <li>• éboulis grossiers (<math>d^*</math> 10 à 30 cm)</li> </ul>	1,6	1,8
<b>Classe 3</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gazon court coupé d'arbrisseaux (bruyère, rhododendrons, myrtilles, vernes en buissons et pins, hauts de moins de 1 m)</li> <li>• fin pierrier (<math>d^* \leq 10</math> cm) mélangé de gazon et de buissons</li> <li>• petits mamelons, jusqu'à 50 cm de hauteur, couverts de gazon ou de buissons, éventuellement disséminés sur un gazon lisse</li> <li>• gazon coupé de sillons peu profonds</li> </ul>	2,0	2,4
<b>Classe 4</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• chaume lisse et uniforme</li> <li>• dalles lisses à stratification parallèle à la pente</li> <li>• pierrier uni, mélangé de terre</li> <li>• vallonements marécageux</li> </ul>	2,6	3,2

$d^*$  est la grosseur moyenne des blocs, caractéristique de la rugosité du sol

Tableau 1 : classes de sols et facteurs de glissement (guide Suisse « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »).

A défaut de justification le facteur de glissement N est pris égal à 2.6 ou 2 d'après la norme NFP 95-304. Il importe cependant de repérer les cas plus négatif ou plus positif. Par exemple, pour des dalles rocheuses lisses ou une pente plane avec pelouse avec une exposition générale Sud (ONO à ENE par O, S et E) le facteur de glissement N peut être de 3.2.

Actuellement, compte tenu du réchauffement climatique observé depuis quelques années et des phénomènes de reptation de grande ampleur, il est recommandé de veiller à ne pas sous-estimer ce facteur. Un écartement moindre limite les contraintes et augmente la durée de vie des ouvrages.

Pente (°)	Hauteur de neige Hm en m	Espacement en m selon la pente	
		N = 2	N = 2.6
30	3	33.6	
	4	44.8	
	5	56	
32.5	3	29.2	27
	4	39	36
	5	48.7	45
35	3	26.9	21
	4	35.8	28
	5	40	35
37.5	3	21	16.9
	4	28	22.6
	5	34.5	28.2
40	3	17.4	14.8
	4	23.2	19.7
	5	29	24.6
42.5	3	15	13.3
	4	20	17.8
	5	25	22.2
45	3	13.3	12
	4	17.8	16
	5	22.2	20
47.5	3	12	11
	4	16	14.6
	5	20	18.2
50	3	11.1	10.2
	4	14.8	13.6
	5	18.5	17
52.5	3	10.3	9.7
	4	13.8	13
	5	17.2	16.2
N = 2	Éboulis grossier (10-30 cm) sans végétation ou gradins de pâturages profondément creusés ou gros mamelons de plus de 50 cm de haut couvert d'arbrisseau de moins de 1 m de haut <b>exposés Sud (de ONO à ENE par O, S et E)</b> Ou pierrier fin (moins de 10 cm) sans végétation ou pente avec petits mamelons herbacés de moins de 50 cm de haut ou pente plane couverte de broussailles de plus de 1 m de haut <b>exposés Nord (de ONO à ENE par N)</b>		
N = 2.6	Pierrier fin (moins de 10 cm) sans végétation ou pente avec petits mamelons herbacés de moins de 50 cm de haut ou pente plane couverte de broussailles de plus de 1 m de haut <b>exposés Sud (de ONO à ENE par O, S et E)</b> Dalles rocheuses, pierrier fin uni mêlé de terre ou pente plane avec pelouse mal entretenue ni fauche ni pâturée <b>exposés Nord (de ONO à ENE par N)</b>		

Tableau 2 : espacement des filets selon la pente pour les facteurs de glissement de la norme NFP 95-304, N = 2 et N = 2,6

### 3 État des lieux des ouvrages

Ainsi que mentionnée en introduction, la méthodologie mise en place s'appuie sur le retour d'expérience d'agents RTM. Différents dispositifs ont été visités pour servir de support aux témoignages, ce sont ceux de Châtel et du Grand-Bornand en Haute-Savoie, d'Oz-en-Oisans en Isère, de Tignes et de Saint Colomban des Villards, forêt domaniale de Frumezan en Savoie et de l'Hospitalet-près-l'Andorre en Ariège. Un appui technique a été commandé à Jacques BOURRIOT, société AVAROC au titre de son expérience professionnelle reconnue sur la pose des filets Menta et au titre de ses compétences sur la connaissance de produits. Deux journées d'échange regroupant les agents RTM ont eu lieu en juillet 2012 à l'Hospitalet-près-l'Andorre, site d'altitude très fortement équipé en ouvrage filets paravalanches.

La gamme relativement vaste des ouvrages proposés par les divers fournisseurs et sociétés de montage a pu être ainsi observée. Elle couvre une période de pose allant des années 1970 à 2000.

#### 3.1 Synthèse des observations faites

Les points essentiels de cet état des lieux sont :

- des défauts de conception progressivement améliorés touchant tous les éléments de l'ouvrage, les platines, les liaisons ancrages-filet, les poteaux, la conception de filets, les câbles ;
- des difficultés techniques pour le respect des rayons de courbure des câbles avec encore aujourd'hui aucune solution réellement satisfaisante ;
- des évolutions des modèles accompagnant l'apparition de la norme, une recherche d'optimisation des coûts par les fournisseurs en répondant strictement à la norme ;
- des ruptures d'ancrages très nombreuses, et une difficulté à trouver un système de liaison ancrage filet satisfaisant ;
- des difficultés d'entretien parfois très importantes ;
- des cas sans aucun problème et des cas avec une accumulation de difficultés ;

- des problèmes d'implantation incluant des contextes de terrains accidentés (couloir étroit, ressaut rocheux...) ;
- des ruptures d'ouvrage en bout de lignes confirmant des efforts plus importants concentrés aux extrémités. Le RTM demande le doublage des ancrages de bout de ligne ;
- peu ou pas de problème de corrosion ;
- l'implantation de grande ligne, économique mais en contexte de terrains accidentés rendant quasi impossible le réglage du filet ; il est fortement conseillé de réaliser des dispositifs fragmentés combinés.

En annexe des illustrations des désordres sont classées par éléments d'ouvrages. Cet annexe peut constituer un document d'illustration des désordres très utile au diagnostic.

#### 3.2 Pratique d'entretien et de diagnostic

L'entretien lorsqu'il a été réalisé, revêt des formes très différentes.

Sur des dispositifs anciens, l'entretien peut :

- se limiter à des opérations simples portant sur le nettoyage des filets, le réglage des haubans aval, le changement de serre-câbles ; les ouvrages sont alors jugés généralement en bon état ;
- consister en un entretien quasi permanent qui doit pallier à des ruptures d'élément de l'ouvrage. Les ruptures sont observées sur tous les éléments de l'ouvrage, le plus problématique restant la rupture de l'ancrage ou de la liaison ancrage filet. Dans le cas d'entretien important la question qui se pose est soit celle du renforcement du dispositif par rajout d'une ligne complémentaire soit celle de son abandon pour une autre solution technique (râtelier, claie, déclenchement...).

Le Tableau 3 permet d'avoir un aperçu du coût d'entretien sur une période proche de la durée de vie des ouvrages (20 ans), celui-ci représente en gros 50 % de l'investissement.

Site	Châtel (74) Site communal	Frumezan (73) FD RTM de Combe Barral	L'Hospitalet (09) FD RTM	Le Capet (65) FD RTM
Age du dispositif	1990	1980 à 2008	1980 à 2000	1978 à 1980
Elt de coût d'entretien	5 000 à 6 000 € HT/an pour environ 1 000 ml, soit 5 à 6 € /ml/an	Environ 16 000 € HT/an pour environ 1 000 ml soit environ 16 €/ml/an	Environ 15 000 € HT/an pour environ 1 150 ml soit environ 13 €/ml/an	Environ 17 000 € HT tous les 2 ans

Montant d'une opération de remise en état global du dispositif de la FDRTM du Capet (65)

Héliportage	
Repositionnement des poteaux	Pour 88 ml de filet 17 000 € HT soit 195 €/HT/ml
Repositionnement des haubans	
Changement serre-câble	
Reprise tension des câbles de pied	

*Ce type d'opération est à réaliser au moins tous les 5 ans ou après des années d'enneigement exceptionnel*

Tableau 3 : éléments de coût des opérations d'entretien de dispositif de filets. (FDRTM : Forêt Domaniale RTM).

En dehors de l'entretien courant visant à remplacer des pièces corrodées ou endommagées, l'objectif essentiel de l'entretien est de garantir chaque année que les ouvrages pourront fonctionner correctement lors du prochain enneigement. C'est-à-dire qu'ils conservent leur capacité à se déformer pour une bonne répartition des efforts, pour cela il faut s'assurer :

- de la bonne géométrie des ouvrages ;
- de la souplesse des haubans aval ;
- de la bonne position des appuis de poteaux ;
- de la souplesse des filets mais aussi de leur bon positionnement (ils ne doivent pas venir s'appuyer sur les poteaux).

Par conséquent lorsque les filets ont été mis en œuvre dans des conditions de terrains accidentés en raison de la topographie, qu'il a été difficile de les régler et que pour le maintien du filet il a fallu décaler des ancrages, il est déjà quasi impossible initialement de garantir une bonne souplesse de l'ouvrage. Ce contexte est gage d'opérations d'entretien importantes par la suite.

Dans la pratique pour le diagnostic des ouvrages, il est mis en place une analyse par éléments d'ouvrage :

- l'ancrage ;
- la liaison ancrages filets (chape de liaison) ;
- filets ;
- poteaux ;
- platines ;
- haubans.

Les dispositifs étant souvent vastes une numérotation visible sur site a été nécessaire dans la quasi-totalité des cas. Cette numérotation se fait a minima par ligne de filet.



Cliché 3 : Plaque de numérotation de filet

Dans le cas d'ouvrage réalisé de manière conforme, le diagnostic est réalisé essentiellement par le contrôle de la géométrie des ouvrages. La géométrie est observée en bout de ligne et comprend :

- l'alignement et l'inclinaison des poteaux ;
- l'alignement des haubans aval et leur ventre (ils ne doivent pas être tendus) ;
- l'alignement et la courbure des filets.

Dans le cas d'ouvrage non réalisé d'une manière conforme pour des raisons liées à l'implantation, la géométrie est aussi un bon indicateur sous condition. L'agent qui fait ce contrôle, à lors de sa première visite fait un diagnostic plus approfondi pour comprendre la géométrie attendue.

### 3.3 État de l'art RTM

Le retour d'expérience réalisé a permis d'établir, un état de l'art RTM. Celui-ci prend la forme :

- de fiches techniques illustrées pour chaque élément de filets, illustrant les pathologies ; ces fiches constituent l'Annexe 1 ;
- d'un cahier des clauses techniques particulières pour la pose de filets paravalanches dont la lecture permet d'apprécier les points de contrôle importants ; ce cahier des clauses techniques constitue l'Annexe 2 ;
- de modèle de document pour le suivi d'un dispositif de filets de protection contre les avalanches ; ces modèles constituent l'Annexe 3.

Les propositions RTM pour le bon fonctionnement du dispositif concernent différents points.

#### Implantation des lignes

Cette opération est primordiale car elle peut conditionner l'avenir du dispositif et être à l'origine de certains désordres.

En théorie, il faut implanter les ancrages amont sur une même courbe de niveau pour une ligne continue. Ce principe ne peut être retenu que dans le cas d'un terrain à relief très uniforme.

Lorsque le terrain présente un relief irrégulier, la solution est de fractionner les lignes.

La difficulté de l'implantation se présente dans les terrains à micro-reliefs. Dans ce cas on aura tendance à préférer l'alignement du pied des poteaux pour garder à la fois le côté fonctionnel et esthétique du dispositif. Il est donc alors nécessaire d'avoir un réglage au niveau de la liaison ancrage amont filet, la meilleure solution étant alors la boucle de câble. Dans les micro-talwegs, il peut être choisi de prolonger les filets par une bavette en grillage double torsion, en conservant en mémoire que les charges sur le filet peuvent alors être plus importantes. Cette technique évite cependant les coulées sous le filet.

#### Les ancrages amont

Ils doivent reprendre des efforts importants avec des sens de traction qui peuvent varier en fonction de l'état de chargement du filet.

Pour les forages, l'idéal qui est une orientation permettant de garantir un travail en traction est très rarement aisé à mettre en œuvre. Dans les cas les plus délicats on admettra de les orienter perpendiculairement au sol.

Les ancrages par câble sont à privilégier. La boucle type des ancrages mono toron présente une meilleure fiabilité que les boucles serties. Cependant pour les ancrages mono toron, le respect d'un diamètre de foration adapté impose des forages de plus de 60 mm de diamètre. Si possible, il est vivement conseillé d'exiger des moyens de foration de type marteau fond de trou pour de meilleures performances et pour la faisabilité d'ancrage de plus gros diamètre.

## 4 Les éléments à retenir

Les filets paravalanches sont implantés dans la zone de décrochement. Dans la majeure partie des cas plusieurs lignes de filets sont nécessaires. On appelle dispositif de filets paravalanches l'ensemble des ouvrages implantés dans la zone de décrochement. Un dispositif peut être composé de filets de tailles différentes. Un dispositif peut être complété d'ouvrages à vent paravalanches pour protéger les filets sommitaux.

Contrairement à des filets pare pierre, les ouvrages paravalanches sont conçus pour résister à des chargements quasi-statiques pour des hauteurs de neige variables (poids de la neige et reptation de la neige). Ils subissent chaque année un chargement dont l'importance dépend de la hauteur de neige accumulée dans le filet et de la distance entre filet. Dans leur conception il est tenu compte de la mobilité des éléments, les filets en se chargeant en neige se déforment, les poteaux se redressent les haubans se tendent. Pour que les efforts soient bien répartis il est essentiel que sous le chargement de la neige, la structure de l'ouvrage se déforme conformément aux hypothèses du concepteur.

Les filets sont sollicités chaque année sauf situation extrême sans neige. De fait, il est possible d'observer rapidement des dommages aux ouvrages si ceux-ci présentent des défauts. Un constat annuel

est indispensable. Celui-ci devra permettre de détecter les éléments préjudiciables au bon fonctionnement de l'ouvrage l'année suivante. En retenant en premier lieu que les filets sont des ouvrages qui doivent se déformer.

Théoriquement l'implantation des filets suit des règles, cependant en fonction de la complexité du terrain celles-ci sont à ajuster. Les facteurs d'ajustements courants sont :

- la nature des terrains d'ancrage, il est intéressant de réaliser des ancrages dans des sols de qualité sûre, et donc parfois les ancrages peuvent avoir été déportés ;
- la topographie du site, notamment dans l'aménagement de couloir étroit ou de site avec de nombreuses ruptures de pente ;
- des effets de site perturbant l'accumulation de la neige, il s'agit essentiellement des effets du vent qui peuvent conduire à des chargements hétérogènes des filets au sein de couloir ;
- les moyens financiers dont disposait le Maître d'Ouvrage.

Le diagnostic de ces ouvrages doit donc se faire en connaissant, les règles de dimensionnement et d'implantation, les principes de fonctionnement des ouvrages, les choix initiaux et notamment financier via le nombre d'ouvrage pour le dispositif. De ces choix découlent forcément le montant des opérations d'entretien.



Cliché 4 : Frumezan - St Colomban des Villards, chargement hétérogène d'un même dispositif

# Maintenances des dispositifs paravalanches

*La maintenance des ouvrages de type filet a fait l'objet d'un guide technique : « Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses - Pathologie et gestion des ouvrages » 2009-LCPC-Pierre Guillemin. Nous reprenons ici les préconisations de ce guide en les adaptant aux dispositifs de filets paravalanches.*

## 1 Les termes / Principes de la maintenance

La maintenance, qui est l' « ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise » est un domaine structuré et rigoureux. Les termes extraits du « guide de la maintenance des bâtiments » utilisés sont :

« En matière de financement l'entretien préventif s'avère généralement moins onéreux que l'entretien correctif ou curatif. La tentation de différer des investissements de maintenance préventive est souvent grande, mais s'avère être un mauvais calcul en regard des conséquences que cette démarche peut impliquer ».

La maintenance de filets paravalanches s'appuie sur différentes analyses :

1- Le dimensionnement du filet (a-t-il été bien dimensionné ? ; la hauteur est-elle la bonne ? ; l'ensemble du panneau de versant est-il couvert par les ouvrages ? ; y a-t-il eu prise en compte d'accumulations par le vent en crête ? ; y a-t-il eu prise en compte d'effets de site sur l'accumulation de la neige ? ...)

2- L'implantation des filets (les filets sont-ils bien positionnés ?, la distance entre lignes de filets est-elle correcte ?, y a-t-il des décrochements au-dessus ?, l'implantation dans le sens de la pente est-elle adaptée ?, le passage de l'étude à la réalité de terrain adopte-t-il le meilleur compromis ?) ;

3- Le suivi des ouvrages par éléments de structure :

- a. Les ancrages ;
- b. Liaisons ancrages filets ;
- c. Poteaux ;
- d. Platines ;
- e. Nappe de Filets et haubans ;

a-t-il été réalisé et que met-il en évidence ?

4- L'expérience du chantier de pose (notamment les résultats des essais de contrôle et de conformance, le réglage des filets, la réalisation des ancrages...), et les difficultés de chantier permettent-elles de comprendre les difficultés de suivi ?

5- Les dysfonctionnements de filet (coulée au travers de filets, blocs dans les filets, espacement trop important entre filets).

Terme	Définition	Remarques
<b>Diagnostic</b>	Analyse d'un ensemble de facteurs ou de symptômes, visant à établir l'état d'un ouvrage ou les causes d'un éventuel désordre constaté, afin de choisir les mesures à prendre pour y remédier. Examen permettant d'apprécier l'état d'usure d'un composant, afin de déterminer les opérations de maintenance à exécuter ou la durée de vie restante.	Localisation d'une défaillance Contrôle de la géométrie
<b>Durabilité</b>	Durée de vie ou durée de fonctionnement potentielle d'un ouvrage ou d'un équipement pour la fonction qui lui a été assignée dans des conditions d'utilisation et de maintenance donnée.	Attention : durée de vie d'un ouvrage Eurocode 0 (25, 50, 100 ans) Pour les filets pare pierre selon ETAG 27 : 25 ans, pour les filets paravalanches ils semblent admis que cela soit 20-30 ans
<b>Entretien</b>	Ensemble de travaux ayant pour but de maintenir dans leur état initial des ouvrages existants, sans changer leur usage ou leur fonction. Il peut s'avérer nécessaire plusieurs fois pendant la durée de vie. Il limite ainsi les risques de désordre ou de panne. Entretien courant / Entretien préventif	Réglage des câbles / positionnement des poteaux / dégagement de la végétation / dégagement des blocs et des animaux morts pris dans les filets /
<b>Maintenance</b>	Ensemble des activités destinées à maintenir ou rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives, et de management	Reprise d'un ancrage / changement d'un câble / changement d'un poteau
<b>Maintenance corrective</b>	Ensemble des activités réalisées après défaillance d'un bien ou dégradation de sa fonction. Ces activités comprennent la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification et le contrôle du bon fonctionnement	Rajout d'un ancrage / déplacement de la ligne / rajout d'une ligne
<b>Maintenance curative</b>	Activités nécessaires à la remise en état permanente d'un bien. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer les défaillances.	Protection par une ligne de filet supérieure / Protection contre les chutes de blocs
<b>Maintenance palliative</b>	Ensemble des activités de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie de sa fonction. Appelée couramment dépannage, cette maintenance est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives	Ancrages de fortune / Accastillage temporaire / utilisation de boucle de câble
<b>Maintenance préventive</b>	Activités ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Ces activités sont déclenchées selon un échéancier établi (maintenance systématique) et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien (maintenance conditionnelle)	Protection contre la corrosion, remplacement serre-câble, remplacement pièce de liaison ancrage-câble
<b>Réhabilitations</b>	Restauration ou rénovation de bâtiments en très mauvais état et ne répondant plus à des conditions de sécurité ou de confort	Pour les filets à éviter
<b>Réparations</b>	Travaux de remise en état dans le but de supprimer ou de réduire les conséquences de la vétusté, de l'usure ou de désordres. On entend par « grosses réparations » une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après défaillance afin de remettre en état ce qui est détérioré.	
<b>Visite</b>	Examen visuel préventif d'un ouvrage par un professionnel averti, dans le but de détecter un défaut ou une dégradation	Notion de visite et d'inspection qui n'ont pas le même degré d'implication

Tableau 4 : Définition des termes des opérations de maintenance

## 2 Origine des pathologies sur les ouvrages de protection

### 2.1 Impact environnemental

Ces pathologies sont considérées comme « anormales » dans la mesure où elles peuvent pénaliser l'ouvrage lors de sollicitations fonctionnelles.

#### 2.1.1 Dégradation des matériaux constitutifs d'un ouvrage

Elle est due à :

- l'eau : pluie, neige, glace, eaux de ruissellement, eaux d'infiltration (action mécanique et chimique) ;
- les cycles gel/dégel (action mécanique) ;
- les acides humiques, les acides minéraux (action chimique) ;
- la foudre (action mécanique et thermo-électrique) ;
- les incendies (action thermomécanique et/ou thermo-chimique) ;
- le sel : air marin, saumures de déneigement (action chimique) ;
- l'électrolyse (action électro-chimique).

Les matériaux affectés :

- les métaux (corrosion) ;
- les produits cimentés ;
- le rocher constitutif de l'ancrage.

A noter que les visites réalisées dans le cadre de ce guide ont mis en évidence la faible sensibilité des ouvrages à la corrosion.

Par contre dans le cas d'ancrage au rocher, il a été constaté des ruptures du rocher consécutives à l'action des cycles gel-dégel qui ont dégagé des ancrages.

Il convient d'avoir prévu une longueur de foration suffisante pour tenir compte de ce phénomène.



Cliché 5 : dégagement d'un ancrage par action du gel dégel sur la roche

#### 2.1.2 Dégradation structurelle ou géométrique de l'ouvrage

Elle est due à l'action :

- des coulées de boue localisées et des ravine-ments ;
- des coulées de neige ;
- des glissements de terrain ;
- des chutes d'arbres ;
- des chutes de pierre ;
- de malveillances.

## 2.2 Pathologies induites par des sollicitations fonctionnelles (pathologie normale)

Les sollicitations sont :

- statiques ou quasi-statique (reptation) ;
- dynamiques : coulée de neige fraîche, chute de bloc si prévue, cas rare, les filets prévus à la fois pour la neige et les chutes de blocs sont encore au stade du développement.

Ces pathologies sont considérées comme « normale » aux erreurs de diagnostic ou de dimensionnement près.

Les ouvrages sont dimensionnés en tenant compte de leur souplesse, des déformations sont donc attendues pour les cas de charges importantes. Ainsi après de fort enneigement sans qu'il y ait de dommage à la structure, il peut être nécessaire de :

- repositionner des poteaux ;
- régler des haubans aval trop tendus ou trop détendus, (attention les haubans ne doivent pas être en tension car le filet est prévu pour avoir du jeu) ;
- repositionner des chapes ou câbles de liaison ancrage-câble à repositionner pour éviter les rayons de courbure trop faible.

Si ces opérations ne sont pas réalisées des dommages pourront apparaître à la suite du prochain enneigement.

Dans le cas où les sollicitations sur l'ouvrage dépassent les hypothèses de dimensionnement ou bien que l'ouvrage ne fonctionne pas correctement (défaut de montage, défaut d'entretien), il peut être constaté des ruptures d'éléments du filet. Lorsque ces ruptures se produisent trop régulièrement l'ouvrage est à reconsidérer, c'est le cas d'ouvrage mal positionné, ou d'ouvrage pas assez haut.

D'une manière empirique il a été constaté que les efforts les plus importants se concentrent en bout

de ligne. C'est donc généralement là qu'apparaissent les premiers désordres.

De la sollicitation constatée sur les ouvrages posés va dépendre la maintenance proposée. Le constat en fonctionnement (C'est à dire lors de l'enneigement) est utile. Il doit être fait dans les premières années de vie de l'ouvrage. Des contrôles plus approfondis lors des plus fortes hauteurs de neige et/ou lors de période de coulées de fond sont à prévoir dès l'accès aux ouvrages possibles.

## 3 Prévention des désordres

Selon le « guide technique – Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses, la prévention concerne les pathologies d'origine environnementale alors que les pathologies dues à des sollicitations fonctionnelles relèvent plutôt de la maintenance curative. Pour les filets paravalanches il est difficile de faire le distinguo car les ouvrages étant sollicités toutes les années, les opérations de maintenance prennent un caractère de prévention si elles sont faites le plus régulièrement possibles. Pour la prévention des désordres nous renverrons au chapitre 4 du guide technique – Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses en complément de remarques ci-dessous en sachant que les problèmes de corrosion ne sont pas prédominants pour les filets paravalanches.

### Rôle de la forêt

Dans le cas des filets paravalanches, existe une difficulté induite par la gestion de la croissance ligneuse. Il convient de prendre en considération la substitution possible d'un dispositif d'ouvrage filet par une forêt mature. Les filets permettent de limiter l'effet de la reptation sur les jeunes arbres les protégeant, il est fréquent de voir un résineux pousser juste à l'aval des poteaux. Dans leur croissance les arbres à un âge d'environ 20 ans pour des diamètres 12-15 cm sont fortement vulnérables car ils ont un comportement cassant. Ces ruptures

s'observent même entre des filets si la densité d'arbre n'est pas suffisante. Or la durée de vie des ouvrages est de l'ordre de 20 ans pour voir la forêt se substituer à l'ouvrage, il existe donc une période critique. C'est par une expertise mixte forestière-génie civil que pourra être appréciée la possible substitution. A savoir que ces questions compte tenu de l'âge des filets paravalanches commencent juste à se poser, puisqu'il faut plus de 20 ans pour voir s'installer une forêt pérenne. L'ordre de grandeur pour l'établissement d'une forêt est 50 années avec des fluctuations en fonction des contraintes d'altitude et d'orientation.

Le guide de sylviculture de montagne donne les recommandations pour les interventions forestières dans les zones de départ d'avalanche. Entre les lignes de filets paravalanches la mise en place de micro banquette est fortement conseillée.

La prévention s'organise autour des prescriptions du fournisseur et des observations lors des visites.

Les préconisations issues des expériences RTM sont données en annexe 1 pour chaque élément d'ouvrage. Les points essentiels sont :

- la vérification des distances d'implantation des ancrages et le positionnement du poteau : les distances « ancrages amont-poteau-ancrage aval » doivent être celles prévues théoriquement. En cas de problème de respect des valeurs à cause du terrain, il vaut mieux rallonger que réduire ces distances ;
- le positionnement du poteau : il doit reposer sur toute sa surface au sol compte tenu des efforts à reprendre. Il faut proscrire les remblais sous les pieds, les tas de cailloux, les pieds en appui sur des angles de rocher. Il est important d'assurer une bonne assise. Pour cela il peut être mis en place de petits ouvrages de maçonnerie de pierre liaisonnée par du béton, en cas de dalle lisse, le pied peut être bloqué par un ancrage léger ;
- de limiter les ancrages par barre acier à des cas particuliers (a priori uniquement ancrages en



Cliché 6 : rupture d'un arbre sous la pression de la neige

- rocher sain affleurant notamment) sinon systématiquement ancrages câbles ;
- de contrôler les rayons de courbure des câbles (cosse cœur indispensable, de type renforcé si possible, galvanisée à chaud), et des serre-câbles (exclure les DIN 741, favoriser les modèles type CROSBY) ;
- de proscrire les câbles à âme textile ;
- de doubler des ancrages en cas de doute avec une réelle triangulation des ancrages ;
- d'assurer une inclinaison des ancrages permettant de respecter le sens de traction sous charge. Idéalement l'ancrage amont doit être assez proche de l'horizontal, la tolérance maximum sera de le réaliser perpendiculairement au sol (dans les cas d'accès difficile), pour l'ancrage aval idéalement l'ancrage doit être incliné vers l'aval la tolérance maximum sera de réaliser un ancrage vertical ;
- de doubler des filets par du grillage pour éviter le déclenchement de coulées au sein du dispositif ;
- de numéroter les lignes de filet.

## 4 Organisation de la maintenance

L'organisation de la maintenance des ouvrages paravalanches est fondée sur un suivi périodique qui permet la qualification et la quantification des désordres qu'a pu subir l'ouvrage par rapport à un état de référence. Cette organisation s'articule autour :

- de visites périodiques (tous les ans au printemps dès la disparition de la neige) ;
- de visites particulières, les hivers à fortes précipitations pour le contrôle de la hauteur des ouvrages (diagnostic visuel depuis un point de vue sécurisé) ;
- de visites circonstanciées suite à événements pour permettre de situer le dispositif vis-à-vis de l'événement (diagnostic visuel depuis un point de vue sécurisé), ces visites ne mettent pas en œuvre de technicité particulière, elles sont des constats visuels ;

- de réaliser des inspections détaillées (tous les 5 ans) qui doivent être préparées (dégagement des ancrages), ces visites mettent en œuvre une (des) expertise(s) spécifique(s).

L'état de référence de l'ouvrage qui permet d'initier ce type de suivi est consigné dans le dossier de l'ouvrage.

Pour les paravalanches, nous proposons de travailler par dispositif. Un dispositif regroupe un nombre de filet variable installé sur une zone de déclenchement d'avalanche.

Les recommandations techniques pour assurer le suivi de chacun des ouvrages sont consignées dans 4 types de documents :

- une fiche signalétique du dispositif ;
- des fiches descriptives des ouvrages du dispositif ;
- des comptes rendus de visites périodiques ;
- des comptes rendus de visites d'inspection détaillée.

Des modèles sont proposés en annexe 3 et une illustration sur le dispositif de Rive Redoune (commune de Porté-Puymorens) est jointe en annexe 4.

### 4.1 Le dossier de dispositif

A constituer dès le début de réalisation des travaux, le dossier de dispositif est là pour conserver l'intégralité de l'information concernant le dispositif et ses ouvrages. Au départ, il concernera aussi bien les aspects du dimensionnement que de la réalisation ou de l'adaptation par rapport au projet initial. Par la suite, il sera le recueil de tous les éléments concernant la vie de l'ouvrage.

Le dossier de dispositif initial est un préalable indispensable à tout projet de maintenance puisqu'il constitue l'état de référence (ou point zéro). Son contenu doit être défini par le Maître d'ouvrage, sur la base des éléments provenant du bureau d'étude qui a effectué l'étude du projet, de la maî-

trise d'œuvre, des concepteurs, des fabricants, des entreprises et du récolement effectué à la réception des travaux. D'un point de vue pratique, le repérage des ouvrages sera assuré in situ par apposition d'un système d'identification de chacune des lignes de filets. Au dossier d'ouvrage seront jointes les recommandations pour la maintenance des ouvrages. Ces éléments sont fournis par le fournisseur du produit. A ce titre l'attention est attirée sur la différence entre le fournisseur et le poseur de l'ouvrage. Compte tenu des spécificités de pose, il apparaît opportun de faire valider la pose par le fournisseur.

Tout au long de la vie du dispositif, le dossier de dispositif sera complété et mis à jour par adjonction de tous les éléments ayant trait aux incidents éventuels et à la maintenance.

#### 4.2 Fiche signalétique du dispositif

Cette fiche est établie dès la création du dossier du dispositif. Elle permet de recenser tous les ouvrages du dispositif de les localiser, elle permet de suivre l'évolution du dispositif.

Elle comprend :

- la date de la fiche (chaque mise à jour remplaçant la fiche précédente) ;
- l'identification du Maître d'Ouvrage ;
- l'identification du site (NOM) ;
- l'identification CLPA / EPA ;
- l'objectif(s) de protection (lieux habités, voies de communication, domaines skiables- aménagements touristiques, aménagements industriels, autres) ;
- les études réalisées sur le site (étude réalisée au préalable pour la conception, étude réalisée par la suite...) ;
- le moyen d'accès (routes, pistes, sentiers pédestres, sans) ;
- les caractéristiques de la zone de départ équipée (altitude min et max, pente d'implantation min et max, exposition générale, configuration, na-

ture du sol pour les ancrages, couverture végétale,) et celles en amont du dispositif ;

- un tableau descriptif des ouvrages (dans ce tableau, les ouvrages peuvent être supprimés s'ils sont remplacés sinon leur fonctionnalité est notée comme A (Abandonné) ;
- une couche SIG de localisation des ouvrages.

Cette fiche est complétée lors de travaux modificatifs des ouvrages.

#### 4.3 Les fiches descriptives des ouvrages du dispositif

Cette fiche comprend :

- un rappel du dispositif ;
- le nom du fournisseur ;
- les références du modèle ;
- le nom de l'entreprise de pose et du Maître d'œuvre ;
- la date de pose ;
- l'accès à l'ouvrage ;
- le numéro d'identification de l'ouvrage sur le terrain ;
- les caractéristiques techniques de l'ouvrage (fiche constructeur) ;
- le dossier de récolement avec notamment, le nombre de poteau et d'ancrage, des observations sur la mise en place du filet (difficultés de chantier, les coupes de forage, le type d'ancrage) ;
- un dossier photographique de l'ouvrage ;
- les interventions et réparations faites sur l'ouvrage (un tableau à remplir chaque fois que nécessaire).

Dans le cas d'une reprise d'un dispositif existant pour lesquels les informations ont disparu une fiche est proposée ci-joint.

Il n'est pas nécessaire de réaliser une fiche par ligne de filet. Pour des filets du même fournisseur du même modèle posés lors du même chantier une seule fiche regroupe plusieurs lignes de filet.

## 4.4 Visites, inspections et maintenances

Pour les paravalanches, l'organisation des contrôles peut se faire à 2 échelles, à l'échelle du dispositif pour les visites périodiques, à l'échelle de l'ouvrage pour les visites particulières et pour les inspections particulières.

Nous rappelons que la tournée de type « visite périodique » ne requière pas un niveau de technicité très élevé de la part du contrôleur, il est proposé pour les filets paravalanches de donner des éléments clés de l'ouvrage à surveiller de manière à établir un diagnostic rapide qui doit permettre, si le besoin s'en fait sentir de commander une visite particulière d'un ouvrage douteux.

### 4.4.1 Visite périodique

#### Périodicité

Une visite de dispositif par an, au printemps dès disparition de la neige. Cette visite permet de programmer une inspection détaillée et d'éventuelles opérations de maintenance avant l'hiver prochain.

#### Contenu

La visite périodique concerne un dispositif au complet.

La visite périodique a pour objet de détecter et de relever toute évolution ou toute anomalie par rapport à la situation antérieure consignée dans la précédente fiche de visite périodique et de visite d'inspection détaillée. La visite portera sur la vérification des points suivants :

- vérification de la végétation ;
- vérification des pierres/blocs présents dans les filets ;
- vérification de la géométrie de la ligne, ce contrôle visuel est la meilleure façon de diagnostiquer l'état de l'ouvrage. Il conduit à dire s'il n'est pas observé de variation dans l'alignement des poteaux, s'il n'est pas observé de modification dans l'angle des nappes de filets, s'il n'est

pas observé de mou dans le dispositif de haubanage ;

- vérification des 2 ancrages amont de bout de ligne, il est convenu que le contrôle ancrage par ancrage n'est pas nécessaire dans la mesure où la géométrie de l'ouvrage ne montre pas de défaillance, dans le cas de ligne courte ou à l'inverse de ligne longue, un contrôle des ancrages susceptibles de reprendre le plus d'effort est préconisé.

En fonction des désordres notés, il pourra être nécessaire de programmer une inspection détaillée exceptionnelle qui permettra, par exemple, d'évaluer et de programmer des travaux de maintenance avant la saison hivernale prochaine.

En annexe 3 un modèle type de fiche de compte rendu de visite périodique est proposé.

### 4.4.2 Visite particulière

#### Périodicité

Une visite particulière sera effectuée en cas d'enneigement exceptionnel, en cas de phénomènes exceptionnels (coulée de neige au travers du filet, avalanche sur ou sous le dispositif). Dans ce cas les visites sont faites en condition hivernale, elles seront faites depuis un point de vue sécurisé. Une visite particulière sera effectuée en cas de signalement d'une chute de bloc dans le filet ou en cas de météorologie exceptionnelle ayant pu créer des désordres.

#### Contenu

Les visites hivernales porteront sur un constat visuel généralement à la jumelle de l'enneigement (de quelle hauteur dépasse le filet, pour cela les axes de support du haubanage en sommet de poteau permettent une bonne estimation de la hauteur d'ouvrage sous neige). La fiche de visite est donc un compte rendu écrit annexé à la fiche périodique. Elle définira si une inspection détaillée doit remplacer la visite périodique de sortie d'hiver.

Les visites particulières en situation sans enneigement porteront sur les mêmes vérifications que pour la visite périodique, plus les détails ayant justifié la visite, notamment elles peuvent ne s'intéresser qu'à un seul ouvrage du dispositif (celui atteint par une chute de pierre pour exemple). Le modèle de fiche de visite périodique de l'annexe 3 est utilisable dans ce cas.

#### 4.4.3 Les inspections détaillées périodiques ou exceptionnelles

Ce sont des opérations lourdes, la visite nécessite un contrôle ouvrage par ouvrage, le niveau technique requis pour effectuer ces inspections, basées sur un examen détaillé de tout le matériel et des composants qui constitue l'ouvrage est élevé. Il nécessite une bonne connaissance des ouvrages et de leur mode de fonctionnement. L'inspection comporte en outre un aspect d'analyse de l'adéquation risque/parade qui doit conduire à l'amélioration du dispositif ou à l'adaptation d'un ouvrage spécifique et qui est affaire de spécialiste.

Lors de ces visites le rôle de la forêt ne peut être négligé. En cas de reprise d'une forêt avant de couper les arbres pour préserver les filets, la question d'un transfert du rôle de protection paravalanche des ouvrages vers forêt doit être posée.

Lors de ces visites la fonctionnalité du dispositif doit être précisée. Manque-t-il des lignes ? Y a-t-il des ouvrages non adaptés (trop faible hauteur) ?

#### Périodicité

Une inspection détaillées périodiques tous les cinq ans, au printemps dès que la neige a disparu. La visite au printemps permet de programmer d'éventuelles opérations de maintenance avant l'hiver prochain.

## 5 Consignes et procédures communes aux visites et aux inspections

### 5.1 Le personnel d'intervention

Que ce soit pour les visites ou les inspections, le personnel devra avoir reçu une formation adaptée.

Il faut rappeler les difficultés d'accès inhérentes aux ouvrages situés en terrain difficile. En tenant compte des conditions particulières hivernales qui peuvent pour des visites particulières nécessiter des déplacements sur neige par 2 personnes équipées du matériel de sécurité.

### 5.2 La période d'intervention

Les contrôles périodiques doivent laisser le temps à une intervention pour travaux avant la saison suivante, il est donc impératif qu'ils aient lieu le plus tôt possible dans la saison c'est-à-dire dès que l'enneigement le permet.

Les visites d'interventions hivernales sont exceptionnelles et doivent tenir compte du risque d'avalanche, elles ne pourront souvent pas se faire autrement que depuis un point de vue sécurisé. Elles resteront un diagnostic partiel puisque les ancrages sous la neige sont inaccessibles.

### 5.3 Mesures générales à prendre suite à un relevé d'anomalie

Lorsque les anomalies sont relevées au printemps, il n'y a pas de risque. Nous rappelons qu'il peut être long de programmer et organiser des interventions avant la saison hivernale suivante.

Ainsi suite à un constat d'anomalie, le compte rendu de la visite périodique ou d'une visite particulière doit préconiser soit :

- l'intervention d'un spécialiste ;
- la réalisation des travaux d'entretien nécessaire.

Si il n'a pas pu être mis en œuvre de travaux de réparation des anomalies, il peut être décidé de :

- réaliser des travaux de mise en attente par renforcement (réparation par manille, réparation par boucle de câble, doublage d'ancrages) ;
- mettre en place un suivi régulier durant l'hiver et prévoir en cas d'enneigement important des mesures de restriction sur la zone menacée.



*Dispositif de filet de Bonneval sur Arc (73)-RTM 73*

## Conclusions

Les filets de protection contre les avalanches sont des ouvrages récents (première pose dans les années 1970) qui n'ont pas cessé d'évoluer durant les premières années de mise en œuvre.

Les opérations d'entretien et de réparation dont il est question dans ce guide s'appuie essentiellement sur l'observation annuelle du comportement et des désordres des ouvrages. Ces opérations pour être réellement efficaces doivent être annuelles.

Pour les dispositifs qui dépassent aujourd'hui la vingtaine d'année, il est vivement conseillé de réaliser un diagnostic approfondi pour juger du maintien des ouvrages. Ce diagnostic doit faire le bilan du coût de maintenance des ouvrages, des conditions d'enneigement réellement supportés par les ouvrages, de l'état des ouvrages. Le diagnostic doit décider :

- du maintien des (de certains) ouvrages et donc de la prolongation de leur durée de vie ;
- du remplacement des (de certains) ouvrages par des filets ou si les coûts de maintenance sont trop importants par des ouvrages rigides de type claie ou râtelier qui nécessitent moins d'entretien ;
- d'opération d'amélioration du dispositif si besoin ;
- d'une possibilité d'abandonner le dispositif, en cas de reprise de la forêt.

Ce diagnostic sera d'autant plus précis que les dispositifs auront été suivis, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas aujourd'hui. C'est pourquoi ce guide est forcément incomplet car il s'appuie sur un retour d'expérience partiel, il devra être complété des observations futures. Il appartient à chaque gestionnaire par son expérience d'enrichir les préconisations de ce guide.



*Dispositif de filet de l'Alpes d'Huez (38)-RTM 38*



## Liste des clichés

Cliché 1	Rangées de filets paravalanches, OZ-en-Oisans - Alpes d'Huez (R. Chanéac RTM 38). .....	6
Cliché 2	Frumezan_St Colomban des Villards (73), lignes de filets paravalanches endommagées par une coulée de neige (poussées dynamiques).....	8
Cliché 3	Plaque de numérotation de filet .....	13
Cliché 4	Frumezan - St Colomban des Villards, chargement hétérogène d'un même dispositif .....	15
Cliché 5	Dégagement d'un ancrage par action du gel dégel sur la roche .....	18
Cliché 6	Rupture d'un arbre sous la pression de la neige .....	20

## Liste des figures

Figure 1	Caractéristiques géométriques d'un filet paravalanche selon la norme NFP 95-304 (F. Rapin Irstea). .....	7
Figure 2	Aménagement intégral et partiel d'un panneau de versant (guide « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »).....	9
Figure 3	Différentes dispositions d'ouvrages (guide « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »).....	10

## Liste des tableaux

Tableau 1	Classes de sols et facteurs de glissement (guide Suisse « construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement »).....	10
Tableau 2	Espacement des filets selon la pente pour les facteurs de glissement de la norme NFP 95-304, N = 2 et N = 2,6 .....	11
Tableau 3	Éléments de coût des opérations d'entretien de dispositif de filets. (FDRTM : Forêt Domaniale RTM). .....	13
Tableau 4	Définition des termes des opérations de maintenance.....	17

# Bibliographie

Construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement Aide à l'exécution : directive technique – Office fédéral de l'environnement OFEV WSL institut fédéral pour l'étude de la Neige et des Avalanches ENA – Berne -2007

Maintenance des ouvrages de protection contre les instabilités rocheuses, Pathologies et gestion des ouvrages – Guide Technique LCPC – 2009

Norme française NF P 95-304 - Équipements de protection contre les avalanches

Protection de talus et falaises rocheuses Inventaire du matériel, choix des matériaux, préconisations d'utilisation – Jacques Bourriot AVAROC - 2012



*Dispositif de filet d'Avoriaz (74)-RTM 74*



# Annexe 1 : Pathologies et préconisations par éléments de filets de protection contre les avalanches

## SOMMAIRE

<b>1. Poteau</b> .....	<b>31</b>
1.1. Illustrations de désordres .....	31
1.2. Points de contrôle / recommandations .....	35
<b>2. Filet</b> .....	<b>40</b>
2.1. Illustrations de désordres .....	40
2.2. Points de contrôle / recommandations .....	44
<b>3. Liaison ancrage-filet</b> .....	<b>46</b>
3.1. Illustrations de désordres .....	46
3.2. Points de contrôle / recommandations .....	49
<b>4. Platine</b> .....	<b>52</b>
4.1. Illustrations de désordres .....	52
4.2. Points de contrôle / recommandations .....	55
<b>5. Ancrage</b> .....	<b>57</b>
5.1. Illustrations de désordres .....	57
5.2. Points de contrôle / recommandations .....	62
<b>6. Hauban</b> .....	<b>65</b>
6.1. Illustrations de désordres .....	65
6.2. Points de contrôle / recommandations .....	67
<b>7. Corrosion-usure de pièces</b> .....	<b>68</b>
7.1. Illustrations de désordres .....	68
7.2. Points de contrôle / recommandations .....	70
<b>8. Contrôle de la géométrie</b> .....	<b>73</b>
8.1. Illustrations de désordres .....	73
8.2. Points de contrôle / recommandations .....	80
<b>9. Liste des clichés</b> .....	<b>81</b>

# 1 Poteau

## 1.1 Illustrations de désordres



Cliché 1: Ruptures de poteaux au niveau du haubanage, soit par les efforts du hauban aval (1 et 2) soit par étranglement par le câble de pourtour du filet (3) ;=> poteaux à changer

Les poteaux sont dimensionnés pour travailler à la compression. Leur résistance au cisaillement est bien moindre. A ce titre sur certain modèle de filet le haubanage doit respecter certaines règles. Il peut être demandé de respecter un écartement des haubans pour ne pas induire de travail en cisaillement trop important.

Ce type de désordre implique le changement du poteau et le contrôle des haubanages.



Cliché 2 : sommet de poteau d'un F36 modèle 1990 – bonne disposition avec décalage d'un trou pour le haubanage



Cliché 3 : Ruptures de poteau.

Les poteaux sont dimensionnés pour travailler à la compression. Lorsque les conditions de neige sont trop importantes, il peut y avoir rupture de poteaux qui sont sollicités pour des efforts non prévus pour leur dimensionnement. Ce sont généralement les poteaux de bout de ligne qui rompent en premier. En cas de rupture sur un dispositif existant celle-ci est soit liée à un défaut du poteau soit à des conditions de chargement exceptionnel. Le changement du poteau est nécessaire si l'enneigement n'a pas été exceptionnel il peut y avoir des doutes sur la fiabilité des fournitures.





*Cliché 4 : Déformations de poteaux plus ou moins prononcées. => Changement de poteau à programmer*

*Avant la rupture des déformations peuvent apparaître, elles dépendent du modèle de poteau. Le modèle (photo du dessus) dispose d'un réglage en pied par coulissage du tube de pied à l'intérieur du tube du poteau. Ainsi il existe une partie renforcée en base lorsque les 2 tubes se superposent, les déformations se concentrent alors juste au-dessus.*

*Comme pour la rupture ce sont généralement les poteaux d'extrémité qui sont les plus sollicités. Dans ces cas le changement du poteau est fortement conseillé.*





Cliché 5 : Désordre de poteau au niveau de la liaison avec la platine en raison du positionnement du pied de poteau.

En fonction des modèles les parties les plus fragiles du poteau sont différentes. L'appui au sol lorsqu'il est articulé doit garantir une descente des efforts perpendiculairement au sol, le poteau doit travailler à la compression sur toute sa hauteur.

Sur la photo du dessus dans le cas de poteau articulé des désordres peuvent apparaître si l'appui ne se fait pas bien dans l'axe. Dans ce cas, le repositionnement du poteau est à prévoir et/ou le changement du poteau.



Sur la photo ci-dessous, il convient de prévoir une évacuation des eaux de l'intérieur du tube et de la coupelle. Il est possible pour bloquer le pied du poteau de poser un crayon d'ancrage de diamètre 16 mm.



Cliché 6 : un serre-câble en appui sur le poteau créant une déformation du poteau

Au niveau des poteaux l'apparition de points de fragilité est à éviter. Sur le cliché ci-contre un serre-câble poinçonne le poteau.

## 1.2 Points de contrôle/recommandations

Les éléments à contrôler sont :

- le rejet du poteau de bout ligne vers l'extérieur ;
- l'inclinaison du poteau (cf. contrôle de la géométrie) ;
- les éventuelles rotations du poteau. Lorsque le poteau tourne les risques de voir les haubans se décrocher du poteau deviennent forts ;
- le haubanage sur le poteau et les axes de haubanage. Le haubanage doit être conforme aux schémas de montage, sur certains modèles les axes de support des haubans et des filets sont trop courts entraînant des besoins de réglage plus régulier ;
- l'évolution des modèles de poteau. Ce qui importe, c'est la résistance du poteau à la compression. Pour des soucis d'optimisation celle-ci est le plus proche possible des exigences de la norme. Pourtant compte tenu des incertitudes sur l'enneigement et des difficultés de fonctionnement, il est parfois intéressant de disposer de poteaux légèrement surdimensionnés (cas généralement des anciens modèles) ;
- la conformité du poteau avec le modèle. Les poteaux d'un F36 ne peuvent être utilisés sur un F46 ;
- l'articulation du poteau (cf. platine) ;
- le bon fonctionnement du dispositif. Il doit y avoir des traces de mouvement au niveau des haubans, il ne doit pas y avoir de trace sur le poteau dû à un contact du filet (le filet ne doit pas appuyer sur le poteau) ;
- la bonne assise du poteau sur le sol. Les efforts doivent être transmis du poteau vers le terrain (travail en compression du poteau), les câbles (câbles) de maintien du pied de poteau ne sont pas dimensionnés pour reprendre des efforts ;
- les valeurs habituelles pour un filet de type F 46 sont de l'ordre :
  - de 20 tonnes sur les ancrages amont ;
  - un peu moins de 10 tonnes sur les ancrages aval ;
  - d'environ 20-25 tonnes en appui sur le poteau.



Cliché 7 : évolution des poteaux sur une même gamme de filet.

Sur la gamme des filets EI sur les filets F36, les poteaux ont évolué :

- les poteaux ont été circulaires (photo 1) ;
- les poteaux ont été rectangulaires (photo 2)
- les poteaux ont nécessité des renforcements au niveau des trous pour le passage des axes de haubanage. Ce renfort a été rendu nécessaire par rapport au premier modèle circulaire en raison de la diminution du diamètre. Des cas de découpage du poteau par l'axe ayant été observé, il a été nécessaire de renforcer cette partie. Ce phénomène a été observé sur les poteaux de Xcross (photo 5) ;
- la longueur des axes a aussi fait l'objet de variation compte tenu du fait qu'il faut qu'il soit assez long pour éviter que les câbles ne s'en échappent. La photo 4 montre un modèle récent où l'axe est très long.





Cliché 8 : haubanage avec un décalage trop important entre

Le Cliché 8 montre un haubanage non conforme. Il convient d'être très attentif à ce détail qui est à l'origine d'une rupture de poteau en cas de fort enneigement (voir photo ci-contre). C'est aussi un moyen de diagnostic, ce mauvais montage aurait dû se traduire en cas de fort enneigement par des ruptures de poteau, peut être que celui-ci n'a pas encore eu lieu. les points d'accroche des filets et du hauban aval.



Cliché 9 : traces de frottement sur les poteaux.

Les filets étant des structures souples ils existent des frottements entre éléments. Sur la photo ci-contre les traces d'érosion par le hauban aval sont un signe de bon fonctionnement, sur la photo du bas les traces du filet sur le poteau sont un signe de dysfonctionnement, le filet ne doit pas venir en appui sur le poteau lorsqu'il est chargé en neige sauf avis contraire du fabricant.





Cliché 10 : aménagement en pied de poteau d'une maçonnerie de pierre pour récupérer la dénivelé du terrain.

En pratique ne pas accepter du remblai sous les pieds, ni des « tas de cailloux » ni des pieds reposant sur des angles de rocher. Il faut assurer une bonne assise. En cas de dalle lisse il peut être prévu de bloquer le pied par un ancrage simple (voir figure 5). Sur cette photo a été mis en place un massif en maçonnerie de pierre bétonné



Cliché 11 : décrochement de câble des axes du poteau

Les axes supports des haubans et des filets en fonction de leur dimensionnement rendent plus ou moins vulnérable le modèle à un décrochement des câbles.

La rotation du poteau favorise le décrochement des câbles des axes comme l'illustre la photo ci-contre.

Les axes trop court favorise le décrochement des câbles comme l'illustre la photo ci-dessous.



Filet central mal accroché ; côté droit, le câble de pourtour passe sous l'axe-support



*Cliché 12 : rejet du poteau d'extrémité de ligne vers l'extérieur, le hauban aval est décalé sur le côté.*

*Les efforts les plus importants sont localisés en bout de ligne. Une attention particulière doit être accordée à ce niveau. Certains modèles prévoient un haubanage latéral supplémentaire.*

## 2 Filet

### 2.1 Illustrations de désordres



Cliché 13 : rupture du câble de pourtour.

Les ruptures se produisent généralement au niveau des courbures. Pour les filets triangulaires la rupture a souvent lieu sur le filet ayant la pointe vers le bas (vers l'ancrage).

De même que pour les poteaux les ruptures s'observent de manière privilégiée là où les contraintes sont les plus fortes en bout de ligne.

A ce titre dans la norme Suisse le câble du filet d'extrémité est doublé (voir photo ci-dessous)





Cliché 14 : rupture de pièces adaptées pour le respect des rayons de courbure

Pour le respect des rayons de courbure certains modèles disposent de pièces spécifiques au niveau de la jonction entre le filet et le système de liaison à l'ancrage. Il s'agit généralement d'un profilé de type tube acier. Sur certains modèles de filets cette pièce n'est positionnée que sur les filets d'extrémité, là où se concentrent les efforts. Les ruptures de ces éléments (voir ci-dessous) se produisent au même titre que pour les cosses cœur, leur remplacement est fortement conseillé par des matériaux de caractéristiques équivalentes à minima des cosses cœur renforcées galvanisées à chaud.



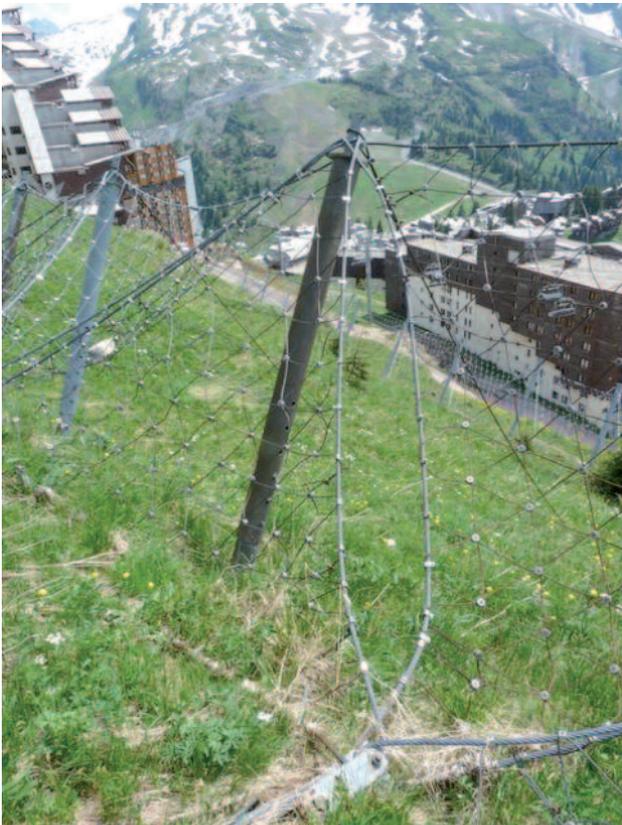
Gaine en caoutchouc inadaptée



Cliché 15 : rupture ou absence de liaison entre filets.

Sur les 2 photos de gauche la déformation des filets est trop importante. Sur la photo du bas le fil assurant la liaison entre filet est rompu.

La liaison entre filet est d'autant plus importante que le réglage des filets a été difficile lors de leur mise en œuvre. A noter que dans la norme Suisse elle n'est pas obligatoire, dans ce cas une surveillance est nécessaire pour éviter les écartements observés sur les 2 photos inférieures.

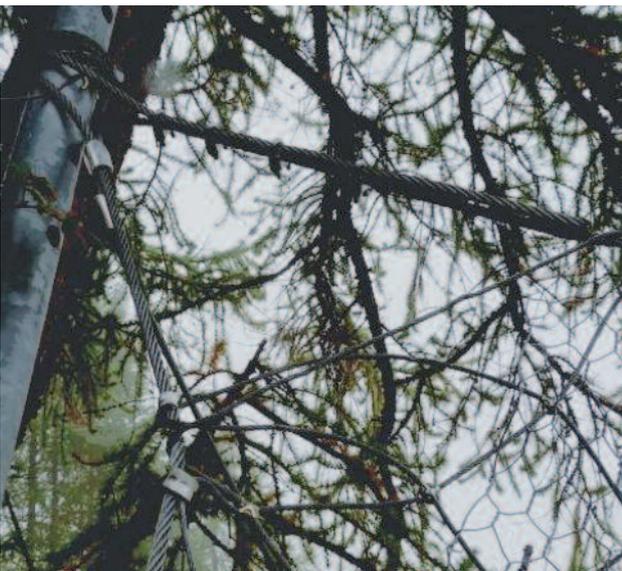




*Cliché 16 : déformations des mailles du filet.*

- soit par rupture de la pièce de jonction entre le câble de maille et la câble de pourtour,
- soit dans les angles des filets, les déformations des mailles du filet sont plus ou moins importantes et préjudiciables.

*Elles peuvent être le signe d'un mauvais réglage.*



## 2.2 Points de contrôle / recommandations

- A proscrire les câbles à âme textile ;
- attention au montage le filet sous charge ne doit pas venir toucher le poteau ;
- préférer une flèche dans le filet plutôt qu'un filet tendu (diminution des efforts sur les ancrages) ;
- contrôler les règles de montage :

1. Le nombre de serre-câble. D'une manière rapide celui-ci doit être de deux pour les diamètres inférieurs à 10 mm; trois pour les câbles de Ø 10 à 12 ; cinq pour Ø 12.5 à 20.

2. La distance entre serres câble doit être entre 6 et 8 fois le diamètre du brin, avec cette même distance au moins entre le bout du câble et le dernier serre câble.

3. Le mors doit être installé sur le brin vif, l'étrier sur le brin mort.

4. En cas de jonction de câbles, les règles sont les mêmes mais alterner le sens des serre-câbles.

5. En cas d'emploi de cosses cœurs : elles doivent correspondre au Ø des brins, elles doivent être installées correctement, elles doivent être à grande ouverture et de type renforcée galvanisée à chaud (les plus solides existante si possible).

6. Bien vérifier le rayon de courbure des câbles qui en statique doit être supérieur à 1.5 fois le diamètre ; un mauvais rayon de courbure fait apparaître l'âme.

7. Ne pas accepter les câbles effilochés ni ceux rallongés par des « bouts de câbles récupérés ». Il appartient à l'entrepreneur de prévoir des câbles de longueur adaptée.

- doublage par un grillage : il est possible selon la norme. Il a été rendu nécessaire sur certains sites en raison de déclenchement de coulées au sein des filets dans 2 contextes très différents. Un contexte de neige très froide et donc très pulvérulente qui passait au travers des mailles, un contexte de neige lourde et fluide une coulée de fond s'est déclenchée au sein d'un dispositif ;
- souplesse des filets, plus la maille des filets est grande plus les filets sont souples. Le réglage des filets est alors plus aisé, par contre un doublage par

grillage devient indispensable. Il ne faut cependant pas que les filets soient trop souples au risque de venir en appui sur le poteau lors du chargement par la neige. Dans le cas du doublage par un grillage il peut apparaître des soucis de prise au vent ;

- il existe des filets rectangulaires et des filets triangulaires, à l'usage il apparaît que les filets triangulaires sont d'un réglage plus aisé. Les efforts les plus importants se concentrent plutôt au niveau de l'avant dernier ancrage pour les filets triangulaires et plutôt sur le dernier ancrage pour les rectangulaires. Dans le cas de ligne de moins de 4 poteaux, cette règle n'est pas toujours vraie ;
- selon la norme française, les filets doivent être ligaturés entre eux ;
- il convient d'éviter un espace de plus de 40 cm entre le terrain et le filet une fois le chargement commencé. Il vaut mieux rallonger la liaison entre l'ancrage et le filet par un boucle de câble si besoin est pour obtenir un bon espacement ;
- les réparations possibles se font à l'aide de câbles ou boucles de câbles de diamètre équivalent en respectant les consignes d'utilisation des serre-câbles.

**Rappel respect du rayon de courbure** : celui-ci doit être supérieur à 1.5 fois le diamètre. Ainsi le diamètre de la pièce supportant le câble doit être idéalement de 3 fois le diamètre du câble.

Diamètre câble (mm)	Rayon de courbure	Diamètre de la pièce supportant le câble
16	> 24 mm	D > 48 mm
20	> 30 mm	D > 60 mm
24	> 36 mm	D > 72 mm

**Rappel sur l'usage des serre-câbles** : le nombre de serre- câble dépend du type de serre-câble et du diamètre du câble.

Type de serre câble recommandé et nombre de serre câble en fonction du type et du diamètre de câbles		
Diamètre câble (mm)	S.C. DIN 1142	SC Green Pin ou Crosby
16	4	(5/8) 3
20	4	(3/4) 4
24	5	(1) 5



Cliché 17 : jonction entre le filet et le terrain.



Il a été choisi dans cette configuration difficile de prolonger vers le terrain le filet par du grillage (photo de gauche).

Nous préconisons plutôt de régler le filet par l'ajout d'une boucle de câble au niveau de la liaison avec l'ancrage (photo de droite) ou bien de fractionner la ligne de filet. Dans les contextes de terrain accidenté la configuration fragmentée combinée est celle qui est adaptée, elle représente un surcoût en fourniture mais par contre la pose sera plus aisée ainsi que l'entretien.



Cliché 18 : jonction entre le câble de maille et le câble de pourtour.

Celle-ci est réalisée différemment selon les modèles, nous préconisons le manchonnage (photo de droite) des ruptures de serre flex comme sur le modèle de la photo de gauche ayant été observé assez fréquemment.

### 3 Liaison ancrage-filet

#### 3.1 Illustrations de désordres



Cliché 19 : rupture de la pièce de liaison ancrage-filet

Quelques soit les modèles des ruptures ont été observées.

Les modèles ont évolué et ont tous été renforcés. Sur les anciens filets existent encore des pièces sur lesquelles des ruptures sont possibles.

Malgré le renforcement il existe des situations illustrées ci-après où le positionnement de la pièce engendre des sollicitations par les câbles non-conformes favorisant la rupture.

L'exemple le plus illustratif est celui de la manille, la résistance d'une manille diminue sensiblement en fonction du sens de sollicitation.



Déformation de la manille





*Cliché 20 : Pièce de liaison ancrage filet induisant des contraintes et déformations en cisaillement sur la barre de scellement.*

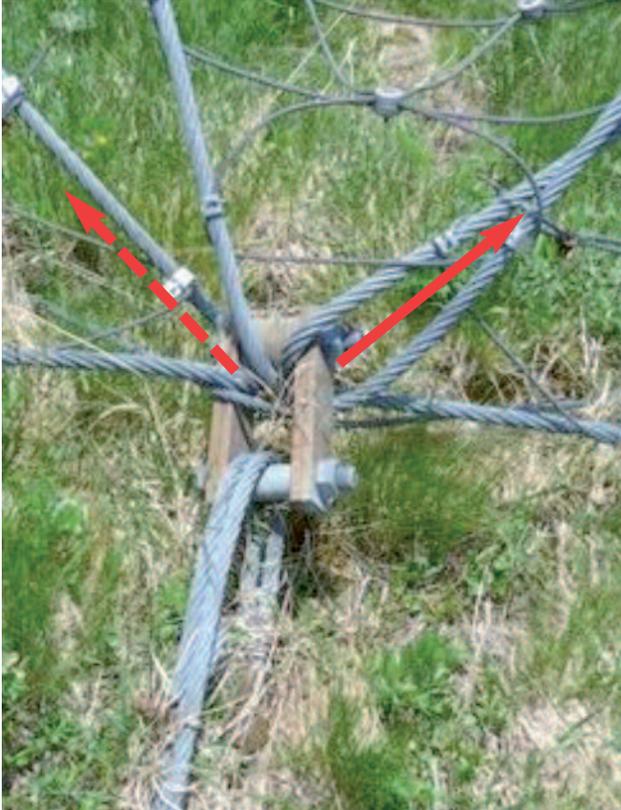
*Si possible la pièce de liaison doit permettre de faire travailler l'ancrage à la traction. Un ancrage en barre acier a une résistance à la traction environ 2 fois plus forte qu'au cisaillement.*



*Correction par une pièce en fer plat coudée et une manille. La manille ne permet pas un bon respect du rayon de courbure*



*Correction par l'ajout d'un boucle de câble manchonné. On ne peut pas vérifier le respect du rayon de courbure sous la plaque.*



*Cliché 21 : Positionnement de la pièce de liaison ancrage filet. Celle-ci ne doit pas engendrer d'efforts latéraux sur la pièce ni cisailer les câbles.*

*Le positionnement de la pièce de liaison doit minimiser au maximum les efforts latéraux appliqués sur celle-ci en condition de chargement. Dans leur conception la prise en compte de l'effet de coupure des câbles a été prise en compte par le chanfreinage d'une partie de la pièce, cela engendre un sens de montage qu'il est impératif de respecter.*

*Le montage de la chape doit se faire en respectant :*

- *le sens de montage des plaques de manière à ce que les câbles appuient sur la partie chanfreinée (sur les chapes de 1990 seule une moitié des arêtes est chanfreinée et sur un seul côté ce qui impose une pose soignée) ;*
- *l'ordre d'accrochage des câbles sur l'axe aval de la chape, pour éviter les moments parasites qui ont tendance à faire pivoter la chape ; les câbles ne tirent plus alors sur l'axe d'amarrage, mais directement sur les plaques de la chape. Pour l'accrochage des filets et pour limiter ce problème il faut d'abord accrocher les câbles de pourtour des filets latéraux, puis celui du filet face au poteau.*



*Zone chanfreinée limitant le cisaillement des câbles*

### 3.2 Points de contrôle / recommandations

- A proscrire les câbles à âme textile ;
- attention à l'orientation de la pièce de liaison, celle-ci doit travailler dans le sens de sa résistance maximale, celle-ci ne doit pas engendrer de cisaillement des câbles ;
- attention aux rayons de courbure des câbles ;
- contrôler les règles de montage :

1. Le nombre de serre-câble, d'une manière rapide celui-ci doit être de deux pour les diamètres inférieurs à 10 mm; trois pour les câbles de Ø 10 à 12 ; cinq pour Ø 12.5 à 20.

2. La distance entre serres câble doit être entre 6 et 8 fois le diamètre du brin, avec cette même distance au moins entre le bout du câble et le dernier serre câble.

3. Le mors doit être installé sur le brin vif, l'étrier sur le brin mort.

4. En cas de jonction de câbles, les règles sont les mêmes mais alterner le sens des serre-câbles.

5. En cas d'emploi de cosses coeurs, elles doivent correspondre au Ø des brins, doivent être installées correctement, elles doivent être à grande ouverture et du type renforcée galvanisée à chaud (les plus solides existante si possible).

6. Bien vérifier le rayon de courbure des câbles qui en statique doit être supérieure à 1.5 fois le diamètre. Un mauvais rayon de courbure fait apparaître l'âme.

7. Ne pas accepter les câbles effilochés ni ceux rallongés par des « bouts de câbles récupérés ». Il appartient à l'entrepreneur de prévoir des câbles de longueur adaptée.

- attention à l'usage de manille qui ne permet pas le respect des rayons de courbure ;
- dans les pièces de liaison attention au diamètre de l'entraxe, celui-ci a été renforcé sur les modèles récents de certains fournisseurs.



Cliché 22 : Écrasement d'un câble sur une manille.

L'âme textile apparaît au niveau de la courbure du câble.



Cliché 23 : Système de liaison ancrage filet type EI.

A noter le renfort de l'axe du côté des filets (droite de la photo), à noter le chanfreinage d'une des bords des plaques.

- d'une manière générale le RTM préconise de remplacer les ancrages en barre gewi par des ancrages câbles, la tête de câble est alors équipé (à minima une cosse cœur renforcé galvanisation à chaud), il convient alors de prendre des précautions pour les liaisons par câble pour le respect des rayons de courbure. Si un dispositif de liaison était retenu le RTM préconiserait la pièce type EI en contrôlant le large diamètre des entraxes.



Cliché 24 : Défaut de respect de rayon de courbure dans une liaison entre câbles.

Pour le respect du rayon de courbure les 2 câbles doivent être équipés de cosse cœur de même résistance.

### Rappel respect du rayon de courbure

Celui-ci doit être supérieur à 1.5 fois le diamètre. Ainsi le diamètre de la pièce supportant le câble doit être idéalement de 3 fois le diamètre du câble.

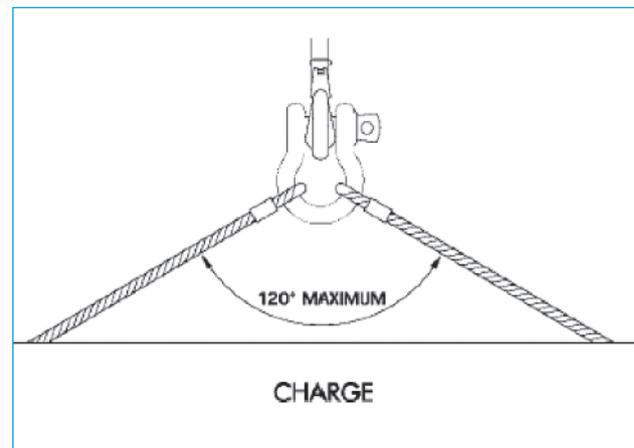
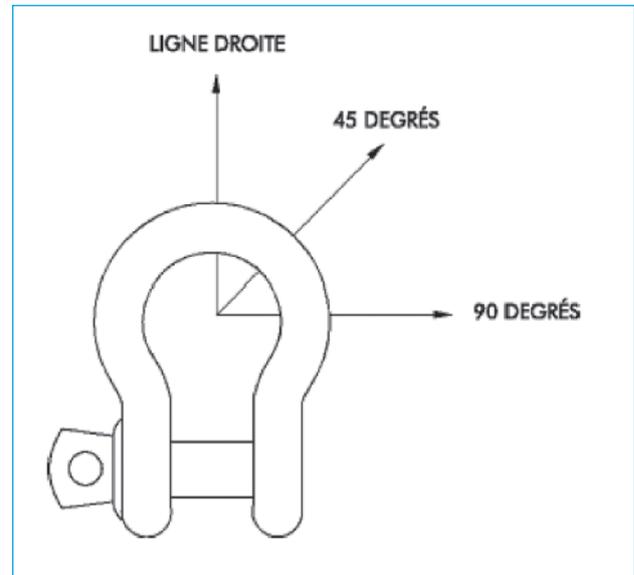
Diamètre câble (mm)	Rayon de courbure	Diamètre de la pièce supportant le câble
16	> 24 mm	D > 48 mm
20	> 30 mm	D > 60 mm
24	> 36 mm	D > 72 mm

### Rappel sur l'usage des serre-câbles

Le nombre de serre-câbles dépend du type de serre câble et du diamètre du câble.

Type de serre câble recommandés et nombre de serre câble en fonction du type et du diamètre de câbles		
Diamètre câble (mm)	S.C. DIN 1142	SC Green Pin ou Crosby
16	4	(5/8) 3
20	4	(3/4) 4
24	5	(1) 5

### Rappel sur l'usage des manilles



### Réduction de charge en cas d'effort latéral sur des manilles à axe vissé

Angle de charge latéral	Charge maximale de travail
0° en ligne dans l'axe de symétrie	100 % de la charge nominale
45° de l'axe vertical	70 % de la charge nominale
90° de l'axe vertical	50 % de la charge nominale



*Cliché 25 : Dispositif de liaison ancrage filet par manille avec pièce de renfort du filet pour le respect des rayons de courbures.*

*Comme illustré sur la photo ci-contre, il paraît indispensable au moins pour les ancrages de bout de lignes où les efforts transmis sont les plus forts de prévoir une pièce pour le respect des rayons de courbure. Malheureusement on observe aussi des ruptures sur ces pièces qui doivent pouvoir être changées*



*Cliché 26 : Exemple d'une réparation de fortune.*

*La pièce de liaison a été remplacée par 2 manilles, de manière à respecter le rayon de courbure un tube acier est rajouté sur l'axe de la manille fixant le filet.*

## 4 Platine

### 4.1 Illustrations de désordres



Cliché 27 : Poinçonnement du sol par la platine.

La platine transmet des efforts supérieurs à 15 tonnes au sol, il convient de définir la contrainte admissible du sol à la compression, il convient de s'assurer que la platine appuie sur toute sa surface sur le sol. Lorsque la platine poinçonne le sol l'amplitude des mouvements du poteau peut engendrer un contact poteau platine qui engendre des ruptures de poteaux.

Plusieurs adaptations existent pour augmenter la surface d'appui et garantir une meilleure tenue du sol. Ci-dessous un exemple de platine Geobrugg et d'une platine EI.



Contact poteau platine à éviter.



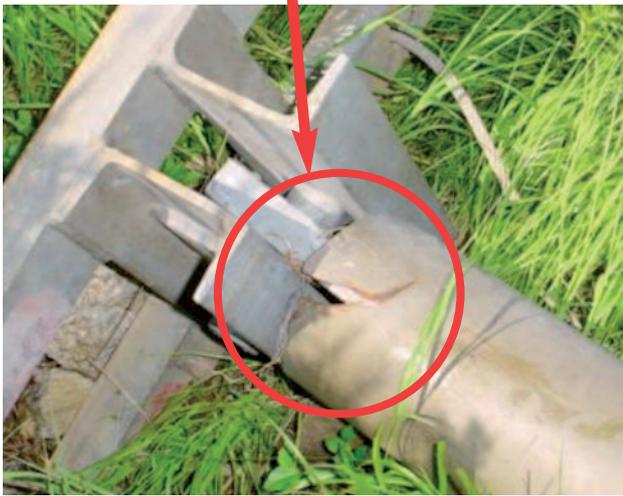
Large platine de filet Geobrugg avec rotule articulée



Platine EI élargie par ajout de 2 fers en U



Le contact entre le poteau et la platine entraîne la rupture du poteau



Cliché 28 : Rupture au niveau de la platine

Ces ruptures s'observent sur les modèles de platines dite articulée lorsque l'amplitude des mouvements devient trop importante. Il arrive alors un moment où le poteau vient en appui sur la platine. Une modification a été apportée à la platine du modèle E1. Pour les premières générations, le tube du poteau descendait de manière assez proche de la platine (voir photo ci-contre du haut) ; lors des mouvements du poteau pendant l'hiver, sa base pouvait venir au contact de la partie supérieure de la platine et induire un mauvais fonctionnement de l'ensemble. Par la suite les poteaux ont été munis à leur base de plaques d'articulation bien plus longues (photo ci-dessous).



Modèle de platine E1 où le pied de poteau est modifié pour éviter les ruptures par appui sur la platine.



Cliché 29 : Mauvaise assise de la platine.

Les câblettes de maintien du pied de poteau ne sont pas prévus pour reprendre des efforts. Lorsque l'assise de la platine n'est pas bonne les efforts ne sont pas bien répartis et des ruptures peuvent se produire au niveau des câblettes, de la platine ou du poteau. Ci-dessous déformation et déboitement d'une platine.



## 4.2 Points de contrôle / recommandations

- Repérer le type de platine des ouvrages, il existe des platines faites de plots béton avec une rotule articulée (Geobruigg), des platines articulées constituées d'un assemblage de fer en U (Geobruigg, EI), des platines rigides en forme de coupole (Tetra, GTS). Pour les modèles de type coupole, il faut contrôler l'existence de trou pour l'évacuation de l'eau, pour les modèles articulés, il faut contrôler la longueur de l'axe qui doit être assez long pour éviter la rupture du poteau lors des mouvements de grande amplitude, pour les modèles de type rotule, il faut contrôler le bon emboîtement.
- contrôler la bonne assise du poteau sur le sol. Les efforts doivent être transmis du poteau vers le terrain via la platine (travail en compression du poteau), les câbles (câblettes) de maintien du pied de poteau ne sont pas dimensionnés pour reprendre des efforts il est donc important que la platine ne soit pas en équilibre ;
- contrôler le poinçonnement du sol sous la platine ;
- contrôler la tension des câblettes de maintien des platines, une tension trop forte est un indice de mouvement ;
- les platines d'extrémité de ligne doivent être orientées dans la direction de l'ancrage aval (rejet du poteau vers l'extérieur).



Cliché 30 : Différents types de platine

1. Platine rigide de type coupole (filet Tetra, filet GTS)
2. Platine articulée de type rotule sur plot béton (Geobruigg)
3. Platine articulée de type rotule sur support acier (Geobruigg)
4. Platine articulée de type EI (filet EI, filet Can)



La platine est reliée aux ancrages supérieurs par un câble. La tension de celui-ci permet de contrôler un éventuel glissement du poteau.

Les platines ont évolué avec les modèles. Pour les deux générations de filets EI, elles sont différentes. La platine est constituée de 4 pièces de fers en U ; les 2 pièces supérieures sont soudées sur champ (travail maximum), perpendiculairement aux 2 autres (ailes vers le sol) positionnées par la suite horizontalement sur le sol ; les pièces supérieures sont percées pour laisser passer l'axe d'articulation du poteau principal. Pour augmenter la surface d'appui, des fers transversaux de plus grande longueur peuvent être enfilés sous les U en contact avec le sol (demande faite par le RTM et généralisée selon les contextes). Suite à ces compléments, il a parfois été constaté un ripage latéral de la platine sur ces fers de répartition supplémentaires (absence de liaison entre fers).





Cliché 31 : Adaptation sur une platine de type coupole

Un crayon métallique a été ajouté pour éviter le ripage de la platine.



Cliché 32 : Aménagement sous les platines pour assurer une bonne assise

Sur cette photo est illustrée la difficulté qui peut être rencontrée lors de la mise en place des platines sur un sol d'assise très irrégulier. Pour garantir une bonne assise une platine repose sur un massif en pierre bétonné (poteau au second plan) une platine a été complétée de fer transversaux (poteau au premier plan).

## 5 Ancrage

### 5.1 Illustrations de désordres



Cliché 33 : Rupture d'ancrage

Des ruptures sont observées sur tous les types d'ancrages (barre acier, câble, câble mono toron spiroïdal) dans tous les types de support (rocher, rocher altéré, éboulis).

Dans le rocher la rupture apparaît de manière brusque.

Dans les terrains ayant une couche d'altération ou dans les éboulis généralement l'ancrage cisaille le terrain, il y a une modification de la géométrie des filets et rupture de l'ancrage plutôt par cisaillement.





Cliché 34 : Arrachement d'un ancrage

L'ancrage traverse un bloc d'environ 2 m<sup>3</sup> soit moins de 5 tonnes or les efforts à reprendre sont généralement supérieur à 15 tonnes. La nature des terrains doit être contrôlée d'une manière stricte lors de la foration. Pour exemple, dans des terrains rocheux de très mauvaises qualités (succession de terrain solide avec des terrains très altérés) ont été mis en œuvre des ancrages à scellement continu de 6 m de profondeur en diamètre 90 mm pour une résistance contrôlée de 30 tonnes.



Cliché 35 : Rupture au niveau du câble d'ancrage

Dans le cas d'ancrage câble, la tête d'ancrage dispose d'une cosse cœur renforcée ou d'un équivalent. Il est à proscrire la connexion de câble directement sans une protection de ceux-ci par une cosse cœur de résistance équivalente.



Cliché 36 : Amarrage sur ancrage rigide avec plaque de répartition

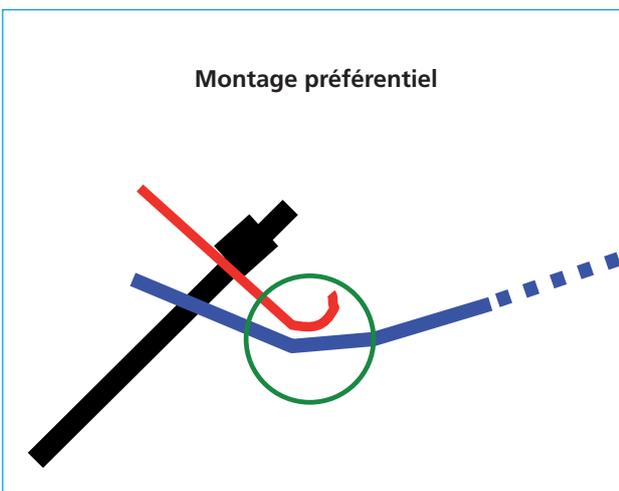
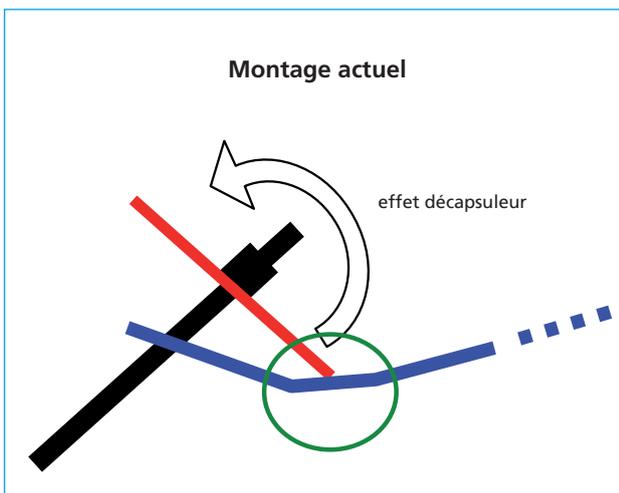
Dans le cas d'ancrage ayant cisailé le terrain, les plaques de répartition ont un effet décapsuleur, il favorise l'arrachage de l'ancrage. A noter que la résistance en cisaillement de l'acier est 2 fois plus faible que sa résistance en traction, le cisaillement du sol entraînant un effort au cisaillement sur la barre il faut un dimensionnement au cisaillement.

Diagnostic d'un ancrage rigide ayant cisailé le sol (la tête bouge quand on lui imprime un effort de l'amont vers l'aval).

D'une manière générale, ce n'est pas souhaitable compte tenu de la faible résistance au cisaillement :

- contrôler que la plaque de répartition ne cisaille pas le câble ou menace de décapsuler l'ancrage ;
- contrôler si possible l'amarrage des câbles à l'arrière de la plaque ;
- contrôler la présence de coulis ou mortier dans le forage (si l'ancrage a beaucoup bougé, à priori il doit être réduit en morceaux) ;
- contrôler la géométrie du filet ;
- contrôler sur 2 années la progression du déplacement.

Il n'y a pas de moyen simple de préjuger de la résistance d'un ancrage dont la tête bouge, le diagnostic devra se faire sur 2 années de contrôle a minima.





Cliché 37 : Doublage des ancrages de bout de ligne

Compte tenu du fait que les efforts se concentrent en bout de ligne il est préconisé de doubler les ancrages de bout de ligne. Cependant si on souhaite une répartition des efforts il est indispensable de mettre en œuvre un système permettant la triangulation des ancrages. Sinon le premier ancrage sollicité rompt et les efforts ayant conduit à rompre l'ancrage, doivent être repris à nouveau par un ancrage isolé.

Premier ancrage qui a rompu, les efforts n'ont pas été repris par l'ancrage amont





*Cliché 38 : Protection ancrage câble par un manchon*

*Pour protéger le câble du cisaillement est mis en œuvre un manchon de protection.*

*Pour ne pas cisailer le câble comme sur la photo intermédiaire ci-contre, ce manchon doit être complet et mobile comme sur la photo du bas*



## 5.2 Points de contrôle / recommandations

- Favoriser les ancrages par câbles pour lesquels il faut proscrire les câbles à âme textile, il faut contrôler la qualité de la tête d'ancrage (câble manchonné, cosse cœur renforcé), les ancrages par câble mono toron de type spiroïdal donnent une bonne satisfaction ;
- en cas de mise en place d'ancrage barre acier, vérifier le dimensionnement au cisaillement (il peut être admis que la résistance au cisaillement est égal à 0.48 fois la limite élastique de la barre) ;
- contrôler le cisaillement du terrain autour de l'ancrage ;
- pour les ancrages en rocher contrôler la fracturation du rocher qui sous l'action gel -dégel peut se disloquer ;
- doubler les ancrages d'extrémité de lignes, idéalement les 2 derniers ancrages. Une triangulation des ancrages doit être faite et pas une simple liaison par câble ;
- les ancrages par pieux explosés ont été très largement utilisés pour la mise en place des filets paravalanches. Il convient de savoir qu'il existe une part d'incertitude relativement forte quant à la fiabilité de ces ancrages. De nombreux tests montrent qu'ils ne sont pas adaptés pour reprendre des efforts supérieurs à 20 tonnes. Ces ancrages conduisent généralement à un cisaillement fort des terrains par le câble ou la barre acier s'ils ne sont pas suffisamment inclinés pour respecter le sens de traction du filet ;
- vérifier la protection des boucles de câbles des câbles d'ancrage, en effet la rupture de la cosse cœur ou la rupture de la boucle de l'ancrage nécessitera la réalisation d'un nouvel ancrage. Il est donc fortement intéressant pour la durabilité de l'ancrage de le protéger au mieux par des systèmes garantissant le respect des rayons de courbure ;
- contrôler le positionnement des ancrages :

La norme NF P 95-304 (p 9 chapitre 6.7) précise que : "les pièces de transmission des efforts au sol doivent être adaptées en valeur et en direction".

Techniquement la meilleure direction est de tirer dans l'axe de l'ancrage.



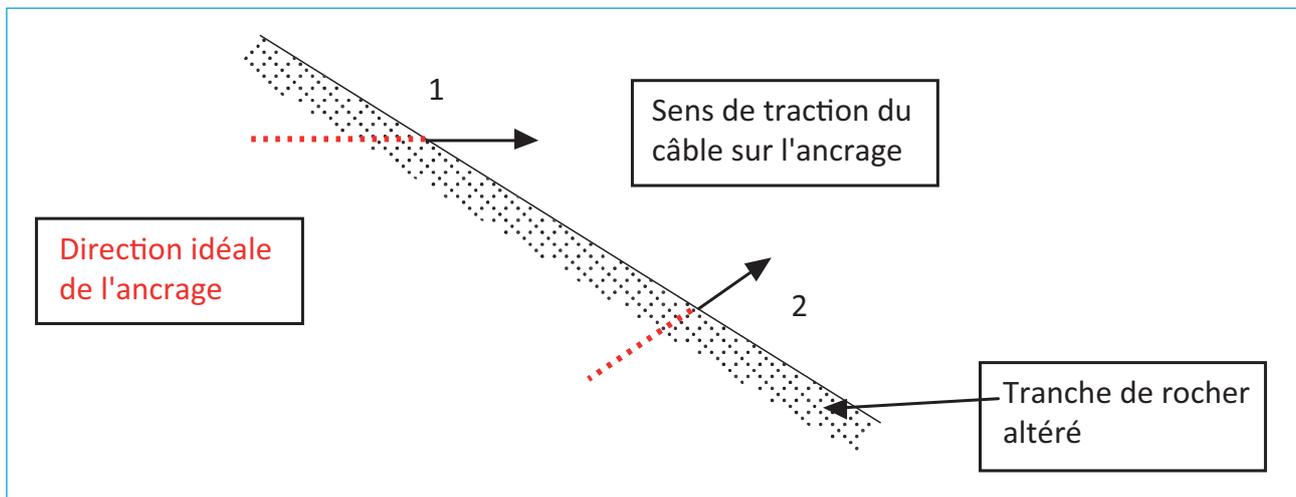
Cliché 39 : Ancrage par pieux explosés

La présence du tube acier utilisée pour ce type d'ancrage permet de les reconnaître.



Cliché 40 : Ancrage par câble mono toron

La boucle protégée par un tube acier est caractéristique des ancrages à câble mono toron. Le montage proposé sur cette photo est une préconisation RTM. Ancrage par câble mono toron large boucle, une pièce de liaison avec des axes de grands diamètres pour les respects de rayon de courbure. Si des difficultés de réglage nécessitent de rallonger des longueurs une boucle de câble sera utilisée entre l'ancrage et la pièce de liaison, idéalement cette boucle doit être manchonnée.



Il est rapide de constater que le cas 1 est techniquement très difficile à mettre en oeuvre (foration à l'horizontale). En fonction de la nature du sol, si il y a une tranche d'altération importante, pour le cas 1, il faudra un ancrage très long avant de trouver le rocher sain. Ainsi pour l'application de la norme NF P 95-304, il faut tenir compte de la faisabilité de l'ancrage (techniquement et financièrement).

Le retour d'expérience RTM, permet de définir une mise en oeuvre qui peut être tolérée dans les situations difficiles :

- ancrage amont, foration perpendiculaire au sol,
- ancrage aval, foration verticale.

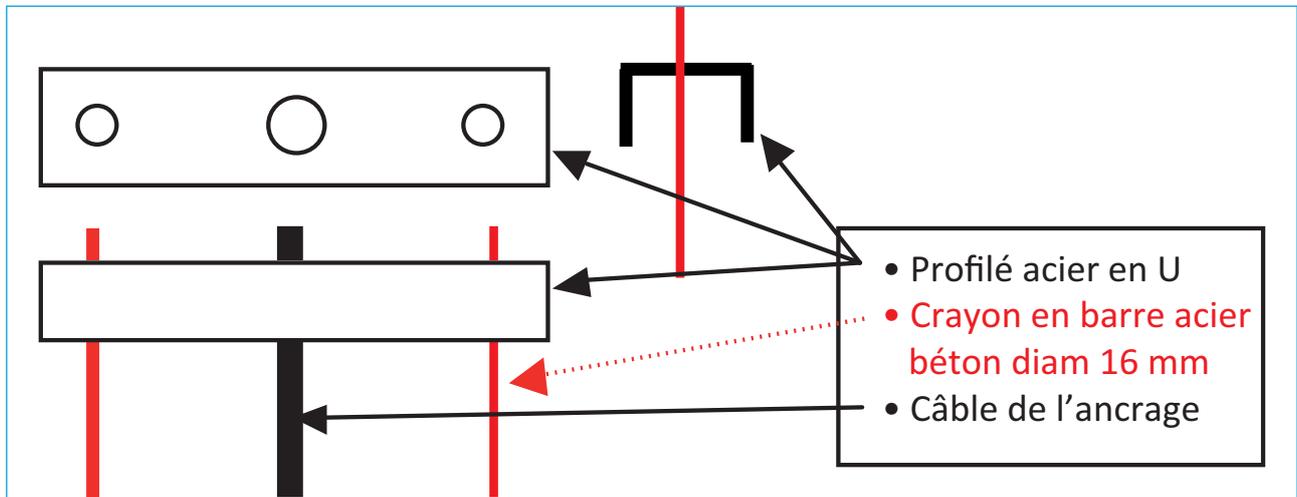
Cette tolérance tient compte des aspects de faisabilité. Il faudra tout de même essayer de favoriser une implantation respectant le sens de traction.

- Les valeurs habituelles pour un filet de type F 46 sont de l'ordre de 20 t sur les ancrages amont, un peu moins de 10 t sur les ancrages aval et d'environ 20-25 t en appui sur le poteau.



Cliché 41 : Orientation des ancrages

*Lorsque les conditions de terrain le permettent, il convient d'exiger des ancrages orientés dans le sens de la traction.*



Cliché 42 : Dispositif pour limiter le cisaillement des terrains  
(D. Fertin RTM 09-31)

Dans certains contextes le cisaillement du terrain peut être problématique, Didier Fertin du RTM 09-31 a proposé la mise en place en tête d'ancrage d'un dispositif qui réduit fortement le cisaillement des terrains.

## 6 Hauban

### 6.1 Illustrations de désordres



*Cliché 43 : Décrochage du hauban aval*

*Lors de la fonte des neiges la tension se relâchant les haubans bougent, ils peuvent parfois se décrocher des axes voir du poteau.*



*Les traces de mouvement des haubans avals sur les poteaux sont un bon signe.*





Cliché 44 : Boucle de câble par épissure

Cette technique est si elle est mise en œuvre de manière correcte plus sûre que les serre-câbles. Elle nécessite un serre-câble d'arrêt et un brin mort d'une longueur  $L > 20.D$  (20 fois le diamètre). Cela n'est pas respecté sur la photo supérieure.



Cliché 45 : Respect des règles de haubanage

En chargement les efforts repris par le hauban aval et les ancrages peuvent générer des efforts cisailant sur le poteau. De fait il est strictement obligatoire de respecter les règles de haubanage au risque de voir le poteau rompre.

Sur ce modèle de filet le hauban aval ne doit pas être distant de plus d'un axe du filet. Si ce filet est soumis à des conditions d'enneigement important le poteau rompra.

## 6.2 Points de contrôle / recommandations

- À proscrire les câbles à âme textile ;
- attention aux règles de montage, attache sur le poteau, tension du hauban ;
- contrôler la tension des haubans après chaque hiver, il ne doit pas être tendu, une flèche de 20 cm environ est nécessaire ;
- contrôler les règles de montage :

1. Le nombre de serre-câbles qui doit être de deux pour les diamètres inférieurs à 10 mm ; trois pour les câbles de Ø 10 à 12 ; quatre pour Ø 12.5 à 20 si âme textile et cinq si âme métallique.

2. La distance entre serres câble doit être entre 6 et 8 fois le diamètre du brin, avec cette même distance au moins entre le bout du câble et le dernier serre câble.

3. Le mors doit être installé sur le brin vif, l'étrier sur le brin mort.

4. En cas de jonction de câbles, les règles sont les mêmes mais alterner le sens des serre-câbles.

5. En cas d'emploi de cosses coeurs, elles doivent correspondre au Ø des brins, doivent être installées correctement, elles doivent être à grande ouverture et du type renforcée galvanisée à chaud (les plus solides existante si possible).

6. Bien vérifier le rayon de courbure des câbles qui en statique doit être supérieure à 1.5 fois le diamètre. Un mauvais rayon de courbure fait apparaître l'âme.

7. Ne pas accepter les câbles effilochés ni ceux rallongés par des « bouts de câbles récupérés ». Il appartient à l'entrepreneur de prévoir des câbles de longueur adaptée.

**Rappel respect du rayon de courbure** : celui-ci doit être supérieur à 1.5 fois le diamètre. Ainsi le diamètre de la pièce supportant le câble doit être idéalement de 3 fois le diamètre du câble.

Diamètre câble (mm)	Rayon de courbure	Diamètre de la pièce supportant le câble
16	> 24 mm	D > 48 mm
20	> 30 mm	D > 60 mm
24	> 36 mm	D > 72 mm

**Rappel sur l'usage des serre-câbles** : le nombre de serre-câbles dépend du type de serre câble et du diamètre du câble.

Type de serre câble recommandés et nombre de serre câble en fonction du type et du diamètre de câbles		
Diamètre câble (mm)	S.C. DIN 1142	SC Green Pin ou Crosby
16	4	(5/8) 3
20	4	(3/4) 4
24	5	(1) 5

## 7 Corrosion-usure de pièces

### 7.1 Illustrations de désordres



Cliché 46 : Rupture de cosse cœur

Des ruptures sont présentes quel que soit le type de cosse cœur. Il s'avère extrêmement difficile de réaliser une réparation, le câble généralement très écrasé ne permet pas la remise en place d'une cosse cœur.



Réparation par une cosse cœur recoupée.





Cliché 47 : Corrosion de différentes pièces

Des ruptures sont présentes quelques soit le type de cosse cœur. Il s'avère extrêmement difficile de réaliser une réparation, le câble généralement très écrasé ne le permet pas.





Cliché 48 : Ruptures de câble de maille



Cliché 49 : Ruptures de serre flex



Il est plutôt conseillé l'usage de manchon comme sur la photo de gauche.

## 7.2 Points de contrôle / recommandations

- Les ruptures de cosses cœurs sont relativement fréquentes, le remplacement n'est pas toujours aisé mais il est indispensable, il peut être admis de réduire la taille de la cosse cœur de remplacement de manière à pouvoir la positionner ;
- les câbles à âme textile sont à proscrire ;
- pour l'usage de manille favoriser si possible le marquage WLL,
- les mailles de filets sont réalisées à l'aide de serre câble ou coquille ;



Cliché 50 : Marquage WLL de manille



Cliché 51 : Pièces de croisement des mailles de filet.



Sans explication sur une même ligne de filet peut apparaître de la corrosion sur l'ensemble des pièces d'un filet. Concernant la rupture seul les serre flex (modèle cliché 49 : Rupture de serre flex) ont présenté de nombreuses ruptures retrouvées sur plusieurs sites.

- en cas de protection contre la corrosion par peinture exiger 2 couches de couleur différentes ;
- attention aux règles de montage pour les réparations :

1. Le nombre de serre-câbles qui doit être de deux pour les diamètres inférieurs à 10 mm ; trois pour les câbles de Ø 10 à 12 ; quatre pour Ø 12.5 à 20 si âme textile et cinq si âme métallique.
2. La distance entre serres câble doit être entre 6 et 8 fois le diamètre du brin, avec cette même distance au moins entre le bout du câble et le dernier serre câble.
3. Le mors doit être installé sur le brin vif, l'étrier sur le brin mort.
4. En cas de jonction de câbles, les règles sont les mêmes mais alterner le sens des serre-câbles.
5. En cas d'emploi de cosses coeurs, elles doivent correspondre au Ø des brins, doivent être installées correctement, elles doivent être à grande ouverture et du type renforcée galvanisée à chaud (les plus solides existante si possible).
6. Bien vérifier le rayon de courbure des câbles qui en statique doit être supérieure à 1.5 fois le diamètre. Un mauvais rayon de courbure fait apparaître l'âme.
7. Ne pas accepter les câbles effilochés ni ceux rallongés par des « bouts de câbles récupérés ». Il appartient à l'entrepreneur de prévoir des câbles de longueur adaptée.

**Rappel respect du rayon de courbure** : celui-ci doit être supérieur à 1.5 fois le diamètre. Ainsi le diamètre de la pièce supportant le câble doit être idéalement de 3 fois le diamètre du câble.

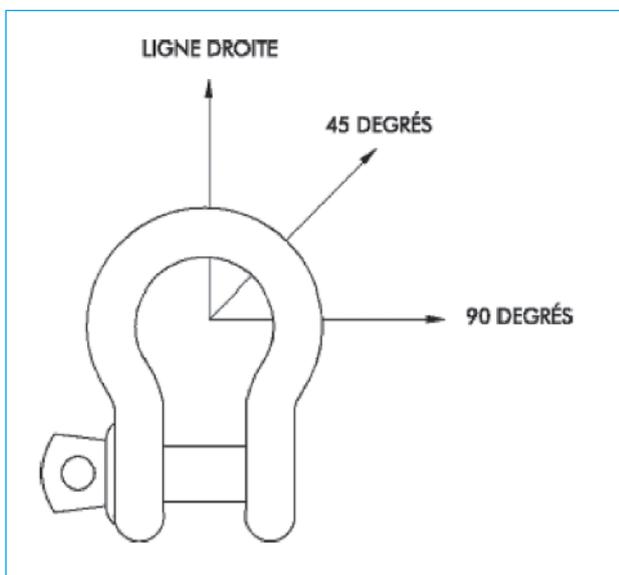
Diamètre câble (mm)	Rayon de courbure	Diamètre de la pièce supportant le câble
16	> 24 mm	D > 48 mm
20	> 30 mm	D > 60 mm
24	> 36 mm	D > 72 mm

**Rappel sur l'usage des serre-câbles** : le nombre de serre-câbles dépend du type de serre câble et du diamètre du câble.

Type de serre câble recommandés et nombre de serre câble en fonction du type et du diamètre de câbles		
Diamètre câble (mm)	S.C. DIN 1142	SC Green Pin ou Crosby
16	4	(5/8) 3
20	4	(3/4) 4
24	5	(1) 5

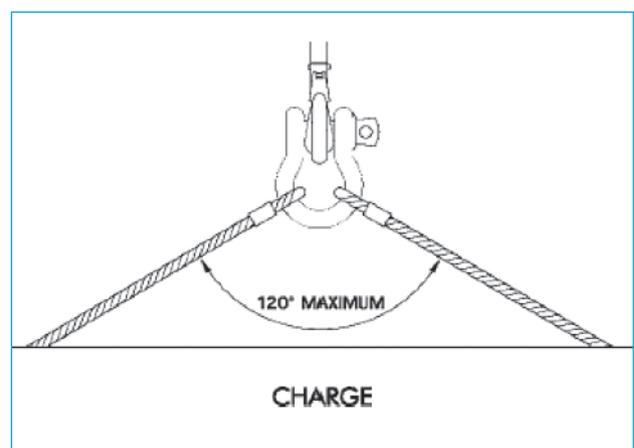
Échelle de corrosion	Caractérisation du degré de corrosion	Sur le terrain	Mesures à prendre
<b>C3</b>	Corrosion totale et profonde avec perte de fonctionnalité	En frottant la zone corrodée avec main tâche de corrosion sur main, dépôts ferreux sur main important, la torsion endommage l'élément	Pièce à changer sans délai
<b>C2</b>	Corrosion partielle ou limitée, n'entraînant pas de diminution des sections d'acier	En frottant la zone corrodée avec main tâche de corrosion sur main, présence de paillettes rares	Remplacement de la pièce à programmer
<b>C1</b>	Corrosion partielle ou limitée, n'entraînant pas de diminution sensible des caractéristiques	En frottant avec main pas de tâche sur main	Élément à traiter ou remplacement à envisager
<b>C0</b>	Pas de corrosion		

**Rappel quantification de la corrosion :** pour qualifier, voire quantifier l'état de corrosion des aciers, il existe une échelle des degrés d'enrouillement (Norme ISO 4628-3) qui est préconisée pour la description des atteintes sur des ouvrages classiques, mais qui est inadaptée pour le diagnostic des ouvrages paravalanches du fait de sa complexité. Dans la pratique une échelle simplifiée (C0-C1-C2-C3).



#### Réduction de charge en cas d'effort latéral sur des manilles à axe vissé

Angle de charge latéral	Charge maximale de travail
0° en ligne dans l'axe de symétrie	100 % de la charge nominale
45° de l'axe vertical	70 % de la charge nominale
90° de l'axe vertical	50 % de la charge nominale



## 8 Contrôle de la géométrie

### 8.1 Illustrations de désordres



Cliché 52 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage.

La quasi-totalité des ancrages amont de cette ligne a cisailé le terrain, entraînant un décalage vers l'aval des tabliers, tous les poteaux se sont redressés. L'observation de loin est suffisante pour le diagnostic.



Cliché 53 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage.

Hormis les ancrages de bout de lignes tous les ancrages ont rompu, les poteaux se sont couchés vers l'aval.



Cliché 54 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage et réglage des haubans aval.

La géométrie est conforme jusqu'au 4<sup>ème</sup> poteau, à noter cependant que les haubans aval sont trop tendus ils ne permettront pas une bonne mobilité des poteaux.



Cliché 55 : Géométrie des filets, réglage du tablier.

Les traces de frottement sur le poteau traduisent une géométrie non conforme sous le chargement de la neige. Soit les ancrages ont cisailé le terrain rapprochant trop le tablier du poteau, soit le poteau a bougé.



Cliché 56 : Géométrie des filets, réglage conforme.

La géométrie de cette ligne de filet est conforme, l'alignement des poteaux des haubans et des filets est respecté.



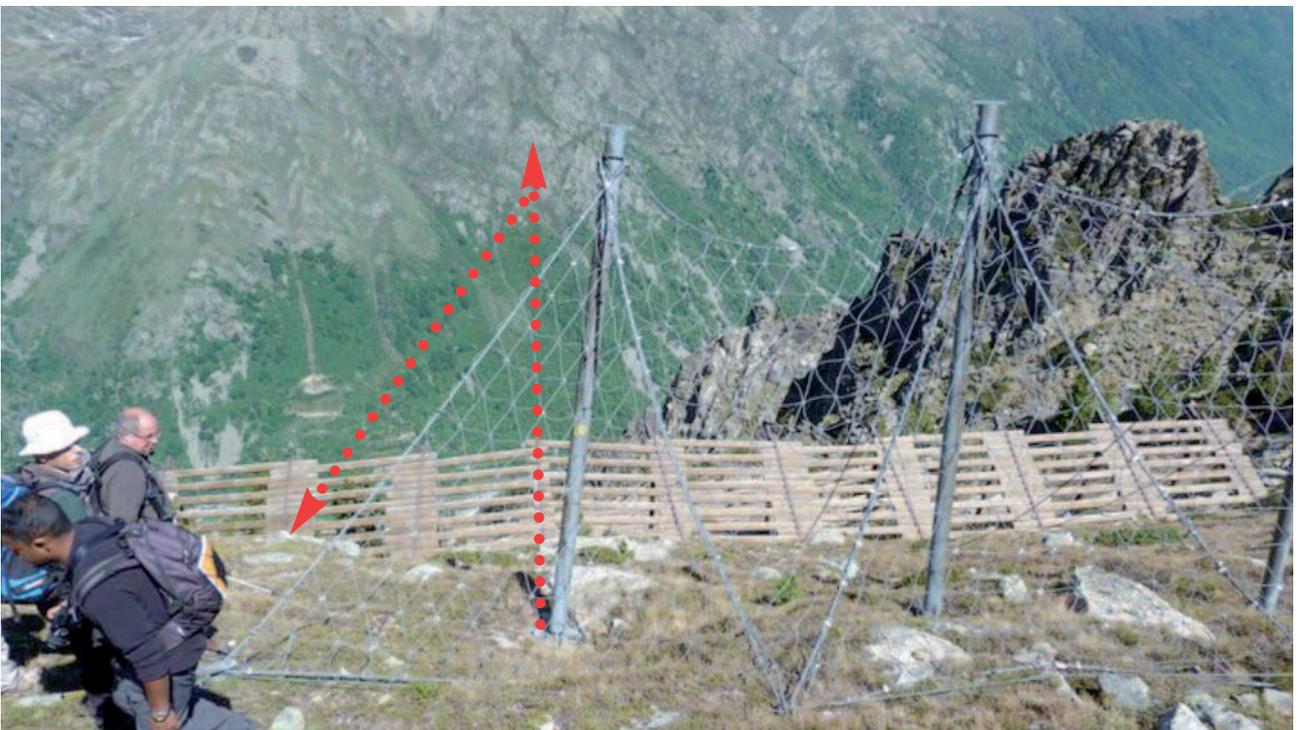
Cliché 57 : Géométrie des filets, cas où les réglages sont quasi impossibles

Malgré la grande souplesse des ouvrages il existe des situations où il n'est pas possible d'obtenir un réglage conforme. Pour l'implantation si on ne peut respecter les distances ancrages poteaux il vaut mieux rallonger ces distances à l'aide de boucle de câble notamment que les raccourcir.



Cliché 58 : Géométrie des filets, poteaux trop redressés.

L'alignement des poteaux n'est pas respecté, la morphologie du terrain n'est pas très complexe, une rupture s'est produite. Dans ce cas, c'est l'ancrage du hauban aval qui a rompu.



Cliché 59 : Géométrie des filets, poteau d'extrémité.

Le poteau et la platine de bout de ligne doivent permettre une orientation vers l'extérieur, le hauban aval doit aussi être décalé vers l'extérieur. Cette observation ne doit pas conduire forcément à une réparation, il s'agit d'un défaut de montage, si l'ouvrage a tenu depuis en ayant subi des chargements de référence il peut être admis de le conserver (c'est le cas dans cet exemple).



*Cliché 60 : Géométrie des filets, respect des alignements.*

*Sur ces photos, tous les alignements sont respectés. Sur la photo du haut à gauche, le poteau d'extrémité de la ligne en bas à droite est bien orienté vers l'extérieur.*





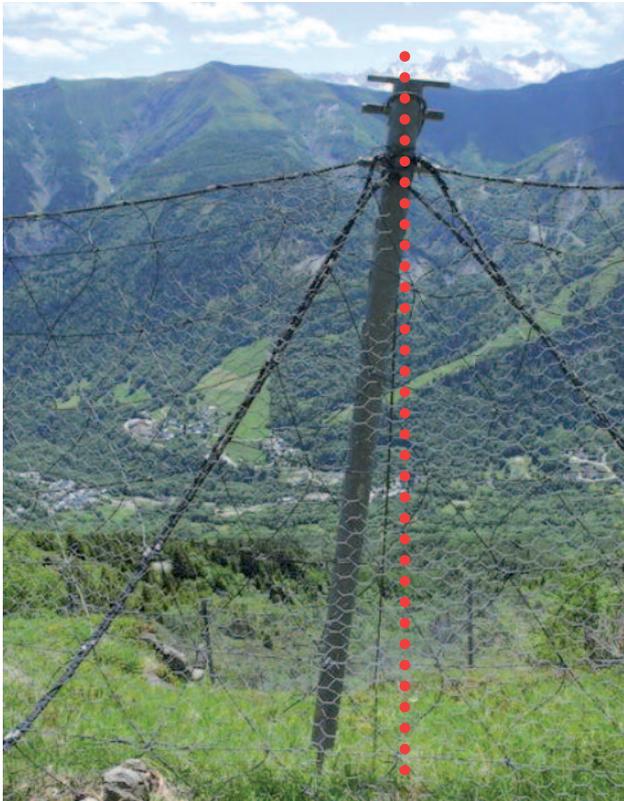
Cliché 61 : Géométrie des filets, haubans aval trop détendus.

Les haubans aval trop détendus et l'inclinaison des poteaux traduisent une rupture sur cette ligne de filet.



Cliché 62 : Géométrie des filets, poteaux trop inclinés et filet trop détendu

Une rupture des ancrages a modifié la géométrie de cette ligne une réparation d'urgence a été entreprise en doublant les ancrages. Cependant on note que les poteaux sont trop inclinés vers l'aval, que les filets trop proches des poteaux pourront une fois remplis venir en appui sur les poteaux.



Cliché 63 : Géométrie des filets, alignement filet poteau hauban aval

Lorsque les filets sont difficiles à régler il apparaît des décalages parfois importants dans l'alignement du tablier, du poteau et du hauban aval. Ces décalages peuvent aussi apparaître lorsque le chargement par la neige en hiver n'est pas homogène. Cela arrive généralement dans des couloirs où les vents peuvent engendrer des accumulations de neige d'un seul côté de la ligne de filet, il y a alors un basculement de toute la ligne vers le côté chargé en neige.

Pour les filets rectangulaires, une liaison entre filet doit correspondre à l'alignement du poteau et du hauban aval. Pour les filets triangulaires le poteau et le hauban doivent être alignés sur l'axe du filet.

## 8.2 Points de contrôle / recommandations

- Il est important de vérifier les distances d'implantation des ancrages et le positionnement du poteau, les distances « ancrages amont-poteau-ancrage aval doivent être celles prévues théoriquement. En cas de problème de respect des valeurs à cause du terrain, mieux vaut rallonger que réduire ces distances ;
- lorsque le terrain est irrégulier et que des problèmes de réglage apparaissent les grandes lignes sont à éviter, il faut passer à une disposition fragmentée combinée ;
- les haubans aval ne doivent pas être tendu une flèche de 20 cm est nécessaire ;
- les filets ne doivent pas être trop tendus, il forme le tablier qui est la première structure souple, en cas de difficultés de réglage comme préciser ci-dessus il vaut mieux rallonger que réduire les distances. L'usage d'une boucle de câble pour rallonger les distances donne de bons résultats.

## 9 Liste des clichés

Cliché 1 : Ruptures de poteaux au niveau du haubanage, soit par les efforts du hauban aval (1 et 2) soit par étranglement par le câble de pourtour du filet (3) ; => poteaux à changer .....	31
Cliché 2 : Sommet de poteau d'un F36 modèle 1990 – bonne disposition avec décalage d'un trou pour le haubanage .....	31
Cliché 3 : Ruptures de poteau .....	32
Cliché 4 : Déformations de poteaux plus ou moins prononcées .....	33
Cliché 5 : Désordres de poteau au niveau de la liaison avec la platine en raison du positionnement du pied de poteau .....	34
Cliché 6 : Un serre-câble en appui sur le poteau créant une déformation du poteau.....	34
Cliché 7 : Évolution des poteaux sur une même gamme de filet .....	36
Cliché 8 : Haubanage avec un décalage trop important entre les points d'accroche des filets et du hauban aval.....	37
Cliché 9 : Traces de frottement sur les poteaux.....	37
Cliché 10 : Aménagement en pied de poteau d'une maçonnerie de pierre pour récupérer le dénivelé du terrain .....	38
Cliché 11 : Décrochement de câble des axes du poteau .....	38
Cliché 12 : Rejet du poteau d'extrémité de ligne vers l'extérieur, le hauban aval est décalé sur le côté .....	39
Cliché 13 : Rupture du câble de pourtour.....	40
Cliché 14 : Rupture de pièces adaptées pour le respect des rayons de courbure.....	41
Cliché 15 : Rupture ou absence de liaison entre filets .....	42
Cliché 16 : Déformations des mailles du filet .....	43
Cliché 17 : Jonction entre le filet et le terrain .....	45
Cliché 18 : Jonction entre le câble de maille et le câble de pourtour .....	45
Cliché 19 : Rupture de la pièce de liaison ancrage-filet .....	46
Cliché 20 : Pièce de liaison ancrage filet induisant des contraintes et déformations en cisaillement sur la barre de scellement.....	47
Cliché 21 : Positionnement de la pièce de liaison.....	48
Cliché 22 : Écrasement d'un câble sur une manille .....	49
Cliché 23 : Système de liaison ancrage filet type EI .....	49
Cliché 24 : Défaut de respect de rayon de courbure dans une liaison entre câble.....	50

Cliché 25 : Dispositif de liaison ancrage filet par manille avec pièce de renfort du filet pour le respect des rayons de courbures. ....	51
Cliché 26 : Exemple d'une réparation de fortune.....	51
Cliché 27 : Poinçonnement du sol par la platine. ....	52
Cliché 28 : Rupture au niveau de la platine. ....	53
Cliché 29 : Mauvaise assise de la platine. ....	54
Cliché 30 : Différents types de platine. ....	55
Cliché 31 : Adaptation sur une platine de type coupole.....	56
Cliché 32 : Aménagement sous les platines pour assurer une bonne assise.....	56
Cliché 33 : Rupture d'ancrage.....	57
Cliché 34 : Arrachement d'un ancrage.....	58
Cliché 35 : Rupture au niveau du câble d'ancrage.....	58
Cliché 36 : Amarrage sur ancrage rigide avec plaque de répartition.....	59
Cliché 37 : Doublage des ancrages de bout de ligne.....	60
Cliché 38 : Protection ancrage câble par un manchon.....	61
Cliché 39 : Ancrage par pieux explosés.....	62
Cliché 40 : Ancrage par câble mono toron.....	62
Cliché 41 : Orientation des ancrages.....	63
Cliché 42 : Dispositif pour limiter le cisaillement des terrains (D. Fertin RTM 09-31).....	64
Cliché 43 : Décrochage du hauban aval.....	65
Cliché 44 : Boucle de câble par épissure.....	66
Cliché 45 : Respect des règles de haubanage.....	66
Cliché 46 : Rupture de cosse coeur.....	68
Cliché 47 : Corrosion de différentes pièces.....	69
Cliché 48 : Ruptures de câble de maille.....	70
Cliché 49 : Ruptures de serre flex.....	70
Cliché 50 : Marquage WLL de manille.....	70
Cliché 51 : Pièces de croisement des mailles de filet.....	71
Cliché 52 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage.....	73
Cliché 53 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage.....	73
Cliché 54 : Géométrie des filets, rupture d'ancrage et réglage des haubans aval.....	74
Cliché 55 : Géométrie des filets, réglage du tablier.....	74

Cliché 56 :	Géométrie des filets, réglage conforme.....	75
Cliché 57 :	Géométrie des filets, cas où les réglages sont quasi impossibles .....	75
Cliché 58 :	Géométrie des filets, poteaux trop redressés. ....	76
Cliché 59 :	Géométrie des filets, poteau d'extrémité.....	76
Cliché 60 :	Géométrie des filets, respect des alignements. ....	77
Cliché 61 :	Géométrie des filets, haubans aval trop détendus. ....	78
Cliché 62 :	Géométrie des filets, poteaux trop inclinés et filet trop détendu .....	78
Cliché 63 :	Géométrie des filets, alignement filet poteau hauban aval .....	79



# Annexe 2 : éléments du cahier des charges techniques particulières pour la pose de filets de protection contre les avalanches

## SOMMAIRE

Préambule.....	86
1. Description des travaux .....	87
1.1. Objet du marché.....	87
1.2. Consistance des travaux.....	87
1.3. Situation et caractéristiques principales du site.....	89
1.4. Assurance de la qualité / conditions du contrôle de l'exécution .....	89
1.4.1. Plan d'assurance qualité (p.a.q.).....	89
1.4.2. Contrôles extérieurs .....	91
2. Provenance et qualité des matériaux.....	92
2.1. Provenance des matériaux .....	92
2.2. Ancrages .....	93
2.2.1. Traction de service sur les ancrages .....	93
2.2.2. Caractéristiques des ancrages .....	94
2.3. Produits de scellement .....	95
2.3.1. Généralités .....	95
2.3.2. Caractéristiques des produits de scellement.....	95
2.3.3. Adjuvants et fibres .....	96
2.3.4. Stockage des produits de scellement.....	96
2.3.5. Eau de gâchage .....	97
2.4. Filets paravalanches .....	97
2.4.1. Type d'ouvrages, marquage .....	97
2.4.2. Nature des matériaux et protection contre la corrosion.....	97
2.4.3. Dispositions de conception.....	98
2.5. Grillage double torsion .....	99
3. Mode d'exécution des travaux.....	100
3.1. Généralités .....	100
3.1.1. Documents à fournir par l'entreprise .....	100
3.1.2. Sécurité .....	100
3.1.3. Emploi d'explosif.....	100
3.1.4. Accès et transport.....	100
3.1.5. Installation et repli de chantier .....	100

3.1.6.	Mesures environnementales .....	100
3.1.7.	Implantation des ouvrages .....	100
3.1.8.	Clauses relatives à l'héliportage.....	101
3.2.	Exécution des ancrages.....	101
3.2.1.	Caractéristiques générales.....	101
3.2.2.	Ancrages en rocher compact par scellement ponctuel .....	102
3.2.3.	Ancrages en terrain rocheux altéré par scellement continu .....	103
3.2.4.	Ancrages par pieux explosés .....	103
3.2.5.	Ancrages par micro-pieux .....	104
3.2.6.	Fiche technique.....	104
3.2.7.	Contrôle des produits de scellement.....	104
3.2.8.	Essais d'ancrage.....	105
3.3.	Montage, réglages, finitions .....	105
3.3.1.	Ouvrages .....	105
3.3.2.	Serre-câbles .....	108
3.3.3.	Grillage double torsion.....	108
3.3.4.	Visite de contrôle après le premier hiver .....	108

## Préambule

Les dispositions de ce Cahier des Clauses Techniques Particulières (**C.C.T.P.**) sont applicables aux travaux de construction de filets de protection contre les avalanches, destinés à atténuer fortement le risque de leur déclenchement éventuel.

Elles viennent préciser celles implicitement applicables des « règles de l'art » contenues notamment dans les documents suivants :

- le Cahier des Clauses Techniques Générales (**C.C.T.G.**), avec en particulier :
  - *le fascicule n° 2*, « Terrassements Généraux » ;
  - *le fascicule n° 4*, Titre I « Fourniture d'acier et autres métaux - Armatures pour béton armé », Titre III « Aciers laminés pour constructions métalliques », Titre IV « Rivets métalliques, boulonnerie à serrage contrôlé, destinés à l'exécution des constructions métalliques » ;
  - *le fascicule n° 56*, « Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion » ;
  - *le fascicule n° 61*, Titre V « Conception et calcul des ponts et constructions métalliques en acier » ;
  - *le fascicule n° 62*, « Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil » ;
  - *le fascicule n° 66*, « Exécution des ouvrages de génie civil en acier » ;
  - *le fascicule n° 68*, « Exécution des Travaux de fondations d'ouvrages de génie civil » ;

- Les normes suivantes :
  - la norme NF P 95-304 « Filets paravalanches – Spécifications de conception », homologuée le 20 novembre 1992 ;
  - la norme NF P 95-301 « Ancrages passifs ponctuels en sol meuble - Méthode d'essais d'arrachement », homologuée le 20 juillet 1994 ;
  - la norme XP P 94-444 « essais statiques d'arrachement d'ancrages sous un effort axial de traction ».

Les conditions du présent CCTP ne sont pas exhaustives. L'entrepreneur devra se conformer à toutes les règles de l'art, même si elles ne lui ont pas été expressément rappelées.

# 1 Description des travaux

## 1.1 Objet du marché

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (**CCTP**) définit les spécifications techniques des travaux d'installation de filets paravalanches sur la @commune de .....@ pour atténuer les avalanches qui menacent le @site de.....@.

Il est rappelé que l'entreprise peut proposer des ouvrages non conformes à la norme en offre variante. Le choix de ces ouvrages se fera sur proposition du Maître d'Œuvre au Maître d'Ouvrage qui restera seul décideur de leur pose ou non.

A l'appui de son offre, l'entrepreneur remettra :

- une attestation de conformité des ouvrages à la norme ;
- pour sa proposition d'ouvrage, une fiche technique avec les éléments suivants :
  - descriptif détaillé de l'ouvrage, matériaux utilisés ;
  - plans d'exécution et de montage, avec les tolérances de pose éventuelles ;
  - identifications des matériaux utilisés ;
  - valeur et direction des efforts nominaux aux ancrages ;
- une notice définissant les modalités d'entretien et les conditions de durabilité de l'ouvrage ;
- dans le cas d'une offre variante d'ouvrages non conformes à la norme, les éléments techniques de dimensionnement de l'ouvrage en reprenant les cas de charge définis dans la norme, toutes les références de pose de ce produit en reprenant, les sites, les maîtres d'ouvrages et les entreprises de pose.

En complément d'une conformité à la norme il est demandé au titulaire de garantir une tenue pour les surcharges de rives. Les surcharges de rive (forces marginales) seront prises en compte dans le calcul de la structure et des efforts induits sur les ancrages latéraux (Cf. 5.5.2.4 des Directives Suisses OFEV/WSL 2007).

## 1.2 Consistance des travaux

Les travaux et prestations à exécuter sont les suivants :

- la conception des écrans de filets et la mise au point d'un dossier justificatif correspondant comprenant une fiche technique et une note de calcul sur les dispositifs d'ancrage, indiquant notamment les contraintes nominales sur les ancrages des ouvrages, et d'appui de poteaux ;
- l'adaptation au site des ouvrages (filets, dispositifs d'ancrage, appuis au sol) ;
- la fourniture au Maître d'œuvre d'un Plan d'Assurance Qualité (P.A.Q) ;
- l'établissement des plans d'exécution et spécifications techniques détaillées ;
- l'élaboration des documents relatifs à la sécurité et à la protection de la santé, conformément aux exigences réglementaires en vigueur ;
- le piquetage détaillé des ouvrages, le contrôle des implantations et les levés topographiques éventuels rendus nécessaires avant ou après le chantier ;
- l'aménagement et/ou la création des accès, et leur entretien durant le chantier, ainsi que la gestion des circulations, la signalisation de chantier et les dispositifs de sécurité ;
- les installations de chantier, leur maintenance et leur repli ; Une cabane de chantier sera équipée d'une table pour permettre de déplier les plans ;
- toutes les dispositions spéciales à prendre le long des conduites et réseaux enterrés ou aériens existants, l'obtention des droits de stationnement (aire de stockage), de passage et de survol éventuellement nécessaires ;
- les travaux d'aménagements d'emprise (déboisement, dessouchage, démolition ou démontage de chaussées et d'ouvrages situés sur l'emprise) ;
- toutes les sujétions nécessaires à l'exécution des travaux (comme la fourniture et la mise en œuvre des ouvrages provisoires nécessaires pour faciliter et assurer l'exécution des travaux dont il n'est pas fait mention au bordereau, tels que ponts de service, échafaudage, chemin de roulage, câbles, etc.) ;

- la fourniture, le transport, le déchargement, le stockage et la surveillance de tout le matériel nécessaire ;
- le transport de tout le matériel nécessaire à pied d'œuvre, y compris par hélicoptère ;
- les travaux de génie civil (fouilles, ferrailage, coffrage, bétonnage, régalaage des terres extraites autour des fondations), toutes fournitures et sujétions d'exécution comprises ;
- le montage des consoles (poteaux, haubans) et du tablier (nappe), avec tous les réglages nécessaires, pour une longueur totale approximative de @ ???? mètres@ ;
- la fourniture et la pose, sur les filets, d'un grillage galvanisé double torsion ;
- les essais éventuels sur les ancrages, de convenance et de contrôle ;
- le contrôle des produits de scellement ;
- les essais et épreuves de vérification préliminaires avant la réception ;
- tous les déplacements du chantier d'un secteur de travaux à un autre ;
- les reconstructions à l'identique des chaussées, ouvrages et aménagements démolis, démontés ou endommagés du fait des travaux, la remise en état des voies (publiques ou privées) empruntées et des terrains traversés ou occupés... ;
- le nettoyage du chantier et la remise en état des lieux à la fin des travaux ;
- les travaux rendus nécessaires pendant le délai de garantie et notamment les réajustements et réglages qui pourraient s'avérer justifiés pendant cette période ;
- l'établissement du plan de récolement.

L'Entrepreneur est réputé, pour l'exécution des travaux mais préalablement à la remise des offres, avoir procédé à une visite complète et détaillée des lieux et s'être pleinement rendu compte de toutes les difficultés que comportent les travaux et les conditions dans lesquelles ils doivent être exécutés.

Ainsi toutes les sujétions résultant des travaux telles que les possibilités d'accès, la topographie

des lieux, la nature des travaux à réaliser, les conditions d'organisation et du fonctionnement du chantier, les intempéries, l'altitude, la période pendant laquelle ils doivent être exécutés, le délai d'exécution, etc., sont comprises dans les prix du marché et ne pourront donner lieu à aucune plus-value ou versement d'indemnité.

### **Préalablement aux travaux**

L'entrepreneur soumettra au Maître d'œuvre un programme d'exécution conformément au CCAP qui comprendra notamment un plan précisant l'implantation et l'orientation des ancrages suite à une reconnaissance générale du site. Les travaux ne pourront en aucun cas démarrer avant que ces éléments aient été visés par le Maître d'œuvre ou son représentant.

Il appartient à l'entreprise de produire dans son étude d'exécution une note de calcul sur la résistance des différents éléments à mettre en œuvre (section des différents câbles et des barres d'ancrage...). Les caractéristiques de tous les équipements à mettre en œuvre devront ainsi être vérifiées et dimensionnées par l'entrepreneur, sous sa responsabilité, au vu des contraintes, de la configuration du site et des produits employés.

### **Pendant les travaux**

Après l'enlèvement de la végétation et les purges et/ou le nettoyage éventuel, l'entrepreneur indiquera au Maître d'œuvre ou à son représentant avant toute exécution de travaux si des modifications, compte tenu de la meilleure perception du site après nettoyage, sont à prévoir dans le positionnement ou la nature des ancrages à exécuter (nombre, répartition et profondeur des ancrages...).

Le type et les caractéristiques détaillées (en particulier la profondeur) de chaque ancrage seront enfin adaptés, au cas par cas, selon la nature et la qualité des terrains rencontrés, notamment pendant le forage.

### 1.3 Situation et caractéristiques principales du site

Voir plan de localisation joint.

Caractéristiques		
Altitude atteinte (approximative)	Maximale	@1 780 m@
	Minimale	@1 700 m@
Exposition générale		@Sud Est@
Nature du terrain		@Schistes lustrés@
Végétation		@Rase - présence de rares mélèzes@
Pentes d'implantation	Minimale	@80 %@
	Maximale	@95 %@
Moyens d'accès		@Piste en contrebas et à l'aplomb@

Les sols du site sont constitués, selon les secteurs : @

- de dalles de schistes lustrés présentant une forte schistosité et un pendage de 45° Ouest inverse à la pente : pour la réalisation des ancrages, une attention particulière devra être prêtée au litage et à la stratification de la roche, afin d'assurer la pérennité des ancrages ;
- de rocher compact ;
- d'éboulis et de colluvions de pentes mêlés de blocs où le reprise des efforts est plus difficiles à assurer.@

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur la fragilité environnementale caractérisant le site et notamment les risques de chutes de pierres et de blocs. Les terrassements en particulier devront être minimisés et une protection mise en place pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Une reconnaissance à l'amont du site devra être pratiquée par l'entreprise pour déceler et purger préventivement les éléments les plus instables.

### 1.4 Assurance de la qualité / Conditions du contrôle de l'exécution

L'assurance de la qualité des travaux réalisés sera assurée par :

- un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) ;
- des contrôles extérieurs.

#### 1.4.1 Plan d'Assurance Qualité (P.A.Q.)

##### 1.4.1.1 Objectifs

L'entrepreneur établit le plan d'assurance qualité (PAQ) dans lequel il décrit l'organisation générale du chantier, les principaux moyens qu'il compte y affecter et les dispositions de contrôle intérieurs associées à ces moyens.

Le plan d'assurance qualité (P.A.Q.) est établi pour l'ensemble des travaux à réaliser et soumis au visa du Maître d'œuvre.

Il indique les procédures et moyens d'exécution concernant chaque type de tâches, les modalités du contrôle intérieur et décrit les procédures de traitement de non-conformité.

Il prévoit le déclenchement, en temps voulu, des actions de corrections éventuellement nécessaires, en fonction des informations recueillies sur le déroulement des travaux.

Il organise la collecte et règle l'interprétation des informations qui résultent :

- d'une part des examens et des essais de contrôle, dont les modalités d'exécution déterminent la probabilité de déceler d'éventuelles anomalies ;
- d'autre part de la vérification du respect des conditions d'exécution prévues.

A la fin des travaux, les informations recueillies donnent les moyens de justifier que la qualité requise a bien été obtenue.

Le PAQ est un document évolutif, lié aux étapes du projet. En conséquence, certaines rubriques ne pourront être complétées que progressivement.

Les documents contenus dans le PAQ devront traiter au minimum des points suivants :

- réalisation des travaux : approvisionnement, affectation des tâches, moyens en personnel et matériel, responsables des sous-traitants sur le chantier ;
- contrôle interne : procédures et moyens mis en oeuvre pour obtenir la qualité requise.

#### 1.4.1.2 Phases d'établissement et d'application du P.A.Q.

Les documents constituant le P.A.Q. sont établis en plusieurs étapes :

- pendant la période de préparation des travaux :
  - mise au point du document d'organisation générale ;
  - calendrier prévisionnel d'exécution des travaux ;
  - établissement des procédures d'exécution correspondant aux premières phases de travaux ;
- pendant la période de réalisation des travaux :
  - avant toute phase d'exécution spécifique : établissement et ajustement des autres procédures d'exécution, préparation des documents de suivi d'exécution ;
  - pendant l'exécution de chaque phase spécifique : renseignement et tenue à disposition sur le chantier des documents de suivi ;
- à l'achèvement des travaux :
  - regroupement et remise au Maître d'oeuvre de l'ensemble des documents du P.A.Q. et des documents de suivi d'exécution; ces documents sont fournis en 1 seul exemplaire facilement reproductible.

#### 1.4.1.3 Contenu

Le PAQ est constitué de :

- un document d'organisation générale présentant les éléments communs à l'ensemble du chantier ;

- un planning général d'intervention ;
- les notes techniques relatives aux fournitures et aux ouvrages ;
- des documents particuliers pour chaque procédure d'exécution en précisant les moyens en hommes et matériels mis en oeuvre, ainsi que les contrôles internes à l'entreprise et les points d'arrêt.

De manière non exhaustive, les documents suivants sont à fournir :

- 1 Une attestation de conformité des ouvrages à la norme NF P 95-304.
- 2 Les descriptifs détaillés, les matériaux utilisés et la note de calcul des ouvrages, et notamment les valeurs et direction des efforts nominaux aux ancrages.
- 3 Les descriptifs, notes de calcul, certificats d'épreuve et références aux normes et règlements utilisés de l'ensemble des éléments constitutifs des ouvrages.
- 4 Les notices, fournies par le fabricant, correspondant à l'installation et au montage des ouvrages ainsi qu'à l'implantation des ancrages, avec schémas cotés et tolérances d'implantation. **D'autre part, sera fournie une attestation du fabricant garantissant que la conception des filets proposés leur permet d'être reliés entre eux par une cabelle de ligature ? et d'être recouverts à 100 % d'un grillage.**
- 5 **Les noms des fournisseurs** et les notices des matériaux incorporés dans les ouvrages, ainsi que tout document précisant les moyens permettant d'identifier la provenance (traçabilité) de l'ensemble des éléments constitutifs des ouvrages. A ce titre un marquage des éléments constitutifs est fortement conseillé.
- 6 Une notice explicitant les dispositions prévues pour assurer la protection anti-corrosion de l'ensemble des pièces métalliques constituant les ouvrages, avant leur livraison ou sur chantier.

- 7 Un planning d'exécution des travaux.
- 8 La liste des moyens matériels utilisés pour chaque phase d'exécution, ainsi que le procès verbal d'essai et de contrôle du vérin de moins d'une année qui sera utilisé pour les essais de traction.
- 9 Les sites envisagés pour le stockage, le montage et l'héliportage (DZ) des ouvrages et des matériels, et le projet des installations de chantier et des ouvrages provisoires.
- 10 Le nom des intervenants prévus par l'entreprise et notamment de façon précise :
  - de l'interlocuteur du Maître d'œuvre, hors jour de visite de chantier où la présence d'un conducteur de travaux est exigée ;
  - des personnes habilitées à l'utilisation des explosifs.
- 11 Un journal de chantier, tenu à jour par l'entreprise, et à disposition permanente du Maître d'œuvre.
- 12 Les noms et caractéristiques des produits de scellement et accessoires envisagés, avec les fiches techniques correspondantes. + dosage en eau recommandé par le fabricant pour les mortiers et notice d'utilisation des résines : température mini et temps de vie.
- 13 Le lieu de provenance et la qualité de l'eau qui sera utilisée pour la confection des coulis et mortiers.
- 14 Un exemplaire vierge de fiche de foration envisagée.
- 15 La profondeur proposée, le mode opératoire envisagé pour la réalisation des ancrages.
- 16 Le nom des organismes chargés du contrôle de la qualité des produits de scellement et des essais d'ancrages.
- 17 Une notice définissant les modalités d'entretien et de durabilité de l'ouvrage.

## 1.4.2 Contrôles extérieurs

### 1.4.2.1 Objectifs

Les contrôles extérieurs sont de l'initiative et de la compétence du Maître d'œuvre. Ils sont destinés à vérifier la conformité des travaux aux exigences du marché. Ils peuvent concerner notamment :

- les pièces constituant le Plan d'Assurance Qualité ;
- les matériaux et matériels mis en œuvre ;
- les implantations et le nivellement des ouvrages,
- le respect des règles de l'art, et des modes d'exécution prévus au marché.

Ces contrôles ne dispensent pas l'entrepreneur de son contrôle interne. L'entrepreneur sera informé des résultats du contrôle extérieur.

### 1.4.2.2 Points d'arrêt

Au cours de l'exécution des ouvrages, le Maître d'œuvre procédera à des contrôles préalablement définis, appelés « points d'arrêt ».

L'entreprise dispose d'un délai minimal de préavis pour informer le Maître d'œuvre de l'échéance des points d'arrêt ; elle devra s'assurer de la réception effective de cette information par le Maître d'œuvre.

Au-delà de ce délai, l'entreprise peut poursuivre l'exécution en l'absence de réponse du Maître d'œuvre.

Les points d'arrêt pourront concerner les tâches suivantes :

Points d'arrêt	Délais de préavis
Contrôle implantation spécifique et piquetage	@3 jours@
Contrôle des fournitures	@3 jours@
Contrôle des forations	@3 jours@
Contrôle des ancrages	@3 jours@

### 1.4.2.1 Contrôle des fournitures

**Attention ce chapitre si il est retenu doit faire l'objet d'un poste sur le bordereau de prix : « Fourniture et test en laboratoire d'éléments constitutifs de l'ouvrage ».**

En plus du contrôle de la conformité des fournitures réalisés sur site lors des points d'arrêt, l'entreprise doit prévoir en plus des fournitures nécessaires à la mise en œuvre des travaux la fourniture :

- d'un poteau supplémentaire ;
- d'une nappe de filet supplémentaire ;
- d'un hauban aval supplémentaire ;
- d'un ancrage supplémentaire (câble ou barre de scellement).

Le Maître d'œuvre lors du points d'arrêt de contrôle des fournitures désignera le poteau, la nappe de filet, l'hauban aval et l'ancrage qui seront envoyés en laboratoire pour des tests sur la résistance et la galvanisation.

Les frais de transfert au laboratoire et les frais de laboratoire sont prévus dans le cadre du bordereau des prix.

En cas de non-conformité des éléments testés, le Maître d'œuvre choisira 2 éléments similaires mis en place sur site pour de nouveaux tests. Le démontage, le remplacement, le test sont alors à la charge de l'entreprise. En cas de non-conformité l'ensemble des ouvrages devra être remplacé à la charge de l'entreprise, les tests sur les nouveaux éléments sont à la charge de l'entreprise.

## 2 Provenance et qualité des matériaux

### 2.1 Provenance des matériaux

Tous les matériaux et fournitures entrant dans la composition des ouvrages faisant partie du présent marché sont fournis par l'entrepreneur.

Tous les matériaux et fournitures devront s'avérer conformes :

- aux éléments de description apportés par les différents schémas de principe et/ou aux dispositions résultant des plans d'exécution et spécifications techniques détaillées des ouvrages établis par l'entrepreneur ;
- aux normes en vigueur le jour de la remise des offres et notamment :
  - NF ISO 2408 (février 2004) : Câbles en acier pour usages courants – Exigences minimales (indice de classement : A 47-200) ;
  - NF ISO 8793 (décembre 1986) : Câbles, produits tréfilés, étirés, calibrés, profilés et laminés à froid - Câbles en acier -Terminaisons manchonnées (indice de classement : A47-251) ;
  - NF ISO 8794 (décembre 1986) : Câbles, produits tréfilés, étirés, calibrés, profilés et laminés à froid - Câbles en acier - Oeils épissés pour élingues (indice de classement : A47-250) ;
  - NF EN 1990 (mars 2003) : Eurocode 0 - Base de calcul des structures (indice de classement : P06-100-1) ;
  - NF P 06-100-2 (juin 2004) : Eurocodes structuraux- Bases de calcul des structures- Annexe nationale à la NF EN 1990 ;
  - NF EN 1991-1-1 : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments ;
  - NF EN 1993 : Eurocode 3 - Calcul des structures en acier :
    - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (P22-311-1) (octobre 2005) ;

- Partie 1-4 : Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables (P22-314-1) (projet) ;
- NF EN 1999 : Eurocode 9 – Calcul des structures en alliages d'aluminium ;
  - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (P22-151) (projet) ;
- NF EN 10244-2 : Fils et produits tréfilés en acier - Revêtements métalliques non ferreux sur fils d'acier - Partie 2 : revêtements de zinc ou d'alliage de zinc ;
- NF EN 10264-2 : Fils et produits tréfilés en acier – Fils pour câbles – Partie 2 : Fil écroui à froid par tréfilage en acier non allié pour câbles d'usage courant ;
- NF A47-203 : Câbles en acier d'usages courants
  - Câbles zingués de petits diamètres en fils fins pour usage courant ;
- NF P22-702 : Règles AL - Règles de conception et de calcul des charpentes en alliages d'aluminium ;
- NF X50-500 : Durée de vie et durabilité des biens – Vocabulaire ;
- Norme sur la galvanisation des poteaux et pièces métalliques : NF EN ISO 1461 ;
- Norme sur les serre-câbles: EN 13411 -5.

Les documents **correspondants**, et les délais de transmission, sont précisés en **3.1.1**.

En cas de non-respect de cette exigence, les matériaux et fournitures correspondants pourront être refusés.

**Le constructeur joindra au projet de réalisation une note précisant, pour les matériaux utilisés, toutes les propriétés caractéristiques concernant l'effet des rayonnements solaires, de l'humidité, de la corrosion, du feu, du froid, de l'alternance gel-dégel, de la compatibilité des matériaux entre eux.**

## 2.2 Ancrages

Toute liberté est laissée à l'entreprise pour présenter les solutions de son choix qui devront être validées par la Maître d'œuvre. L'attention de l'entreprise est attirée sur le fait que les solutions sont dimensionnées à la traction mais que les dispositifs de liaison ancrage-câble ou que la nature du sol peuvent entraîner des déplacements induisant des efforts de cisaillement.

### 2.2.1 Traction de service sur les ancrages

#### 2.2.1.1 Définition de la traction de service de calcul

Dans sa note de calcul, le concepteur précise la force d'arrachement  $F$  à laquelle est soumis chaque ancrage.

La traction de service  $T_s$  de calcul correspond à la valeur de  $F$  multipliée par un coefficient de sécurité  $Sc$ , d'une valeur minimale de 1,2.

#### 2.2.1.2 Tractions de service minimales, pour les ouvrages de conception usuelle

Les ouvrages de conceptions usuelles sont ceux qui correspondent à la figure 2 de la norme NF P 95-304.

Pour ces ouvrages, des tractions de service minimales sont exigées :

	Ancrages amont	Ancrages aval
Filets F36	160 kN	100 kN
Filets F46	200 kN	

Pour les autres ouvrages, il n'est pas fixé de traction de service minimale exigée.

### 2.2.1.3 Traction de service retenue

La traction de service retenue  $T_s$  sera la plus grande des deux valeurs ( $T_s$  de calcul ou  $T_s$  minimale exigée).

## 2.2.2 Caractéristiques des ancrages

L'Entrepreneur adaptera, selon la nature et la qualité des terrains rencontrés (notamment pendant le forage), le type et les caractéristiques détaillés (en particulier la profondeur) de chaque ancrage. Les caractéristiques minimales ci-après sont néanmoins exigibles.

L'implantation des ancrages pourra s'effectuer dans des terrains de différentes natures et pourra nécessiter l'utilisation de différents types d'ancrages (ancrage en rocher compact, ancrage de type pieu explosé en terrain meuble, ancrage de type micro-pieu en terrain meuble) et la mise en œuvre de quantités de produits de scellement plus ou moins importantes. Aucune plus-value ne sera acceptée ayant pour cause ces quantités.

### 2.2.2.1 Armature des ancrages

Les ancrages seront constitués :

- soit par un câble galvanisé à âme métallique muni d'une embout conique ; leur résistance à la rupture doit être supérieure aux valeurs définies par la note de calcul de l'entrepreneur et au moins supérieure à 225 kN. Les caractéristiques minimales des câbles à utiliser sont précisées au 2.4.3.2 ;
- de manière exceptionnelle et si le contexte le justifie (ancrage sur rocher affleurant et avec une surface conforme au sens de traction) par une barre en acier de haute adhérence, de nuance Fe 500/550, de type GEWI, les barres utilisées devant :
  - être des barres vissables sur toute leur longueur ;
  - être des barres pleines et de diamètre minimal égal à 28 mm.

La mise en place de câbles monotorons de type spiroïdaux dont les caractéristiques sont définies au 2.2.2.6 est prévue en option (à chiffrer obligatoirement par les entreprises dans son offre).

### 2.2.2.2 Dispositif en tête d'ancrage

Pour les câbles, le dispositif en tête sera constitué d'une boucle, munie d'une cosse-cœur pleine ou renforcée et galvanisée à chaud, **d'un tube acier ou de tout autre dispositif** permettant d'assurer la bonne transmission des efforts sans déformation et **de limiter les risques de cisaillement du câble au contact du rocher ou du sol.**

Tout appui d'un câble sur un angle vif étant interdit, un dispositif préalablement agréé sera placé à la sortie du trou de scellement pour éviter le contact avec le rocher et permettre le respect des rayons de courbure minimum ( $3 \times \varnothing$ ).

Pour les barres métalliques, le dispositif en tête d'ancrage permettant l'accrochage des filets et la bonne transmission des efforts sera proposé par l'entrepreneur à l'agrément préalable du Maître d'œuvre.

En sol meuble, un dispositif spécifique sera proposé et mis en place (socle en béton, large platine...) pour limiter le cisaillement du sol au niveau des têtes d'ancrage.

### 2.2.2.3 Barres ou câbles pour ancrages en rocher

Leur longueur de scellement varie pour chaque ancrage, mais ne pourra être inférieure à **1,8 mètres en rocher.**

### 2.2.2.4 Barres ou câbles pour ancrages par pieux explosés

Dans le cas de pieux explosés, pour ce qui concerne l'extrémité inférieure, les **câbles seront**

### **munis d'un manchon serti (embout conique).**

La mise en place d'un manchon de raccordement en partie basse des barres métalliques n'est pas imposée, mais fortement recommandée. En l'absence de ce manchon sur les barres, l'entreprise garantira la résistance à l'arrachement de la barre dans le pieu. En cas de déficience, la mise en place de ce manchon sera imposée sur les nouveaux ancrages à réaliser aux frais de l'entreprise.

#### **2.2.2.5 Tubes extérieurs pour ancrages par pieux explosés**

Le tube métallique sera de type étiré non soudé. Son épaisseur et son diamètre seront adaptés au diamètre des éléments utilisés mais ne pourront être inférieurs à **3,2 mm** (pour l'épaisseur) et **49,3 mm** (pour le diamètre extérieur).

Pour le scellement de câble, le diamètre du tube devra être augmenté (**> 60-62 mm**) pour permettre le passage du manchon serti.

Sa longueur pourra varier pour chaque ancrage, mais ne pourra être inférieure à **3 m**. Il sera formé en pointe à une extrémité. Il sera affaibli par 3 ou 4 rainures radiales, effectuées en atelier à la fraiseuse, sur une profondeur de la demi-épaisseur au minimum. Ces rainures auront **50 cm** de longueur, arrêtées à **10 cm** de la pointe. Les méplats tangentiels sont interdits. Le tube sera étanche.

Le Maître d'œuvre réceptionnera ces tubes et contrôlera la régularité de la profondeur. Les tubes refusés seront évacués en dehors du chantier.

#### **2.2.2.6 Câble monotoron de type spiroïdal pour ancrage**

En option, il est prévu le remplacement de la barre ou du câble traditionnel par un câble monotoron de type spiroïdal.

Cette pièce préfabriquée en usine est constituée d'un câble monotoron dont les fils constitutifs présentent un plus gros diamètre (**> 2 mm**) permettant une galvanisation riche (**> 200 gr/m<sup>2</sup>** correspondant à la classe A de la norme EN 10244-2).

Ce câble monotoron est recourbé en deux (deux câbles scellés dans l'ancrage) et passe à l'intérieur d'un tube de protection en inox ou en acier galva, de 50 cm de longueur, positionné à l'aval immédiat de la boucle. Ce tube est lui-même protégé sur la moitié supérieure par un second tube en acier galvanisé à chaud, courbé en usine, pour limiter les risques de cisaillement en sortie de trou.

La boucle est protégée par une cosse-cœur renforcée et galvanisée à chaud. Les deux câbles à sceller sont munis de centreurs.

## **2.3 Produits de scellement**

### **2.3.1 Généralités**

L'entreprise devra proposer à l'accord du Maître d'œuvre, la nature, la composition et le mode opératoire de mise en œuvre des produits de scellement qu'elle compte utiliser. Ils devront être compatibles à la fois avec la nature des terrains où s'effectueront les scellements et l'acier des ancrages.

### **2.3.2 Caractéristiques des produits de scellement**

Pour les coulis ou mortiers de ciment, le rapport C/E sera égal ou supérieur à 2 et ils seront dosés à 600 kg/m<sup>3</sup>.

Si l'abondance de fractures ouvertes dans la roche rend nécessaire l'utilisation de gaines géotextiles, les scellements sont effectués avec du coulis de ciment (coulis type CEMI 52,5 R à dosage spécifique, malaxage haute turbulence et pompe appropriée)

et avec utilisation impérative de centreurs. Dans ce cas, il sera procédé à des essais de convenance préalables pour vérifier la bonne adaptation des caractéristiques des gaines utilisées : diamètre, élasticité, perméabilité au coulis, etc...

Si l'entrepreneur se propose d'utiliser des mortiers de scellement livrés sous forme de mélange sec prêt à l'emploi, il devra justifier de la qualité des matériaux et fournir au Maître d'œuvre, les documents justificatifs correspondants établis par le fabricant sur la nature, la composition des mélanges, l'identification précise des constituants, le dosage en eau, les conditions, les moyens de mise en œuvre et les performances des produits concernés.

Produits autorisés	Caractéristiques	Utilisation
Résine de scellement	Résistance à la compression supérieure ou égale à <b>50 MPa</b>	Rocher compact
Coulis de ciment	CEMI 52,5 R, de résistance à la compression (fc 28) supérieure ou égale à <b>35 Mpa</b> Ciment de type <b>CP2</b> à faible chaleur d'hydratation, voire <b>PM ES</b>	Rocher compact ou rocher fracturé
mortier de scellement	Mortier à retrait compensé conditionné prêt à l'emploi de type TECHNIA 0/3 A953 ou tout autre mortier ayant des caractéristiques identiques (mortier de ciment à retrait compensé ou limité ( $\frac{C}{E} \geq 2$ )). Résistance à la compression (fc 28) supérieure ou égale à <b>45 MPa</b>	Rocher fracturé ou pieux explosés

Afin de s'assurer de la résistance à la compression de produits qui ne disposeraient pas de références probantes, des éprouves d'étude seront effectuées par l'entreprise dans un laboratoire préalablement agréé par le Maître d'œuvre.

L'entreprise devra préciser les mesures prises afin que sur le chantier la qualité des coulis et mortier soit satisfaisante (instruments gradués pour le dosage en eau et agrégats...). L'entreprise devra disposer d'un cône de Marsh sur le chantier.

L'emploi de chlorure de calcium est interdit.

L'utilisation de ciment en cartouches à mouiller est interdite.

L'utilisation des coulis de scellement à base de résines sous forme de cartouches à deux composants nécessitant un mélange des composants par rotation de la barre d'ancrage lors de sa mise en place n'est pas admise.

### 2.3.3 Adjuvants et fibres

Dans le cas où ils seraient employés, les adjuvants et additifs ne doivent contenir aucun élément agressif vis à vis des aciers et ciments. Ils doivent être conformes à la norme **NF EN 934-2** et aux exigences du règlement de la Marque NF 085 « Adjuvants pour béton, mortiers et coulis ».

Pour les pieux explosés, l'ajout de fibres métalliques, de type Dramix 30 mm ou équivalent, à raison de 30kg de fibres par m<sup>3</sup>, peut être demandé.

### 2.3.4 Stockage des produits de scellement

L'Entrepreneur devra veiller aux conditions de stockage des produits de scellement sur le chantier, de manière à assurer une protection efficace contre toutes causes susceptibles d'altérer leurs caractéristiques et leurs conditions de mise en œuvre (en particulier protection contre l'humidité des mé-

langes secs ou des ciments conditionnés en sacs). Le Maître d'œuvre se réserve le droit de refuser les produits de scellement ayant fait l'objet d'une protection insuffisante sur le chantier.

### 2.3.5 Eau de gâchage

La consommation d'eau est à la charge de l'Entrepreneur ainsi que l'analyse de l'eau utilisée le cas échéant. L'eau devra avoir les qualités physiques et chimiques fixées par la norme **NF EN 1008**. Elle sera propre, exempte de matières organiques, de produit chimique, de sulfate et de chlorure.

## 2.4 Filets paravalanches

### 2.4.1 Type d'ouvrages, marquage

Suivant la norme NF P 95-304, la hauteur de neige de référence (**Hn**) est de @????????@, et le facteur de glissement **N** est de @????????@. Ceci correspond à la classification @????????@ pour les ouvrages.

Chaque pièce fonctionnelle (filet, poteau) devra être identifiée par un marquage définitif.

### 2.4.2 Nature des matériaux et protection contre la corrosion

Tous les éléments entrant dans la constitution des ouvrages, devront faire l'objet d'une protection contre la corrosion. Ils recevront un système anti-corrosion de type galvanisation à chaud (NF EN ISO 14713 et NF EN ISO 1461).

Toutes les pièces accessoires manufacturés nécessaires au câblage (boucles, cosses cœur, serre-câbles, manilles, ...) et toutes les pièces métalliques (poteaux, platines, plaques...) utilisées et qui, par leur emploi sont appelées à paraître à l'air libre, seront galvanisées à chaud ; l'épaisseur du revêtement sera minimum de **80 µm**. L'entrepreneur fournira toutes les "fiches produit" et certificats relatifs aux diffé-

rents composants de l'ouvrage dont la liste non exhaustive est indiquée au 2.1 du CCAP.

Si certaines d'entre elles ne peuvent l'être pour des raisons techniques (à démontrer par l'entrepreneur), elles devront être protégées de la corrosion par deux couches d'une peinture riche en zinc, passées après une préparation de surface soignée (gre-naillage ou brossage) et de 2 couleurs différentes de manière à rendre décelable la disparition d'une couche.

L'assemblage de pièces galvanisées ou métallisées ne pourra se faire qu'avec des boulons galvanisés ou cadmiés. Les tiges ou boulons d'ancrage noyés dans le béton devront être galvanisés sur toute leur partie extérieure et sur 5 à 10 cm dans le béton.

L'entrepreneur, sur simple demande du Maître d'œuvre pendant le délai fixé au CCAP (garanties particulières) est tenu d'effectuer ou de faire effectuer, à ses frais, les réparations ou réfections nécessaires pour remédier aux défauts dûment constatés de la couche protectrice des structures métalliques, ces défauts pouvant provenir d'une déféctuosité des produits ou des matériaux employés ou des conditions de mise en place. La réparation ou la réfection de la couche protectrice sera effectuée à partir de procédés et de produits (peintures spéciales...) qui seront agréés préalablement par le Maître d'œuvre.

Les barres d'ancrage recevront une peinture anti-corrosion avant mise en place sur les 100 centimètres supérieurs.

L'Entrepreneur devra justifier dans les documents techniques de la nature, des caractéristiques, de l'efficacité des différentes protections appliquées aux systèmes.

Des variantes peuvent être présentées à condition que les mesures destinées à assurer la durabilité de l'ouvrage soient précisément détaillées.

Les techniques de protection et la nature des matériaux utilisés devront être compatibles.

### 2.4.3 Dispositions de conception

#### 2.4.3.1 Respect de la norme

Les filets seront conçus et montés en respectant les caractéristiques prévues dans la norme NF P 95-304. Il pourra être fait dérogation sous validation du Maître d'œuvre (solution variante) pour des ouvrages non conformes au paragraphe 6.1, 6.4, 6.5, 6.6 de la norme.

#### 2.4.3.2 Câbles

Les câbles utilisés seront à **âme métallique**.

La fixation des câbles de maille entre eux, et la fixation des câbles de maille aux câbles de pourtour seront assurée par des dispositifs ne permettant pas le coulissement après la pose.

Les câbles aciers galvanisés utilisés tant pour les filets que pour les haubans ou liaisons diverses, devront être conformes aux spécifications des normes AFNOR en particulier les normes EN **10264-2**, NFX 51001, NF ISO 2408, NF A 47200, NF A 47203, NF ISO 8793, NF ISO 8794.

Les fils composant les torons seront galvanisés avec une épaisseur minimale de zingage correspondant à la **classe B de la norme EN 10244-2**. **ATTENTION dans les contextes maritimes classe A**

De manière générale, les caractéristiques dimensionnelles de tous les câbles mis en œuvre, en l'absence de spécifications détaillées figurant au présent CCTP, seront déterminées, sous sa responsabilité, par l'entrepreneur au vu des contraintes à supporter, du coefficient de sécurité à appliquer, de la configuration du site et des produits employés.

Les caractéristiques minimales des câbles à utiliser sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Diamètre en mm	Composition du câble	Galvanisation gr/m <sup>2</sup>	Rupture en KN
16	AM 6 x 19	70	175
20	AM 6 x 19	90	275
22	AM 6 x 36	90	305
26	AM 6 x 36	90	426

L'entrepreneur pourra librement mettre en œuvre toute étude spécialisée préalable qui lui semble nécessaire. Le coût d'une telle étude est réputée compris dans l'article « installation et repli de chantier ».

En cas d'inadaptation manifeste, le Maître d'œuvre pourra cependant imposer des caractéristiques supérieures dont la charge incombera à l'entrepreneur.

#### 2.4.3.3 Platine et pied du poteau

La notice précisera les caractéristiques et justifications de la platine utilisée pour l'appui du pied de poteau (type, dimensions...).

Les parties métalliques protégées par la galvanisation seront décapées mécaniquement et galvanisées à chaud conformément à la norme NF EN ISO 14713, avec une couche de zinc d'une épaisseur minimale de 80 microns.

La surface de plaque d'appui et son articulation seront dimensionnées et adaptées de manière à transférer au sol la charge normale prévue pour l'ouvrage proposé par l'entrepreneur, en fonction de la résistance du sol à la compression (déterminée par l'entrepreneur).

L'augmentation de la surface d'appui par adjonction de pièces additives à l'appui type est admise. Un dispositif entre la plaque d'appui et les deux an-

crages amont des filets empêchera la plaque de glisser vers l'aval. Compte tenu du risque de blessure de ce câble au sol par des pierres, sa résistance à la rupture doit être au moins égale au double de l'effort déterminé par le fabricant tenant compte du dimensionnement du filet. Au minimum, chaque tirant de liaison aura un diamètre de 12 mm.

Il pourra être admis d'autres dispositifs d'appui et de blocage du pied du poteau, qui devront faire l'objet d'une notice de présentation et de justification de manière identique.

#### 2.4.3.3 Liaisons entre filets

Entre 2 filets voisins, la liaison sera réalisée avec un câble non serré passant dans chacune des mailles voisines. Ce câble aura des caractéristiques (diamètre, résistance) au moins équivalentes à celles du câble de maille.

#### 2.4.3.4 Liaisons ancrages - filets

Les pièces de liaison entre les filets et les ancrages devront s'adapter à toutes les orientations induites par les différents cas de service, et devront permettre tout réglage permettant de respecter les caractéristiques géométriques figurant dans les notices du constructeur.

L'ensemble des pièces de liaison devra résister sans déformation irréversible aux valeurs des efforts définis par la note de calcul fournie, **multipliées par 2**. Cette résistance devra être attestée par un certificat d'épreuve, établi à partir de mesures sur banc d'essai.

En cas de liaison par câble, le rayon de courbure de ceux-ci sera au minimum de 3 fois leur diamètre. Les bords de tous éléments métalliques (plaques, platines ...), de même que le rocher affleurant et saillant, en contact avec un câble (ou susceptibles de l'être après sollicitation) devront être coudés ou munis d'un dispositif adapté pour garantir le res-

pect des rayons de courbure minimum (pas d'angles vifs) et pour éviter tout contact direct avec des parties tranchantes.

#### 2.4.3.5 Autres pièces de liaison

Les cosses cœur seront à grande ouverture et seront **renforcées galvanisées à chaud** (fiche produit à fournir au stade de l'offre).

Les **serre-câbles** seront conformes aux spécifications de **l'annexe B (serre câble 2) de la norme NF EN 13411-5** (serre-câbles à embase large de type Green Pin, Crosby ou équivalent) (fiche produit à fournir précisant la galvanisation, résistance de l'étrier, semelle et écrou, nombre de pièce par liaison, couple de serrage).

Les **manilles** devront être **à axe vissé** et seront de type **Haute Résistance** galvanisées à 80 µm.

L'assemblage des pièces galvanisées ne pourra se faire qu'avec des boulons et écrous galvanisés, inoxydables ou cadmiés.

## 2.5 Grillage double torsion

Il peut être demandé par le fournisseur un doublage du filet par un grillage en raison d'un choix de maille de filet de plus de 200 cm<sup>2</sup> ou bien par la Maître d'œuvre, afin d'accroître la retenue de la neige de faible cohésion, le filet sera doublé par du grillage sur l'ensemble de la surface des filets.

Le grillage utilisé sera de type double torsion à mailles hexagonales **60 mm × 80 mm** avec fils de renforts longitudinaux sur les bords des lés. Ce renfort sera fixé mécaniquement en usine.

Les fils auront un diamètre minimum de 2,7 mm et seront protégés par un revêtement aluminé-zingué à chaud (Galvanisation Classe A, soit revêtu d'un alliage Ainc Alu + mischmetal de type Al5 Zn\_95.

Le grillage portera la marque NF ACIER qui assure la conformité aux normes suivantes :

- NF EN 10218-2 pour la dimension et la tolérance des fils ;
- NF EN 10223-3 pour les grillages à mailles hexagonales ;
- NF EN 10244-2 pour les fils à revêtements de zinc et d'alliage de zinc.

Chaque rouleau de grillage livré sur le chantier disposera au moins d'un label d'identification avec le diamètre du fil, le type de revêtement, la maille et la dimension du produit.

## 3 Mode d'exécution des travaux

### 3.1 Généralités

#### 3.1.1 Documents à fournir par l'entreprise

L'entreprise transmettra au Maître d'œuvre les éléments suivants :

**À définir selon les travaux du projet**

#### 3.1.2 Sécurité

**À définir selon les travaux du projet**

#### 3.1.3 Emploi d'explosif

**À définir selon les travaux du projet**

#### 3.1.4 Accès et transport

**À définir selon les travaux du projet**

#### 3.1.5 Installation et repli de chantier

**À définir selon les travaux du projet**

#### 3.1.6 Mesures environnementales

**À définir selon les travaux du projet**

### 3.1.7 Implantation des ouvrages

L'implantation générale des dispositifs est donnée dans le cadre de la consultation.

Le nombre de rangées, leur situation et le linéaire de filets dans chaque secteur de travaux sont précisés sur le plan joint au DCE.

L'entreprise devra s'assurer de la compatibilité du système qu'il propose avec les données d'implantation définies par le Maître d'œuvre et avec les contraintes topographiques. Toute proposition de modification des données d'implantation devra être indiquée et justifiée lors de la remise des offres. Le Maître d'œuvre se réserve le droit d'accepter ou de refuser cette proposition.

L'implantation des poteaux et des ancrages de chaque ligne de filets sera établie préférentiellement selon les principes suivants :

- respect des caractéristiques géométriques de la norme et de la notice de montage fournie par le fabricant ;
- absence de tension dans les filets avant mise en charge ;
- positionnement des ancrages situés à l'amont selon une même courbe de niveau ;
- alignement des pieds de poteaux (dans un souci d'esthétisme et de meilleure répartition des efforts) ;
- pour les ouvrages de conception usuelle (correspondants à la figure 2 de la norme 95-304), l'ancrage du hauban aval en extrémité de ligne sera déplacé vers l'extérieur selon la notice du constructeur ;
- le Maître d'œuvre effectuera le piquetage général, en matérialisant la position des lignes de filets.

L'entreprise devra effectuer contradictoirement avec le Maître d'œuvre l'implantation précise et définitive de chaque ligne de filets, y compris toute modification du piquetage nécessitée par les travaux. Ce piquetage sera réalisé à l'aide d'un ga-

barit, adapté à la pente du terrain, ou tout autre moyen agréé par le fabricant, permettant d'assurer le respect de la notice de pose.

Les quantités précises de matériel à mettre en place sont arrêtées après le piquetage définitif.

Pendant la durée du chantier, la Maître d'œuvre se réserve le droit de modifier la longueur des lignes et leur nombre, sans plus-value, à l'exception du matériel et des ancrages supplémentaires qui seront rémunérés selon les prix unitaires figurant au bordereau des prix unitaires du marché.

### 3.1.8 Clauses relatives à l'héliportage

À définir selon les travaux du projet

## 3.2 Exécution des ancrages

La pose des dispositifs prévue en terrain de toute nature, conduit à envisager différentes possibilités d'ancrage, selon les principes suivants :

- en rocher compact, scellement avec un coulis de ciment et exceptionnellement avec une résine;
- en rocher fracturé, scellement direct avec un mortier ou un coulis de ciment ;
- en terrain meuble, réalisation de pieux explosés ou micro pieux.

Il appartient à l'entreprise de définir le type et les caractéristiques (profondeur, Ø de foration...) des ancrages à mettre en place en fonction des caractéristiques de sol rencontrées.

### 3.2.1 Caractéristiques générales

#### 3.2.1.1 Orientation

Pour les ouvrages de conception usuelle (correspondant à la figure 2 de la norme NF P 95-304) :

- les ancrages situés à l'aval seront inclinés de 15° vers l'amont sur la verticale ou au maximum selon la **verticale** au sol ;

- les ancrages situés à l'amont seront forés selon une direction comprise entre la direction de la droite entre la tête de l'ancrage et le sommet du filet et 20° par rapport à l'horizontale.

Les forations seront réalisées avec un CFL (chariot de foration léger) ou tout autre dispositif, permettant d'assurer l'inclinaison définie au degré près. Les forations manuelles pour les ancrages situés à l'amont sont interdites.

#### 3.2.1.2 Doublement d'ancrages

En extrémité de lignes, les ancrages seront doublés pour prendre en compte les surcharges de rive.

En cas de doublement d'ancrages :

- la distance minimale entre les ancrages sera de 3 m, sauf accord préalable du Maître d'œuvre ;
- ils seront positionnés de manière à ce que les liaisons entre chacun de ces ancrages et le point d'attache sur le filet forme un angle d'**au maximum 60°**.

#### 3.2.1.3 Mise en place des barres ou câbles d'ancrage

Les câbles utilisés devront être propres, et exempts de toute impureté.

Les câbles devront être dégraissés.

Si un câble est utilisé, tout appui sur un angle vif est interdit à la sortie du trou. Un **système agréé**, sera placée pour permettre le respect des rayons de courbure minimaux et pour limiter le phénomène de cisaillement du sol en sortie de trou.

Les barres devront dépasser au minimum de 20 cm de la surface du sol. La longueur de barre en excès ne sera coupée qu'après accord du Maître d'œuvre.

### 3.2.1.4 Remplissage par les produits de scellement

En fin de mise en place de l'ancrage, le produit de scellement doit déborder du trou d'ancrage qui ne doit présenter aucun défaut de remplissage. Il ne sera pas payé de plus-value, quels que soient la profondeur de l'ancrage et le volume de produit de scellement mis en place.

Mode opératoire du scellement :

#### **Ancrage < 5 m en descendant**

Après nettoyage à l'air comprimé et contrôle du trou de scellement, le produit de scellement est injecté en fond de trou au moyen d'un tube plongeur retiré progressivement au fur et à mesure du remplissage de manière à obtenir un remplissage complet du scellement exempt de poche d'air. En fin de mise en place de la barre, le produit de scellement doit déborder du trou d'ancrage qui ne doit présenter aucun défaut de remplissage.

La mise en place gravitaire du coulis de ciment pourra être tolérée, après autorisation du Maître d'œuvre, en cas de scellement d'un petit nombre d'ancrages, de faible longueur ou dans des sites difficiles.

#### **Ancrage $\geq$ 5 m et/ou ascendant**

Après nettoyage à l'air comprimé et contrôle du trou de scellement, le produit de scellement est injecté au moyen d'un tube d'injection relié à une pompe. Le tube d'injection aura un diamètre intérieur faible (14 ou 18 mm) et nécessitera l'utilisation d'un coulis de ciment exempt de granulats (un fluidifiant pourra s'avérer nécessaire). Ce tube sera fixé directement sur la barre d'ancrage, par l'intermédiaire d'un ruban adhésif ; il sera coupé en biseau à son extrémité avec, sur le dernier mètre, quelques entailles favorisant le remplissage.

#### **Rocher très faillés**

En cas de fissures, la pose d'une gaine géotextile limitant les pertes de coulis et favorisant la bonne qualité du scellement est obligatoire.

Sa mise en œuvre nécessite des trous de plus gros diamètre afin de faciliter l'expansion du produit de scellement.

Si des centreurs sont obligatoires, ceux-ci doivent être fixés sur la gaine ; la présence d'un second tube d'injection pour le retour du coulis (pontage) est nécessaire.

### 3.2.2 Ancrages en rocher compact par scellement ponctuel

#### 3.2.2.1 Diamètre de foration

Le diamètre de foration devra permettre d'obtenir les valeurs minimales suivantes de l'espace annulaire (enrobage) :

- en cas de la réalisation de scellement par coulis ou mortier : 10 millimètres rayon pour le scellement des barres et câbles de diamètre nominal inférieur à 25 millimètres, et 15 millimètres pour le scellement des barres et câbles de diamètre nominal supérieur ou égal à 25 millimètres ;
- en cas d'utilisation de résine de scellement : 3 mm sur le rayon.

#### 3.2.2.2 Longueur de foration

La longueur de foration sera adaptée, au cas par cas, selon la nature des terrains rencontrés et l'importance des vides ou fissures (pour cela, l'opérateur devra surveiller continuellement l'avancement de son outil de forage). Elle ne pourra être inférieure à **1,8 m**. Elle tiendra compte de l'action du gel degel sur la partie superficielle du rocher par une majoration de 1 m de la longueur.

Le trou de scellement d'un ancrage devra avoir une longueur légèrement supérieure à la profondeur de l'ancrage pour permettre dans tous les cas le respect de la longueur nominale prévue.

### 3.2.2.3 Nettoyage

Le trou sera nettoyé à l'air comprimé sur toute sa longueur.

### 3.2.2.4 Scellement

Le coulis est injecté ou mise en place gravitairement en fond de trou au moyen d'un tube plongeur retiré progressivement au fur et à mesure du remplissage de manière à obtenir un remplissage complet du scellement exempt de poche d'air.

La résine ou le mortier pourront être mis en place de manière gravitaire.

## 3.2.3 Ancrages en terrain rocheux altéré par scellement continu

### 3.2.3.1 Diamètre de foration

Le diamètre de foration doit comprendre un espace annulaire de 20 mm autour du manchon.

### 3.2.3.2 Longueur de foration

La longueur de foration sera adaptée, au cas par cas, selon la nature des terrains rencontrés et l'importance des vides ou fissures (pour cela, l'opérateur devra surveiller continuellement l'avancement de son outil de forage). Elle ne pourra être inférieure à 4 m.

### 3.2.3.3 Scellement

Le trou sera nettoyé à l'air comprimé sur toute sa longueur.

Le produit de scellement est injecté en fond de trou au moyen d'un tube plongeur retiré progressivement au fur et à mesure du remplissage de manière à obtenir un remplissage complet du scellement exempt de poche d'air. Pour les diamètres supérieurs à 90 mm sauf dérogation le produit de scel-

lement sera un mortier, il pourra être mis en place gravitairement.

## 3.2.4 Ancrages par pieux exposés

### 3.2.4.1 Diamètre de foration

Le diamètre de foration sera égal au diamètre le plus proche du diamètre extérieur du tube (51 mm pour tube de 49 mm, 64 mm pour tube de 60,3 à 62 mm).

### 3.2.4.2 Longueur de foration

La longueur de foration sera adaptée, au cas par cas, selon la nature des terrains rencontrés et l'importance des vides ou fissures (pour cela, l'opérateur devra surveiller continuellement l'avancement de son outil de forage). Elle ne pourra être inférieure à 3 m.

### 3.2.4.3 Préparation avant scellement

Une charge d'au moins 100 g d'explosif sera descendue au centre de la zone affaiblie par rainurage. Le dispositif (distanceur) permettant le positionnement de la charge à la hauteur des entailles faites dans le tube, sera soumis à l'agrément préalable du Maître d'œuvre.

Le bourrage se fera à l'eau.

Après explosion, la barre ou les câbles (de longueur égale à celle du tube augmentée de 25 cm) seront enfoncés jusqu'au fond du tube. Pour vérifier l'enfoncement correct des barres ou des câbles, il est interdit de les recouper après mise en place.

### 3.2.4.4 Scellement

Le produit de scellement sera mis en place par injection ou de manière gravitaire.

### 3.2.5 Ancrages par micro-pieux

#### 3.2.5.1 Diamètre de foration

Le diamètre de foration sera à minima de 89 mm.

#### 3.2.5.2 Dimensionnement

Il suivra les recommandations "Clouterre 1991" et son additif 2002 ainsi que le TA 95. Pour assurer la résistance au flambage de la partie de tête, les micro pieux doivent être renforcés jusqu'à une profondeur d'au moins 1.5 m par des socles béton, des tubes de renfort ou autres. Les tubes de renfort doivent aller jusqu'à la tête du micro-pieu le recouvrement de mortier de renfort doit être de 10 mm au moins.

#### 3.2.5.3 Scellement

Le produit de scellement sera mis en place par injection ou de manière gravitaire.

### 3.2.6 Fiche technique

L'Entrepreneur devra tenir pour chaque ancrage, au fur et à mesure de leur réalisation, une fiche technique :

- le nom du foreur ;
- la situation de l'ancrage et son identification par le numéro qui figurera sur le plan de récolement
- la nature de l'ancrage (pieu explosé...);
- la profondeur du trou foré ;
- le diamètre du trou ;
- la nature de la roche traversée (présence de failles et de zones fracturées avec leur profondeur d'apparition) ;
- la quantité de produit de scellement mis en œuvre **+ date de scellement** ;
- le diamètre, la longueur et la nature de la barre ou des câbles utilisés ;
- le résultat des éventuels essais de traction.

Ces fiches techniques devront être remplies par le foreur au fur et à mesure de l'avancement des tra-

vais et être en permanence consultables par le Maître d'œuvre sur le chantier.

### 3.2.7 Contrôle des produits de scellement

Lors du coulage des ancrages, des contrôles du coulis ou du mortier utilisé pourront être effectués, sur demande explicite du Maître d'œuvre. Ces contrôles (prélèvement, transport, essais) seront à la charge de l'entreprise. Sur site l'entreprise devra disposer de moyen matériel pour le dosage des coulis et pour le test de densité à la balance de Baroid.

Les dates de coulage seront communiquées au Maître d'œuvre qui déterminera les jours et heures de prélèvement.

Le nombre de prélèvements pour contrôle est de 3.

A chaque prélèvement, il sera exécuté une série de 3 éprouvettes, selon les normes en vigueur, pour mesure de la résistance à la compression à 7 jours et à 28 jours.

Les caractéristiques minimales ci-dessous devront être obtenues :

#### 1 Pour un coulis de ciment :

- résistance à la compression à 7 jours > **25 MP**
- résistance à la compression à 28 jours > **35 MPa**
- dosage C/E égal ou supérieur à 2

#### 2 Pour un mortier :

- résistance à la compression à 7 jours > 35 Mpa
- résistance à la compression à 28 jours > 45 Mpa

Si les valeurs précédentes de résistance à la compression à 7 jours ne sont pas obtenues, toute mise en œuvre de produit de scellement déficient sera **suspendue**. L'entrepreneur proposera une modification de la composition du produit utilisé ou de ses modalités de mise en œuvre. Il sera réalisé un nouveau prélèvement à titre d'essai de convenance, et le scellement des ancrages ne pourra reprendre qu'après résultats satisfaisants de la nouvelle formulation.

Les ancrages réalisés avec le produit de scellement déficient seront contrôlés selon les modalités d'essais de contrôle définies ci-après, le nombre d'ancrages soumis à contrôle étant laissé à l'appréciation du Maître d'œuvre et pouvant atteindre la totalité des ancrages réalisés avec le produit de scellement déficient. Ces contrôles ne seront pas décomptés au titre des contrôles normaux prévus au marché et seront à la charge de l'entreprise.

### 3.2.8 Essais d'ancrage

L'organisme chargé des essais sera agréé par le Maître d'œuvre. Le Maître d'œuvre choisira leur emplacement, en privilégiant les ancrages situés à l'amont.

Les essais seront effectués suivant le mode opératoire défini par la norme **NF P 95-301** pour les ancrages en sols meubles et par la norme **XP P 94-444** "essais statiques d'arrachement d'ancrages sous un effort axial de traction" pour les ancrages en rocher.

#### 3.2.8.1 Essais de convenance

Seuls les essais de convenance prévus au marché sont à la charge du Maître d'ouvrage. L'avant-métré précise le nombre d'essais à réaliser sur le site, par type d'ancrage.

L'emplacement de ces essais sera proposé par l'entreprise et validé par le Maître d'œuvre.

Si ces essais de convenance montrent l'impossibilité d'atteindre les valeurs de résistance indiquées, il sera fait de nouveaux essais de convenance d'ancrages exécutés selon de nouvelles procédures proposées par l'entrepreneur et agréés par le Maître d'œuvre qui devraient permettre d'obtenir les résultats escomptés.

Ces nouveaux essais seront à la charge de l'entrepreneur.

#### 3.2.8.2 Essais de contrôle

Ils seront réalisés pour tous les types d'ancrage (scellement en rocher et pieux explosés).

L'avant-métré précise le nombre d'essais à réaliser sur le site, par type d'ancrage.

Les ancrages concernés sont désignés par le Maître d'œuvre.

Seuls seront rémunérés les essais ayant conduit à des résultats positifs, dans la limite du nombre prévu au détail estimatif.

Chaque ancrage testé apparu insuffisant entraînera la réalisation de deux nouveaux essais à la charge de l'entrepreneur. Dans le cas où le nombre d'essais non satisfaisants dépasserait 25 % du nombre total des essais effectués (essais non satisfaisants compris), le Maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder, aux frais de l'entreprise, à des essais systématiques des ancrages sans limitation du nombre, suivant les dispositions prévues au présent paragraphe.

L'entreprise devra exécuter à ses frais le remplacement des ancrages défectueux.

## 3.3 Montage, réglages, finitions

### 3.3.1 Ouvrages

L'entrepreneur doit procéder à tous les réglages nécessaires à la bonne tenue des ouvrages. Il devra attacher un soin tout particulier aux points ci-dessous.

Les principes techniques suivants doivent être scrupuleusement respectés :

- souplesse ou articulation de toutes les liaisons entre les éléments suivants : filet, console, sol ;
- bonne transmission latérale des efforts et équilibrage des tensions ;

- plaquage au sol possible, par conception, du bord inférieur d'un tablier fini, au niveau de ses points d'ancrage ;
- continuité de l'écran sur une même ligne, avec une largeur maximale d'un même vide entre deux modules voisins n'excédant pas 0,30 m ;
- possibilité de liaison entre filets voisins par un système répondant aux mêmes exigences que celles du filet ;
- la rupture d'un ancrage ne doit pas entraîner la ruine totale de l'écran.

Les règles de l'art suivantes doivent être respectées :

- rayons de courbure minimum des câbles : le diamètre de la pièce d'appui doit être au moins égal à 3 fois le diamètre du câble, ceci tout particulièrement pour la pièce de liaison avec l'ancrage vis-à-vis du câble de pourtour ; L'usage de cosses adaptées, ou de matériels analogues, permet toutefois de s'affranchir de cette contrainte du rayon minimum ;
- nombre, disposition et couple de serrage des éventuels serre-câbles ;
- dans le cas d'assemblage du tablier sur la console par broche de liaison, le jeu ne doit pas dépasser 2 mm sur les pièces finies.

### 3.3.1.1 Protection contre la corrosion

La couche de protection contre la corrosion de toutes les pièces métalliques (peinture ou galvanisation) sera soigneusement préservée.

Toutes les parties métalliques soudées ou détériorées seront recouvertes d'une peinture de protection en 2 couches de couleur différentes de manière lors d'inspection de remarquer la disparition de la couche superficielle.

### 3.3.1.2 Appuis du poteau

La plaque d'appui sera posée sur un emplacement éventuellement terrassé, et uniquement en déblai,

de telle façon qu'elle soit perpendiculaire au poteau et qu'elle soit en contact avec le sol sur toute sa surface. Le déblai ne devra pas conduire à un enterrement de la ligne et donc à un non-respect de la hauteur de neige de référence.

La surface de la plaque d'appui et son articulation seront dimensionnée de manière à transférer au sol sans y provoquer de poinçonnement la charge normale prévue pour l'ouvrage proposé par l'entrepreneur et en fonction de la résistance du sol à la compression qui sera estimé par l'entrepreneur.

### 3.3.1.3 Géométrie des ouvrages de conception usuelle

Les ouvrages de conception usuelle sont ceux correspondants à la figure 2 de la norme NF P 95-304.

Les filets seront reçus et montés en respectant les caractéristiques prévues dans la norme NF P95-304.

De plus :

- sauf disposition contraire démontrée, les poteaux feront un angle de 15° vers l'amont avec la perpendiculaire au sol ;
- en extrémité de ligne, les têtes de poteaux seront rejetées vers l'extérieur d'un angle de 15° ;
- les filets seront montés avec une laxité telle que, sans charge, la tangente aux câbles de pourtour, aux points d'accrochage, fasse avec la corde de la courbe un angle minimum de 20° ; Afin de permettre cette mise en place, il est préconisé d'avoir un gabarit de réglage adapté au type de filets. Cette disposition essentielle sera vérifiée par le Maître d'œuvre par contrôle de la flèche ou de la corde ;
- chaque nappe de filets sera doublée par un treillis de fils galvanisés respectant les caractéristiques prévues dans ce cas à l'article 6.5 de la norme NF P 95-304 ;
- le dispositif de blocage du pied du poteau sera détaillé et justifié ; une attention particulière sera

accordée à ce point très important pour la stabilité du paravalanche en charge ;

- entre deux filets voisins, une liaison sera réalisée avec un câble continu passant dans chacune des mailles voisines : ce câble aura des caractéristiques (diamètre, qualité) au moins équivalentes à celles du câble de maille ;
- aux points d'ancrage, la distance entre le sol et l'angle du filet doit être inférieure à 30 cm. Le câble inférieur du filet doit, à vide, se trouver partout à moins de 40 cm du sol. Si des éléments supplémentaires sont nécessaires pour respecter cette exigence, ils seront à la charge de l'entreprise.

#### 3.3.1.4 Géométrie des ouvrages de conception non usuelle, attestation de conformité pour la pose

La pose devra faire l'objet d'une attestation de conformité délivrée par le fournisseur lui-même ou une personne agréée par lui.

#### 3.3.1.5 Montage, réglages et finitions des filets

L'entrepreneur doit procéder à tous les réglages nécessaires à la bonne tenue des ouvrages. Il devra attacher un soin tout particulier :

- à la préservation de la couche de protection contre la corrosion de toutes les pièces métalliques (peinture ou galvanisation) ;
- à recouvrir d'une peinture de protection riche en zinc toutes les parties métalliques soudées ou détériorées ;
- à ne pas enterrer des pièces métalliques non galvanisées en dehors des parties d'ancrage ;
- à bloquer les écrous par des contre-écrous pour la fixation des pièces métalliques en dehors des éléments de liaison filet ancrages, les chapes.

Les éléments métalliques, filets, câbles et supports seront posés en respectant strictement les instructions de montage rédigées par le fabricant.

Les bords supérieurs et inférieurs des nappes constituées par l'assemblage des filets devront constituer des courbes parallèles aux courbes de niveau.

La pose des filets situés en extrémité de ligne se fera en observant les prescriptions particulières suivantes :

- chaque tête de poteau extérieur sera rejetée vers l'extérieur d'un angle de 15° et la position de la plaque d'appui définie en conséquence ;
- l'ancrage du hauban aval sera également vers l'extérieur de 4 m ;
- l'ancrage amont sera conçu de façon à répartir également l'effort sur les deux ancrages : en cas d'ancrage de type pieux explosés, cette distance sera portée à au moins 3,00 m. Le mode opérationnel de liaison entre les deux ancrages devra être détaillé et préalablement agréé par le Maître d'œuvre ;
- chaque tirant de liaison plaque d'appui-ancrage amont devra avoir une limite de rupture supérieure aux valeurs définies par la note de calcul de l'entrepreneur et au moins supérieure à 50 kN.

Tout appui d'un câble sur un angle vif est interdit, l'emploi de cosses adaptées est obligatoire.

Les règles et usages concernant les rayons de courbure minimum ainsi que le nombre et la disposition des serre-câbles et cosses-cœurs nécessaires seront respectés.

Les câbles utilisés, tant pour les piliers que pour les haubans ou liaisons diverses devront être conformes aux spécifications des normes AFNOR pour câbles courants.

Les rayons de courbure minimum seront conformes aux normes et règle de l'art en vigueur. Cette disposition essentielle sera vérifiée par le Directeur des travaux.

### 3.3.2 Serre-câbles

La pose des serre-câbles devra respecter les spécifications de la norme NF EN 13411-5 (partie générale et **Annexe B**), et notamment :

- les serre-câbles doivent toujours être utilisés avec le brin tirant sur l'embase et l'étrier sur le brin mort de retour (boulonnage du côté brin tirant) ;
- la distance entre serre- câbles (longueur de brin visible entre 2 embases) doit être comprise entre 1,5 et 3 fois la largeur de l'embase.

Le nombre de serre-câbles utilisés doit être au minimum :

- pour un diamètre de câble  $\leq 16$  mm : **3** serre-câbles ;
- pour un diamètre de câble 18-20-22 mm : **4** serre-câbles ;
- pour un diamètre de câble de 24 à 25 mm : **5** serre-câbles ;
- pour un diamètre de câble de 28 à 30 mm : **6** serre-câbles.

### 3.3.3 Grillage double torsion

Un grillage dont les caractéristiques sont définies au 2.5 du présent CCTP sera déroulé et disposé en simple nappe sur l'ensemble de la surface des filets, tout en conservant la souplesse du dispositif. L'Entrepreneur proposera un mode opératoire pour la mise en place de ce grillage de doublure. Il sera au minimum ligaturé aux câbles de pourtour (dans la mesure du possible après retournement sur ce dernier de 30 cm) et aux mailles des filets. Le nombre de ligatures devra être suffisant pour plaquer efficacement le grillage sur le filet (au moins une par mètre).

L'entreprise garantira par tout dispositif adapté que l'extrémité des grillages ne puisse se recourber vers le haut et présenter ainsi un risque pour les personnes ou le gibier.

### 3.3.4 Visite de contrôle après le premier hiver

A la fin du premier hiver qui suit la fin des travaux de pose, l'Entrepreneur est tenu de procéder à une visite de contrôle, incluant si nécessaire un nouveau réglage de chaque ligne de filets, selon un prix forfaitaire fixé au marché.

Il procédera si nécessaire à ses frais à la réparation des désordres (remplacement de toutes les pièces défectueuses...).

Lu et accepté,  
L'Entrepreneur



*Dispositif de filet de l'Alpes d'Huez (38)-RTM38*

# Annexe 3 : modèles de documents pour le suivi pour la maintenance de filets de protection contre les avalanches

## 1 Dossier de dispositif

### **Notice :**

*Le dossier des ouvrages comprend :*

- *une fiche signalétique du dispositif qui reprend les caractéristiques physiques du site d'implantation et la liste des ouvrages du dispositif ;*
- *une fiche descriptive des ouvrages du dispositif.*

*Pour les fiches d'ouvrage, une fiche peut être renseignée par ouvrage ou par groupe d'ouvrages du même fournisseur, du même modèle et posés lors de la même intervention.*

*La première partie concerne les caractéristiques des ouvrages :*

- *caractéristiques générales ;*
- *caractéristiques des différents éléments : les filets, les supports, les ancrages, la liaison entre filet et ancrage, les haubans ;*
- *schéma de l'ouvrage.*

*Ces éléments peuvent être remplacés par la notice du fournisseur et le Dossier des Ouvrages exécutés si ces pièces sont suffisamment détaillées et encore existantes. Le modèle reprend les points importants à contrôler et surveiller lors de visites de contrôle approfondies.*

*La deuxième partie concerne les interventions sur l'ouvrage. Il s'agit d'un tableau descriptif simple de l'historique des opérations d'entretien.*

## Fiches signalétiques générales du dispositif de filets paravalanches

**Nom du Dispositif :** .....

Composition de la fiche :

- Fiche descriptive du site d'implantation
- Tableau récapitulatif du dispositif sur le site

## Fiche descriptive du site d'implantation

Nom du site : ..... Numéro : .....

Date :  /  /  Remplie par : M. ....

C.L.P.A.  N° d'avalanche(s) : ..... Nom : .....

E.P.A.  N° d'avalanche (s) : ..... Nom : .....

### OBJECTIF(S) DE PROTECTION :

Lieux habités	<input type="checkbox"/>	Domaines skiabiles	<input type="checkbox"/>
Voies de communication	<input type="checkbox"/>	Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input type="checkbox"/>	à préciser : .....	

### MOYENS D'ACCES :

Routes	<input type="checkbox"/>
Pistes	<input type="checkbox"/>
Sentiers pédestres	<input type="checkbox"/> Dénivelé moyen :

### QUALITE D'ACCES :

arrivée par l'amont

arrivée par l'aval .....

arrivée latérale .....

### CARACTERISTIQUES DE LA ZONE DE DEPART EQUIPEE :

Altitude (approximative)	Maximale	..... mètres	Pente d'implantation	Maximale	..... °
	Minimale	..... mètres		Minimale	..... °
Exposition générale	N <input type="checkbox"/>	N-E <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	S-E <input type="checkbox"/>	
	S <input type="checkbox"/>	S-O <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	N-O <input type="checkbox"/>	
Configuration	Couloir étroit <input type="checkbox"/>	Couloir évasé <input type="checkbox"/>	Versant large <input type="checkbox"/>		
Nature du sol (pour les ancrages)	Roche compacte <input type="checkbox"/>	Roche fissurée <input type="checkbox"/>	Roche altérée <input type="checkbox"/>	Eboulis <input type="checkbox"/>	
	Mixte <input type="checkbox"/>	Meuble <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	A préciser : .....	
Couverture végétale	Sol nu <input type="checkbox"/>	Pelouse dégradée <input type="checkbox"/>	Hautes herbes <input type="checkbox"/>	Basse végétation <input type="checkbox"/>	
	Reboisement <input type="checkbox"/>	Arbres épars <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>	A préciser : .....	
En amont des ancrages	Présence de falaise <input type="checkbox"/>	Versant surplombant <input type="checkbox"/>	Sommet <input type="checkbox"/>		

TABLEAU RECAPITULATIF DES OUVRAGES DU DISPOSITIF :

Numéro d'identification sur le terrain	Type (filet, râtelier etc...)	Fonctionnalité E ou A Efficace (E)/ Abandonné (A)	Fournisseur	Modèle	Maître d'œuvre	Entreprise	Année de pose	Longueur (poteau à poteau)	Classe	Altitude



## Fiche descriptive des ouvrages d'un dispositif

**FABRICANT** : ..... **MODELE** : ..... **ANNEE DE POSE** : .....

**NUMERO D'IDENTIFICATION SUR SITE** : .....

**Site d'implantation** : .....

- Fiche n° .....
- Date : .....
- Auteur : M. ....

**Entreprise de pose** : .....

**Maître d'œuvre** : .....

## Caractéristiques Générales

**Classification : F** .....

- Hauteur de neige verticale (Hn) de référence = .....mètres

### **Documents constructeur :**

- Schémas-types

- Notice technique

- Photos

### **Autres documents :**

- Photos  auteur : .....

- Autres : .....

## Les filets

**Forme :** Triangulaire  oui Rectangulaire  oui

**Dimensions :** base : .....côté : ..... longueur : ..... largeur : .....

**Câble périphérique :** diamètre du câble : .....âme textile  oui  non

**Mailles :**  triangulaire dimensions .....  rectangulaire dimensions .....

diamètre du câble : .....

assemblage :  manille  sertissage

**Liaison maille sur le câble périphérique :**  sertissage  autre.....

**Présence de cosses tubulaires aux angles de fixation côté ancrage amont :**  oui  non

**Liaison entre les filets :**  oui diamètre du câble : .....autre : .....

non

## Les supports

### Les poteaux :

- Hauteur totale sur platine : .....
- Géométrie : circulaire  carré  autre  .....
- Section ou  $\varnothing$  : ..... épaisseur du métal :

### Têtes de poteaux :

- Accrochage filet-hauban  axes mobiles nombre : ..... Filet  
Hauban aval
- axes fixes nombre : .....

### Les semelles ou platines :

#### Métalliques

- rectangulaire dimensions : .....  
articulation : axe  oui Diamètre : ..... mm  
rotule  oui
- hémisphérique diamètre : .....

**Béton**  rotule  oui autre .....

### Blocage du pied de poteau

- câble dimension du câble : ..... âme textile :  oui  non
- socle béton
- autre : (à préciser) .....





### **Les haubans**

Diamètre du câble : .....		âme textile	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	Longueur : .....
Boucle :	- Poteau	- sertissage	<input type="checkbox"/>		
		- serre-câble	<input type="checkbox"/>	nombre : .....	
	- Ancrage aval	- serre-câble	<input type="checkbox"/>	nombre : .....	
		- cosse cœur	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> autre
		- type de serre-câble	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> .autre	

### **Schéma de l'ouvrage**

***Intervention sur l' (les) ouvrage(s)***

Date	Entreprise	Travaux réalisés	Montant de l'opération

## Fiche de compte rendu de visite périodique de dispositif de filets de protection contre les avalanches

### **Notice :**

*La visite périodique s'appuie sur les éléments du dossier de l'ouvrage.*

*Dans le cas d'ouvrages montés conformément aux prescriptions du fournisseur, celle-ci se compose de :*

- 1 - un contrôle de la géométrie ;*
- 2 - un bref contrôle général (parcours de la ligne à la recherche des seules grosses imperfections) ;*
- 3 - en cas de présomptions de dommages en raison d'une géométrie non-conforme, une recherche sommaire des causes.*

*Dans le cas d'ouvrages montés dans des conditions de terrain ayant conduit à ne pas respecter la géométrie recommandée, c'est le dossier de l'ouvrage qui précise les éléments à surveiller. Généralement les étapes sont les mêmes :*

- 1 - un contrôle de la géométrie et/ou des éléments essentiels ;*
- 2 - d'un bref contrôle générale (parcours de la ligne à la recherche des seules grosses imperfections) ;*
- 3 - en cas de présomptions de dommage, une recherche sommaire des causes.*

*Ainsi dans la fiche proposée, il est obligatoire de donner des éléments sur la géométrie et en conclure un état général de l'ouvrage. Les autres éléments de description sont là pour consigner d'éventuelles remarques complémentaires.*

*Il est préconisé de remplir une fiche pour plusieurs lignes d'ouvrages lorsque ceux-ci sont similaires où qu'ils protègent un panneau bien particulier. C'est au niveau des commentaires par éléments d'ouvrage que l'observation s'il le souhaite précisera alors le numéro de l'ouvrage pour lequel il souhaite apporter des précisions.*

*Pour la visite d'inspection détaillée, le même modèle peut être utilisé par contre une fiche par ligne de filet sera réalisée et tous les éléments du filet seront contrôlés.*

# Dispositif de protection contre les avalanches

## COMPTE RENDU DE VISITE PERIODIQUE

**NOM DU SITE :** .....

**NOM DU DISPOSITIF :** .....

**Date :** □□/□□/□□      **Remplie par :** M.....

**Nbre de fiches de compte rendu réalisées pour cette visite :** .....

**Numéro de fiche :** .....

### ***Ouvrages contrôlés dans cette fiche :***

Ouvrages n° ..... à ouvrages n° .....

Longueur totale d'ouvrages contrôlée dans cette fiche : .....m

Altitudes :            supérieure : .....m. inférieure : .....m

Pentes :            maximale : .....m minimale : .....

Visite antérieure de surveillance  oui  
 non

Date : □□ / □□ / □□

Réparation ou entretien depuis la dernière visite de suivi : oui    non  
(Si oui à vérifier la mise à jour du registre d'ouvrage)

Présence de blocs, arbres, animaux dans les filets :    oui    non

Création d'ouvrages neufs :    oui    non  
(Si oui à vérifier la mise à jour du registre d'ouvrage)



## Désordres Apparents

ELEMENTS A CONTROLER	Nature des désordres (cocher si observé)	Numéro de(s) ouvrage(s)	Position des désordres <i>A partir de la gauche en regardant l'amont</i>	Observations
<b>LIAISON ANCRAGES-FILETS</b>				
	<input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Boulons desserrés <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>FILETS</b>				
	<input type="checkbox"/> Présence de matériaux <input type="checkbox"/> Panneaux détendus <input type="checkbox"/> Tensions excessives <input type="checkbox"/> Déformation maillage <input type="checkbox"/> Rupture <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>POTEAUX</b>				
	<input type="checkbox"/> Flambement <input type="checkbox"/> Basculement <input type="checkbox"/> Pivotement <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			

## Désordres Apparents

ELEMENTS A CONTROLER	Nature des désordres (cocher si observé)	Numéro de(s) ouvrage(s)	Position des désordres <i>A partir de la gauche en regardant l'amont</i>	Observations
<b>SEMELLES OU PLATINES DE PIED DE POTEAU</b>				
	<input type="checkbox"/> Glissement <input type="checkbox"/> Enfoncement <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Câble de pied <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>HAUBANS</b>				
	<input type="checkbox"/> Détendu <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autres			

**Etat général de l'ensemble d'ouvrages visités :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Nécessité d'une visite approfondie avant l'hiver :    ouinon

Nécessité d'une intervention avant l'hiver :        ouinon

**Observations :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Commune de Porté - Puymorens

### Site de Rive Redoune

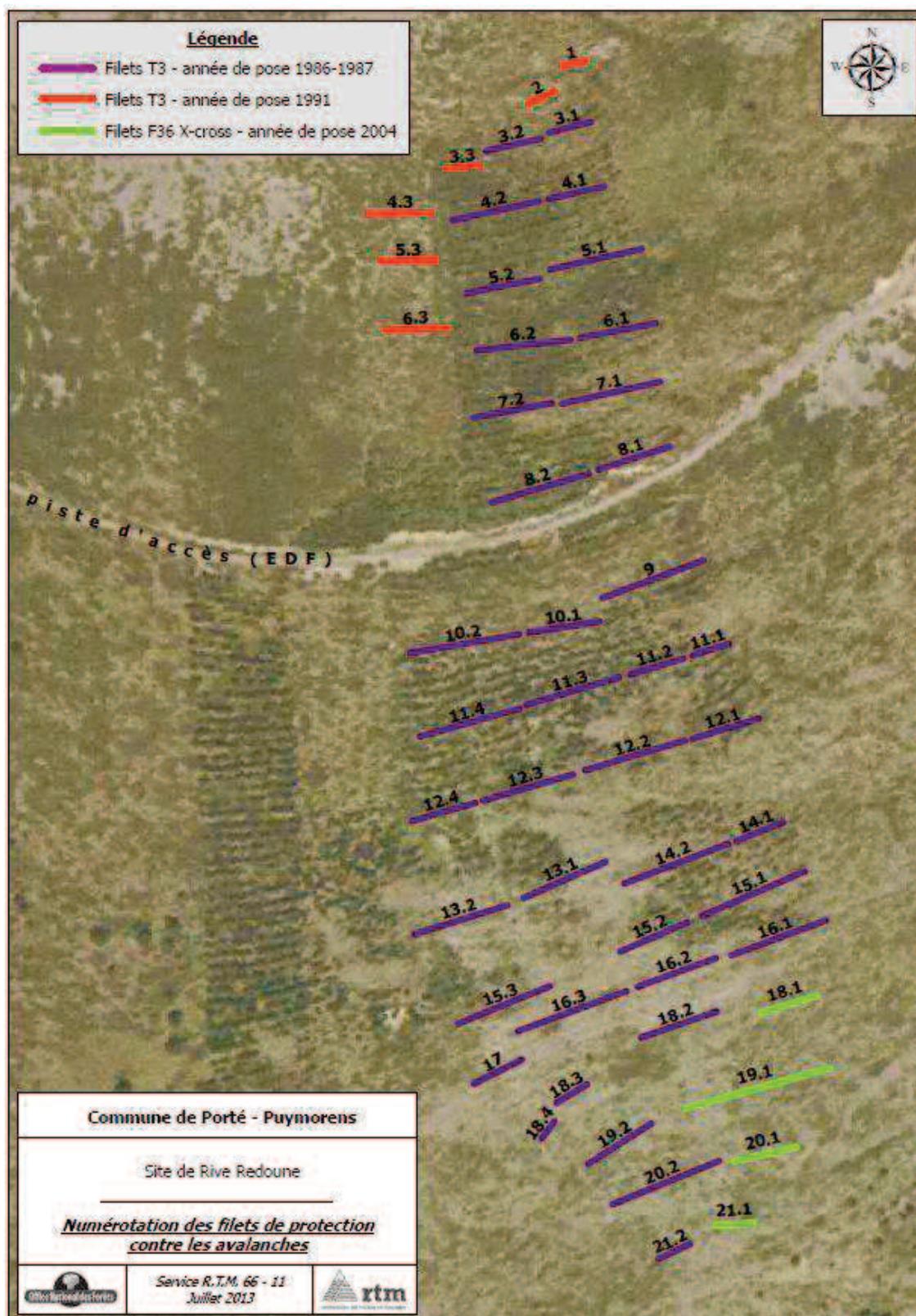
## ***Inventaire et diagnostic des filets de protection contre les avalanches***



1. Numérotation des filets de protection
2. Description du site d'implantation
3. Fiche descriptive des ouvrages de protection
  - 3a. Années de pose 1986-1987 et 1991
  - 3b. Année de pose 2004
4. Compte rendu de visite périodique
  - 4a. Années de pose 1986-1987 et 1991
  - 4b. Année de pose 2004

***Nota Bene: Les lignes et poteaux sont numérotés de l'amont vers l'aval et de l'Est vers l'Ouest.***

## 1. Numérotation des filets de protection



## **2. Description du site d'implantation**

**Nom du site:** RIVE REDOUNE

**Numéro INSEE:** 66 147

Date: 02/07/2013

Expertise: Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

Rédaction: Denys GORGUES (RTM)

C.L.P.A  N° d'emprise : 9 (carte CT24)

E.P.A  N° d'emprise : 3 (carte CT24)

### **Objectif de protection :**

Lieux habités	<input checked="" type="checkbox"/>	Domaines skiables	<input type="checkbox"/>
Voies de communication	<input checked="" type="checkbox"/>	Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input checked="" type="checkbox"/>	précision: piste d'exploitation et d'entretien d'ouvrages EDF	

### **Moyen d'accès :**

### **Qualité d'accès :**

Route	<input type="checkbox"/>	Par l'amont	<input type="checkbox"/>
Piste	<input checked="" type="checkbox"/>	Par l'aval	<input type="checkbox"/>
Sentier pédestre	<input type="checkbox"/>	Arrivée latérale	<input checked="" type="checkbox"/>

### **Caractéristiques de la zone de départ équipée :**

Altitude	Maximale	2100 mètres	Pente d'implantation	Maximale	36°
	Minimale	1840 mètres		Minimale	32°
Exposition générale	N <input type="checkbox"/>	N-E <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	S-E <input type="checkbox"/>	
	S <input checked="" type="checkbox"/>	S-O <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	N-O <input type="checkbox"/>	
Configuration	Coulloir étroit <input type="checkbox"/>		Coulloir évasé <input type="checkbox"/>	Versant large <input checked="" type="checkbox"/>	
Nature du sol	Roche compacte <input type="checkbox"/>	Roche fissurée <input type="checkbox"/>	Roche altérée <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	
	Mixte <input checked="" type="checkbox"/>	Meuble <input type="checkbox"/>	Eboulis <input type="checkbox"/>	précision: alternance de roche fissurée et de terrain meuble	
Couverture végétale	Sol nu <input type="checkbox"/>	Pelouse dégradée <input type="checkbox"/>	Hautes herbes <input type="checkbox"/>	Basse végétation <input checked="" type="checkbox"/>	
	Reboisement <input checked="" type="checkbox"/>	Arbres épars <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>	précision:.....	
En amont du site	Présence de falaise <input type="checkbox"/>		Versant surplombant <input type="checkbox"/>	Sommet <input checked="" type="checkbox"/>	

### **3. Fiche descriptive des ouvrages de protection**

**3a. Années de pose:** 1986 – 1987 et 1991

**Modèle:** T3

**Fabricant:** E.I. Montagne

**Site d'implantation :** RIVE REDOUNE

**Date:** 02/07/2013

**Expertise:** Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

**Rédaction:** Denys GORGUES (RTM)

**Entreprise de pose :** E.I. Montagne

**Maîtrise d'œuvre :** O.N.F. Service R.T.M.

#### ***Caractéristiques Générales***

**Classification :** F36

- Hauteur de neige verticale ( $H_n$ ) de référence = 3 mètres

**Documents constructeur :**

- Schémas-types
- Notice technique
- Photos

**Autres documents :**

- Photos  auteur: Olivier DECOMBAS (RTM)
- Autres : .....

#### ***Les filets***

- Forme :** Triangulaire  oui      Rectangulaire  oui
- Dimensions :** base : 4.00 m    côté : 4.00 m      longueur : ..... largeur : .....
- Câble périphérique :** diamètre du câble : Ø16 mm      âme textile  oui  non
- Mailles :**  triangulaire dimensions 20 x 20 cm       rectangulaire dimensions .....
- diamètre du câble : Ø6 mm
- assemblage :  manille
- sertissage
- 
- Liaison maille sur le câble périphérique :**  sertissage       autre.....
- Présence de cosses tubulaires aux angles de fixation côté ancrage amont :**  oui  non
- Liaison entre les filets :**  oui      diamètre du câble : Ø6 mm      autre : .....
- non

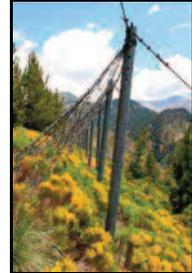
## Les supports

### Les poteaux

- Hauteur totale sur platine : 3.50 m
- Géométrie : circulaire  carré  autre
- Section ou  $\varnothing$  :  $\varnothing 150$  mm épaisseur : 4 mm

### Têtes de poteaux

- Accrochage filet-hauban  axe mobile nombre : 2 Filet  
Hauban aval
- axe fixe nombre : .....



### Les semelles ou platines

#### Métalliques

- rectangulaire dimensions : 32 x 50 cm  
articulation : axe  oui Diamètre :  $\varnothing 30$  mm  
rotule  oui
- hémisphérique diamètre : .....



Béton  rotule  autre  .....

### Blocage du pied de poteau

- câble dimension du câble :  $\varnothing 12$  mm âme textile :  oui  non
- socle béton
- autre (préciser) : .....

## Les ancrages

### 1 – ANCRAGES AMONT

- Câble**  diamètre du câble :  $\varnothing 22$  mm scellement  2 points d'ancrage  
 1 point d'ancrage (majorité des cas)
- anneau de protection :  oui — cosse-cœur   
— cosse tubulaire  acier  
 polyéthylène
- non
- Armature rigide**  diamètre de la barre :  $\varnothing 25$  mm  
(triangulation: ancrages extérieurs réalisés en 1999 par C.T.A.)



### 2 – ANCRAGES AVAL

- Câble**  diamètre du câble :  $\varnothing 22$  mm scellement  2 points d'ancrage  
 1 point d'ancrage (majorité des cas)
- anneau de protection :  oui — cosse-cœur   
— cosse tubulaire  acier  
 polyéthylène
- non
- Armature rigide**  diamètre de la barre :





**Coûts des ouvrages et interventions ultérieures**

Date	Entreprise	Travaux réalisés	Montant de l'opération
1986-1987	E.I. Montagne	Fourniture et pose de 19 lignes de filets T3	1986: 2 585 000 Francs/HT 1987: 1 210 000 Francs/HT (équivalent 578 500 €/HT)
1991	E.I. Montagne	Fourniture et pose de 6 lignes de filets T3	56 530 Francs/HT (équivalent 8 700 €/HT)
oct. 1999 et oct. 2000	C.T.A.	Triangulation: ancrages et haubanages latéraux	164 200 Francs/HT (équivalent 25 000 €/HT)

### **3. Fiche descriptive des ouvrages de protection**

<b>3b. Année de pose:</b> 2004	<b>Modèle:</b> X-Cross	<b>Fabricant:</b> CAN
--------------------------------	------------------------	-----------------------

**Site d'implantation :** RIVE REDOUNE

Date: 02/07/2013

Expertise: Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

Rédaction: Denys GORGUES (RTM)

**Entreprise de pose :** Hydrokarst

**Maîtrise d'œuvre :** O.N.F. Service R.T.M.

#### ***Caractéristiques Générales***

<b>Classification :</b> F36	
- Hauteur de neige verticale ( $H_n$ ) de référence = 3 mètres	
<b>Documents constructeur :</b>	
- Schémas-types	<input type="checkbox"/>
- Notice technique	<input type="checkbox"/>
- Photos	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Autres documents :</b>	
- Photos	<input checked="" type="checkbox"/> auteur: Olivier DECOMBAS (RTM)
- Autres :	.....

#### ***Les filets***

<b>Forme :</b>	Triangulaire <input type="checkbox"/> oui	Rectangulaire <input checked="" type="checkbox"/> oui
<b>Dimensions :</b>	base :..... côté :.....	longueur : 3.00 m largeur : 5.00 m
<b>Câble périphérique :</b>	diamètre du câble : Ø20 mm	âme textile <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non
<b>Mailles :</b>	<input type="checkbox"/> triangulaire dimensions .....	<input checked="" type="checkbox"/> rectangulaire dimensions 20 x 20 cm
	diamètre du câble : Ø6 mm	
	assemblage : <input type="checkbox"/> manille	
	<input checked="" type="checkbox"/> sertissage	
	précision: présence de grillage double torsion sur l'emprise des filets	
<b>Liaison maille sur le câble périphérique :</b>	<input type="checkbox"/> sertissage	<input checked="" type="checkbox"/> autre : manille (axe Ø16)
<b>Présence de cosses tubulaires aux angles de fixation côté ancrage amont :</b>	<input type="checkbox"/> oui	<input checked="" type="checkbox"/> non
<b>Liaison entre les filets :</b>	<input checked="" type="checkbox"/> oui	diamètre du câble : Ø12 mm autre :.....
	<input type="checkbox"/> non	

## Les supports

### Les poteaux

- Hauteur totale sur platine : 3.50 m
- Géométrie : circulaire  carré  autre
- Section ou  $\varnothing$  :  $\varnothing 90$  mm épaisseur : 3 mm

### Têtes de poteaux

- Accrochage filet-hauban  axe mobile nombre : ..... Filet
- axe fixe nombre : 1 Hauban aval



### Les semelles ou platines

#### Métalliques

- rectangulaire dimensions : ..... articulation : axe  oui Diamètre : .....  
rotule  oui
- hémisphérique diamètre :  $\varnothing 320$  mm



**Béton**  rotule  autre  .....

### Blocage du pied de poteau

- câble dimension du câble :  $\varnothing 12$  mm âme textile :  oui  non
- socle béton
- autre (préciser) : .....

## Les ancrages

### 1 – ANCRAGES AMONT

**Câble**  diamètre du câble : ..... scellement  1 extrémité de la boucle  
 2 extrémités de la boucle

anneau de protection :  oui — cosse-cœur  acier  
 non — cosse tubulaire  polyéthylène

**Armature rigide**  diamètre de la barre :  $\varnothing 22$  mm

### 2 – ANCRAGES AVAL

**Pas d'ancrage aval**





***Coûts des ouvrages et interventions ultérieures***

<b>Date</b>	<b>Entreprise</b>	<b>Travaux réalisés</b>	<b>Montant de l'opération</b>
2004	Hydrokarst	Fourniture et pose de 4 lignes de filets X-Cross	48 889 €/HT

## **4. Compte rendu de visite périodique**

**4a. Années de pose : 1986 – 1987 et 1991**

**Modèle : T3**

**Fabricant : E.I. Montagne**

**Nom du site : RIVE REDOUNE**

**Date : 02/07/2013**

Expertise: Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

Rédaction: Denys GORGUES (RTM)

Visite antérieure de surveillance  oui  non

Date :  /  /

Réparation ou entretien depuis la dernière visite de suivi :  oui  non

Présence de blocs, arbres, animaux dans les filets :  oui  non

Création d'ouvrages neufs :  oui  non



**Désordres apparents**

Éléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
GEOMETRIE				
Alignement des poteaux	<input checked="" type="checkbox"/> poteau(x) décalé(s) <input type="checkbox"/> ligne couchée, redressée <input type="checkbox"/> Autre	L6, L14, L16		
ANCRAGES				
<u>Amont</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Remblaiement <input type="checkbox"/> Affouillement <input checked="" type="checkbox"/> Extraction <input checked="" type="checkbox"/> Déstructuration du sol <input type="checkbox"/> Déformation <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input checked="" type="checkbox"/> Autre	L3.2, L3.3 L3, L4	~30% ext. Ouest  Anc. latéraux	La végétation a recouvert certains ancrages Barre sortie de 20 cm Sur les pieux exposés des lignes amont  Sur l'ensemble des têtes de barres Gewi Positionnement des serre-câbles et rayons de courbure
<u>Aval</u>	<input type="checkbox"/> Remblaiement <input type="checkbox"/> Affouillement <input type="checkbox"/> Extraction <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			Sur l'ensemble des têtes des barres Gewi
LIAISON ANCRAGES-FILETS				
	<input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Boulons desserrés <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre		~30%	Cosse-cœurs et serre-câbles
FILETS				
	<input checked="" type="checkbox"/> Présence de matériaux <input type="checkbox"/> Panneaux détendus <input type="checkbox"/> Tensions excessives <input type="checkbox"/> Déformation maillage <input type="checkbox"/> Rupture <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre	L2	Bas Ouest	Quelques blocs sont pris dans les filets  ~10% de mailles corrodées
POTEAUX				
	<input checked="" type="checkbox"/> Flambement <input checked="" type="checkbox"/> Basculement <input type="checkbox"/> Pivotement <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input checked="" type="checkbox"/> Autre	L1 L14.1  L15=>L21 L14.2	P3 (Ouest) P1 (Est)  + L3.3-P3 P2, P3	Légère torsion/déformation en pied L14.1  <b>Surveiller l'évolution</b> Poteaux instables

## **Désordres apparents**

Eléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
<b>SEMELLES OU PLATINES DE PIED DE POTEAU</b>				
	<input checked="" type="checkbox"/> Glissement <input checked="" type="checkbox"/> Enfoncement <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Câble de pied <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input checked="" type="checkbox"/> Autre	L5.2 L3.3, L14.1  L3.3	P1 (Est) P1, Tous  P1 (Est) ~50%	L14.1 => Toutes les platines enfoncées  Sur l'ensemble de la platine Corrosion sur les goupilles d'axe
<b>HAUBANS</b>				
	<input checked="" type="checkbox"/> Détendus <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input checked="" type="checkbox"/> Autres	L3, L12, L14	~50% ~50%	Haubans aval détendus Généralisée sur les serre-câbles Cosse-cœurs manquants ou arrachés

## **Etat général de l'ensemble d'ouvrages visités**

L'état général des filets datant de 1986-1987, et 1991 est bon.

Les poteaux, filets et câbles ne présentent pas de gros désordres apparents.

Cependant, il faudrait envisager une intervention à court terme pour :

- changer les cosse-cœurs et serre-câbles corrodés
- retendre les haubans
- surveiller l'évolution des poteaux L1-P3 et L4.3-P1
- stabiliser les poteaux de la ligne 14.2
- appliquer une peinture protectrice sur les têtes d'ancrages exposées à la corrosion
- vérifier, sur les ancrages latéraux, la position des serre-câbles (ils ne doivent pas toucher la plaque) et le rayon de courbure du câble (risque de rupture du câble)
- remplacer les goupilles des axes de pieds des poteaux (corrosion très marquée sur ~50% d'entre eux)

Nécessité d'une visite approfondie avant l'hiver :       oui       non

Nécessité d'une intervention avant l'hiver :       oui       non

## **Observations**

Présence d'un cadavre de vache dans un des filets de la ligne L19.2, il serait souhaitable, pour prévenir toute altération du filet, d'enlever ces restes.

Surveiller l'évolution des poteaux qui ont changé de teinte par une visite régulière (annuelle) et un contrôle d'une éventuelle perte de matière (apparition de paillettes d'acier quand on passe le doigt)

## **4. Compte rendu de visite périodique**

***4b. Année de pose : 2004***

***Modèle : X-Cross***

***Fabricant : CAN***

***Nom du site : RIVE REDOUNE***

***Date : 02/07/2013***

Expertise: Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

Rédaction: Denys GORGUES (RTM)

Visite antérieure de surveillance  oui  non

Date :  /  /

Réparation ou entretien depuis la dernière visite de suivi :  oui  non

Présence de blocs, arbres, animaux dans les filets :  oui  non

Création d'ouvrages neufs :  oui  non



### ***Désordres apparents***

Éléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
GEOMETRIE				
Alignement des poteaux	<input type="checkbox"/> poteau(x) décalé(s) <input type="checkbox"/> ligne couchée, redressée <input type="checkbox"/> Autre			
ANCRAGES				
<u>Amont</u>	<input type="checkbox"/> Remblaiement <input type="checkbox"/> Affouillement <input type="checkbox"/> Extraction <input checked="" type="checkbox"/> Déstructuration du sol <input type="checkbox"/> Déformation <input checked="" type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre	L18.1	ext Ouest	L'ancrage extérieur bouge  Début de corrosion sur les têtes d'ancrages
<u>Aval</u>	PAS D'ANCRAGE AVAL			
LIAISON ANCRAGES-FILETS				
	<input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Boulons desserrés <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
FILETS				
	<input type="checkbox"/> Présence de matériaux <input type="checkbox"/> Panneaux détendus <input type="checkbox"/> Tensions excessives <input type="checkbox"/> Déformation maillage <input type="checkbox"/> Rupture <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
POTEAUX				
	<input type="checkbox"/> Flambement <input type="checkbox"/> Basculement <input type="checkbox"/> Pivotement <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			

**Désordres apparents**

Éléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
SEMELLES OU PLATINES DE PIED DE POTEAU				
	<input type="checkbox"/> Glissement <input type="checkbox"/> Enfouissement <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Câble de pied <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
HAUBANS				
	<input type="checkbox"/> Détendus <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autres			

**Etat général de l'ensemble des ouvrages visités**

L'état général des filets datant de 2004 est très bon.

Les poteaux, filets et câbles ne présentent pas de désordres apparents.

Il faut cependant surveiller l'évolution de l'ancrage Ouest sur la ligne L18.1

Nécessité d'une visite approfondie avant l'hiver :  oui  non

Nécessité d'une intervention avant l'hiver :  oui  non\*

**Observations**

\* Si une intervention est programmée sur les ouvrages de 1986-1987 et 1991, alors il faut envisager l'application d'une couche de peinture protectrice sur les têtes d'ancrages des ouvrages datant de 2004, et ainsi prévenir les dégâts liés à la corrosion.

**Tableau récapitulatif des visites réalisées**

Nature des désordres									
Date de visite	Service ayant réalisé la visite	Type de filet	Géométrie	Ancrages	Liaison ancrage-filet	Filets	Poteaux	Platines	Haubans
02/07/2013	Service RTM66	T3	Poteaux décalés	Remblaiement Extraction Destructuration Corrosion Position SC	Corrosion	Matériaux Corrosion	Basculement Corrosion Déformation	Glissement Enfoncement Corrosion Instabilité	Détendus Corrosion CC manquants
		X-Cross		Destructuration Corrosion					



**Filets de protection contre les avalanches**  
**Compte rendu de visite périodique**

**COMMUNE :** .....

**NOM DU SITE :** .....

**Date :** □□/□□/□□

**Renseigné par :** .....

Visite antérieure de surveillance    oui    non    Date : □□/□□/□□

Réparation ou entretien depuis la dernière visite de suivi :    oui    non    Date : □□/□□/□□

Création d'ouvrages neufs :    oui    non    Date : □□/□□/□□

*Si oui, préciser le type d'ouvrage :* .....

Présence de blocs, arbres, animaux dans les filets :    oui    non

## ***Désordres Apparents***

Éléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
<b>GEOMETRIE</b>				
Alignement des poteaux	<input type="checkbox"/> poteau(x) décalé(s) <input type="checkbox"/> ligne couchée, redressée <input type="checkbox"/> Autre			
<b>ANCRAGES</b>				
<u>Amont</u>	<input type="checkbox"/> Remblaiement <input type="checkbox"/> Affouillement <input type="checkbox"/> Extraction <input type="checkbox"/> Déstructuration du sol <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<u>Aval</u>	<input type="checkbox"/> Remblaiement <input type="checkbox"/> Affouillement <input type="checkbox"/> Extraction <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>LIAISON ANCRAGES-FILETS</b>				
	<input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Boulons desserrés <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>FILETS</b>				
	<input type="checkbox"/> Présence de matériaux <input type="checkbox"/> Panneaux détendus <input type="checkbox"/> Tensions excessives <input type="checkbox"/> Déformation maillage <input type="checkbox"/> Rupture <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
<b>POTEAUX</b>				
	<input type="checkbox"/> Flambement <input type="checkbox"/> Basculement <input type="checkbox"/> Pivotement <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			

**Désordres apparents**

Éléments à contrôler	Nature des désordres	Numéro d'ouvrage	Position des désordres	Observations
SEMELLES OU PLATINES DE PIED DE POTEAU				
	<input type="checkbox"/> Glissement <input type="checkbox"/> Enfouissement <input type="checkbox"/> Déformation <input type="checkbox"/> Câble de pied <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autre			
HAUBANS				
	<input type="checkbox"/> Détendu <input type="checkbox"/> Corrosion <input type="checkbox"/> Autres			

**Etat général de l'ensemble d'ouvrages visités**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nécessité d'une visite approfondie avant l'hiver :  oui  non

Nécessité d'une intervention avant l'hiver :  oui  non

**Observations**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Commune de Porté - Puymorens

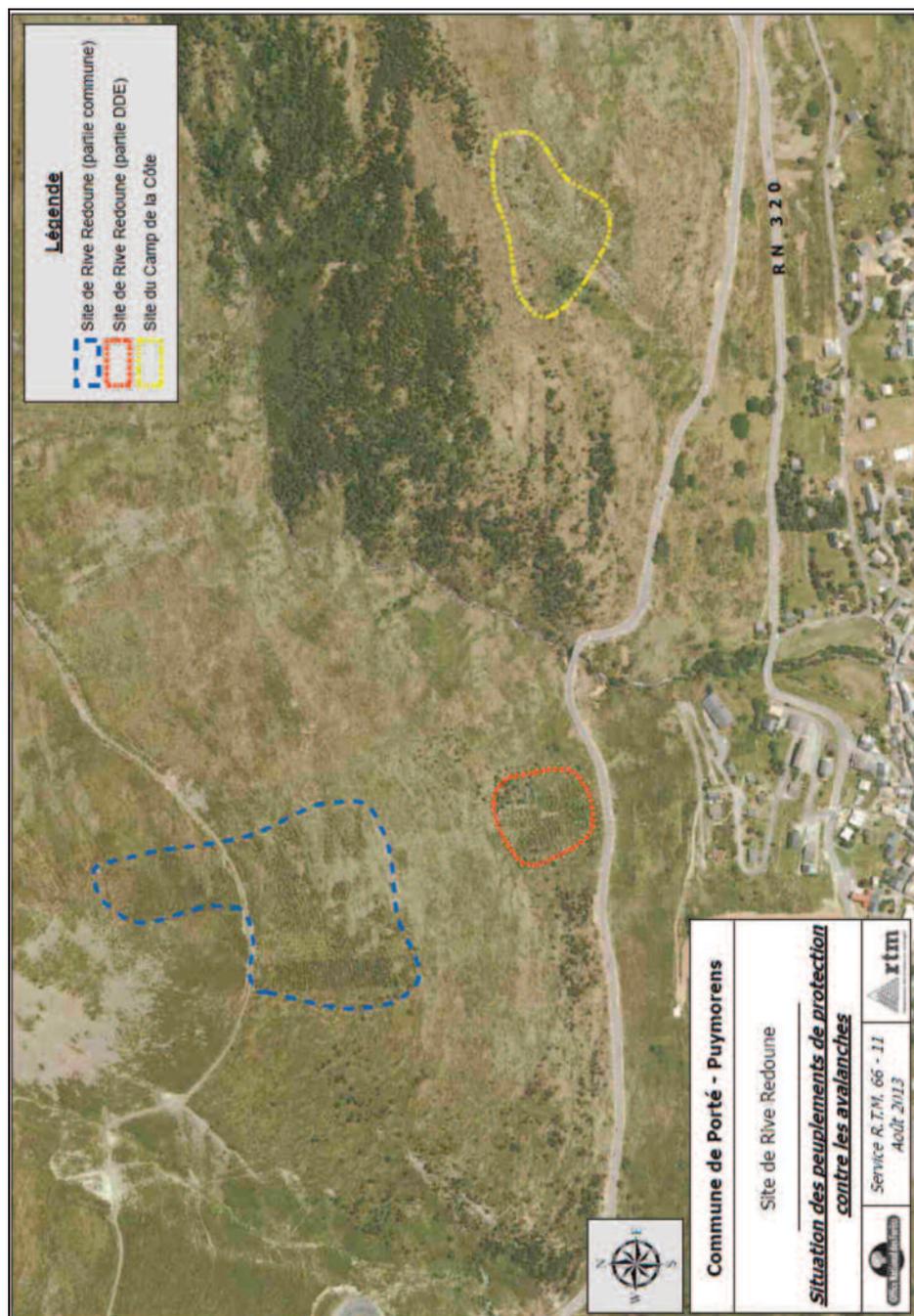
---

## ***Inventaire et diagnostic des peuplements de protection contre les avalanches***



1. Localisation des sites d'implantation
2. Site de Rive Redoune (partie commune)
  - 2a. Description du site et des peuplements
  - 2b. Compte rendu de visite périodique
3. Site de Rive Redoune (partie DDE)
  - 3a. Description du site et des peuplements
  - 3b. Compte rendu de visite périodique
4. Site du Camp de la Côte (partie commune)
  - 4a. Description du site et des peuplements
  - 4b. Compte rendu de visite périodique

## 1. Localisation des sites d'implantation



## **2. Site de Rive Redoune (partie commune)**

### **2a. Description du site d'implantation et des peuplements**

**Nom du site:** RIVE REDOUNE

**Numéro INSEE:** 66 147

**Date:** 02/07/2013

**Expertise:** Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

**Rédaction:** Denys GORGUES (RTM)

C.L.P.A  N° d'emprise : 9 (carte CT24)

E.P.A  N° d'emprise : 3 (carte CT24)

#### ***Objectif de protection :***

Lieux habités	<input checked="" type="checkbox"/>	Domaines skiabiles	<input type="checkbox"/>
Voies de communication	<input checked="" type="checkbox"/>	Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input checked="" type="checkbox"/>	précision: piste d'exploitation et d'entretien d'ouvrages EDF	

#### ***Moyen d'accès :***

#### ***Qualité d'accès :***

Route	<input type="checkbox"/>	Par l'amont	<input type="checkbox"/>
Piste	<input checked="" type="checkbox"/>	Par l'aval	<input type="checkbox"/>
Sentier pédestre	<input type="checkbox"/>	Arrivée latérale	<input checked="" type="checkbox"/>

#### ***Caractéristiques de la zone de d'implantation :***

Altitude	Maximale	2100 mètres	Pente d'implantation	Maximale	36°
	Minimale	1840 mètres		Minimale	32°
Exposition générale	N <input type="checkbox"/>	N-E <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	S-E <input type="checkbox"/>	
	S <input checked="" type="checkbox"/>	S-O <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	N-O <input type="checkbox"/>	
Configuration	Couloir étroit <input type="checkbox"/>	Couloir évasé <input type="checkbox"/>	Versant large <input checked="" type="checkbox"/>		
Nature du sol	Roche compacte <input type="checkbox"/>	Roche fissurée <input type="checkbox"/>	Roche altérée <input checked="" type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	
	Mixte <input checked="" type="checkbox"/>	Meuble <input type="checkbox"/>	Eboulis <input type="checkbox"/>	précision: alternance de roche fissurée et de terrain meuble	

#### ***Informations sur les plantations :***

Type de plantation	sur banquettes	Année de plantation	1988 - 1989
Essence	pin à crochets: 4500 plants pin cembro: 1500 plants	Pépinières	Puthod, Haute Vallée de l'Aude, Rec d'Argent

**Coûts des peuplements de protection, site de Rive Redoune (partie commune)**

Date	Entreprise	Travaux réalisés	Montant de l'opération
1988-1989	Société Tarasconnaise (terrassements) + O.N.F.	Plantation sur banquettes de 6000 plants (commune)	408 700 Francs/HT (équivalent 62 300 €/HT)

## **2b. Compte rendu de visite périodique**

**Nom du site :** RIVE REDOUNE (partie commune)

**Date :** 02/07/2013

**Expertise :** Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

**Rédaction :** Denys GORGUES (RTM), Olivier DECOMBAS (RTM)

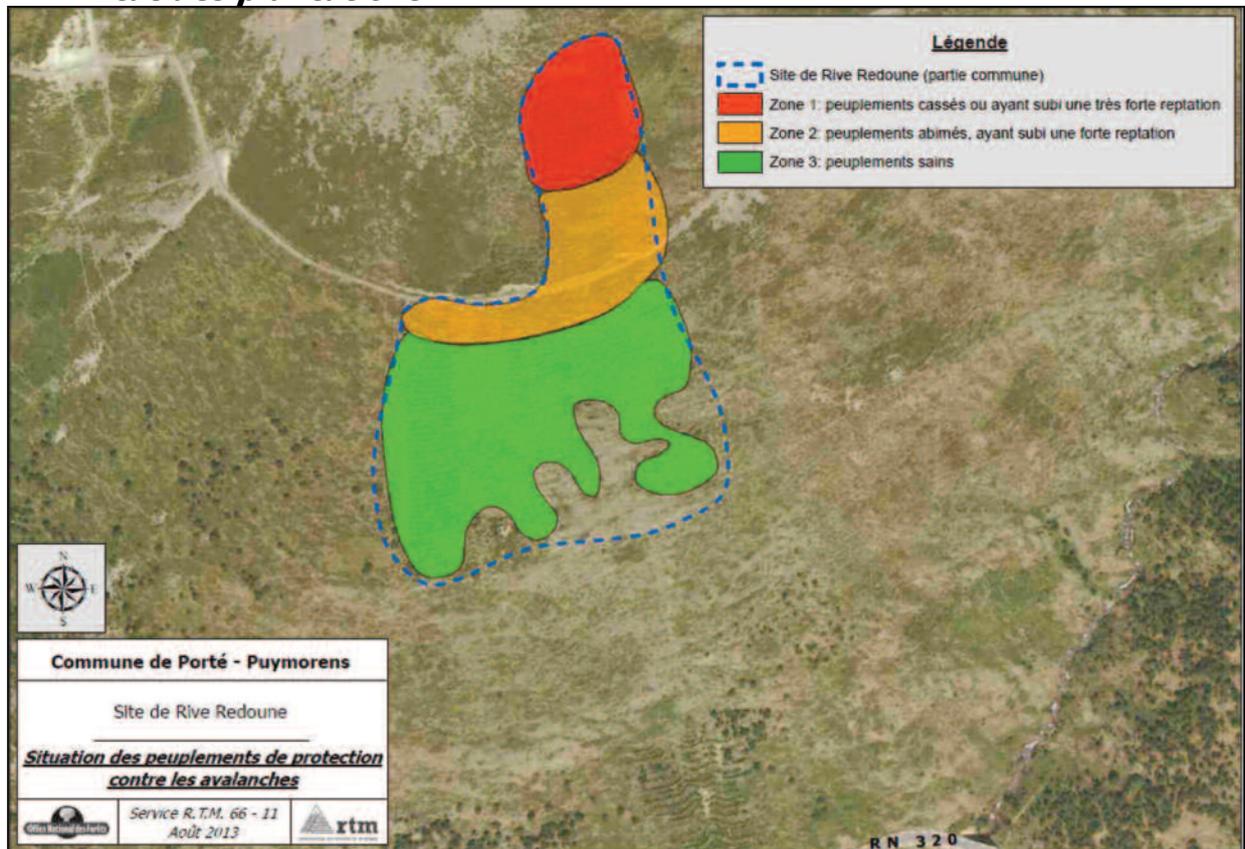
Visite antérieure de surveillance  oui  non

Date :  /  /

### ***Caractéristiques des peuplements***

Essence	- pin à crochets - pin cembro
Âge	25 ans

### ***Etat des plantations***



**Désordres apparents**

Nature des désordres	Localisation	Observations
<b>COULEUR DES AIGUILLES</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Normale <input type="checkbox"/> Claire <input type="checkbox"/> Autre		
<b>HOUPPIER</b>		
<input type="checkbox"/> Complet <input checked="" type="checkbox"/> Partiel	Zone 1 et 2	Les houppiers subissent la force du vent en développant un port en drapeau (le houppier ne pousse que du côté sous le vent)
<b>HAUTEUR DES PLANTATIONS</b>		
<u>Pin à crochets</u> <input checked="" type="checkbox"/> < 5m <input type="checkbox"/> > 5m <u>Pin cembro</u> <input type="checkbox"/> < 4m <input checked="" type="checkbox"/> > 4m		
<b>MORPHOLOGIE DE LA TIGE</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Verticale <input checked="" type="checkbox"/> En crosse <input checked="" type="checkbox"/> Couchée <input type="checkbox"/> Cassée	Zone 1 et 2   Zone 3	Une morphologie de la tige plutôt en crosse voire couché suite à cet hiver rigoureux.  Une morphologie de la tige plutôt verticale malgré cet hiver rigoureux.
<b>PRESENCE DE SEMIS NATUREL</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> De 0 à 5 ans <input type="checkbox"/> De 5 à 10 ans <input type="checkbox"/> > 10 ans		

**Commentaires sur l'état des peuplements de protection**

La plantation est de bonne qualité et a assez bien réussi étant données les altitudes où elle se trouve.

Le pourcentage de réussite doit se trouver entre 30 et 40 % ce qui est un assez bon résultat étant donné la technique de plantation en banquette employée.

Nous pouvons penser qu'à terme, le peuplement pourra prendre le relais des filets (d'ici une dizaine d'années) et que la nature fera le reste en redonnant une dynamique forestière au lieu.

En attendant un suivi régulier tous les cinq ans est recommandé afin d'intervenir rapidement en cas de problème.

**Observations**

Pas d'observations

### **3. Site de Rive Redoune (partie DDE)**

#### **3a. Description du site d'implantation et des peuplements**

**Nom du site:** RIVE REDOUNE

**Numéro INSEE:** 66 147

**Date:** 02/07/2013

**Expertise:** Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

**Rédaction:** Denys GORGUES (RTM)

C.L.P.A  N° d'emprise : 9 (carte CT24)

E.P.A  N° d'emprise : 3 (carte CT24)

#### ***Objectif de protection :***

Lieux habités	<input type="checkbox"/>	Domaines skiabiles	<input type="checkbox"/>
Voies de communication	<input checked="" type="checkbox"/>	Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input type="checkbox"/> précision:		

#### ***Moyen d'accès :***

#### ***Qualité d'accès :***

Route	<input type="checkbox"/>	Par l'amont	<input type="checkbox"/>
Piste	<input type="checkbox"/>	Par l'aval	<input checked="" type="checkbox"/>
Sentier pédestre	<input checked="" type="checkbox"/>	Arrivée latérale	<input type="checkbox"/>

#### ***Caractéristiques de la zone de d'implantation :***

Altitude	Maximale	1790 mètres	Pente d'implantation	Maximale	36°
	Minimale	1730 mètres		Minimale	34°
Exposition générale	N <input type="checkbox"/>	N-E <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	S-E <input type="checkbox"/>	
	S <input checked="" type="checkbox"/>	S-O <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	N-O <input type="checkbox"/>	
Configuration	Couloir étroit <input type="checkbox"/>	Couloir évasé <input type="checkbox"/>	Versant large <input checked="" type="checkbox"/>		
Nature du sol	Roche compacte <input type="checkbox"/>	Roche fissurée <input type="checkbox"/>	Roche altérée <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	
	Mixte <input checked="" type="checkbox"/>	Meuble <input type="checkbox"/>	Eboulis <input type="checkbox"/>	précision: alternance de roche fissurée et de terrain meuble	

#### ***Informations sur les plantations :***

Type de plantation	sur banquettes	Année de plantation	1994
Essence	pin à crochets: 1140 plants	Pépinière	-

**Site de Rive Redoune (partie DDE) : coûts des peuplements de protection**

Date	Entreprise	Travaux réalisés	Montant de l'opération
1994	-	Plantation sur banquettes de 1.140 plants de pins à crochets	-

## **2b. Compte rendu de visite périodique**

**Nom du site :** RIVE REDOUNE (partie DDE)

**Date :** 02/07/2013

**Expertise:** Olivier DECOMBAS (RTM), Jacques VOLLE (ONF), Denys GORGUES (RTM), Florian BESSON (stagiaire)

**Rédaction:** Denys GORGUES (RTM), Olivier DECOMBAS (RTM)

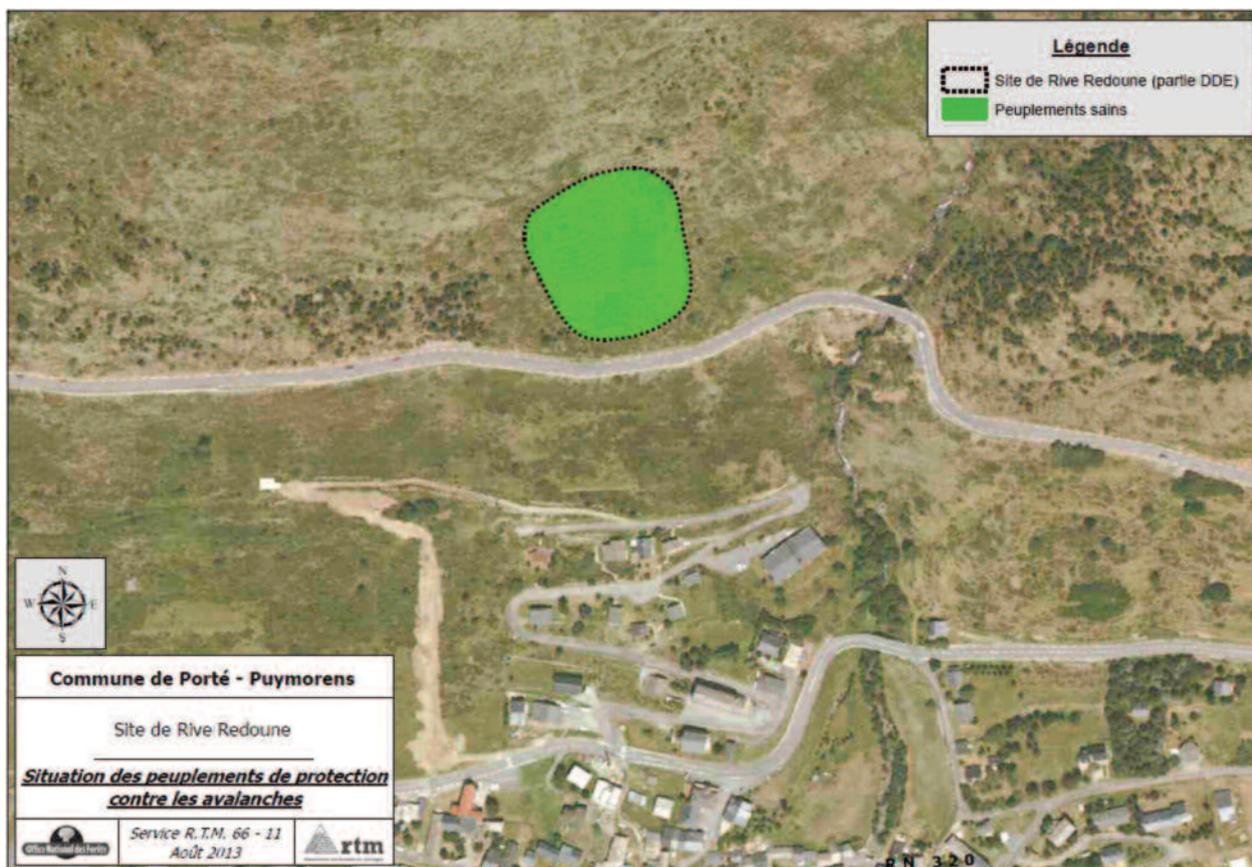
Visite antérieure de surveillance  oui  non

Date :  /  /

### ***Caractéristiques des peuplements***

Essence	pin à crochets
Âge	19 ans

### ***Etat des plantations***



**Désordres apparents**

Nature des désordres	Localisation	Observations
<b>COULEUR DES AIGUILLES</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Normale <input type="checkbox"/> Claire <input type="checkbox"/> Autre		
<b>HOUPIER</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Complet <input type="checkbox"/> Partiel		
<b>HAUTEUR DES PLANTATIONS</b>		
<input type="checkbox"/> < 5m <input checked="" type="checkbox"/> > 5m		
<b>MORPHOLOGIE DE LA TIGE</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Verticale <input type="checkbox"/> En crosse <input type="checkbox"/> Couchée <input type="checkbox"/> Cassée		
<b>PRESENCE DE SEMIS NATUREL</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> De 0 à 5 ans</li> <li><input type="checkbox"/> De 5 à 10 ans</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 10 ans</li> </ul>		

**Commentaires sur l'état des peuplements de protection**

La plantation est de bonne qualité et a bien réussi.

Le pourcentage de réussite doit se trouver entre 40 et 60 % ce qui est un assez bon résultat étant donnée la technique de plantation en banquette employée.

La nature permettra de redonner une dynamique forestière au lieu.

En attendant un suivi régulier tous les cinq ans est recommandé afin d'intervenir rapidement en cas de problème.

**Observations**

Pas d'observations particulières.

### **3. Site du Camp de la Côte**

#### **3a. Description du site d'implantation et des peuplements**

**Nom du site:** CAMP DE LA CÔTE

**Numéro INSEE:** 66 147

**Date:** 02/09/2013

**Expertise:** Jacques VOLLE (ONF)

**Rédaction:** Denys GORGUES (RTM)

C.L.P.A  N° d'emprise : 16 (carte CT24)

E.P.A  N° d'emprise : 200 (carte CT24)

#### **Objectif de protection :**

Lieux habités	<input checked="" type="checkbox"/>	Domaines skiabiles	<input type="checkbox"/>
Voies de communication	<input checked="" type="checkbox"/>	Aménagements industriels	<input type="checkbox"/>
Autres	<input type="checkbox"/>	précision:	

#### **Moyen d'accès :**

#### **Qualité d'accès :**

Route	<input type="checkbox"/>	Par l'amont	<input type="checkbox"/>
Piste	<input type="checkbox"/>	Par l'aval	<input checked="" type="checkbox"/>
Sentier pédestre	<input checked="" type="checkbox"/>	Arrivée latérale	<input type="checkbox"/>

#### **Caractéristiques de la zone de d'implantation :**

Altitude	Maximale	1900 mètres	Pente d'implantation	Maximale	34°
	Minimale	1800 mètres		Minimale	29°
Exposition générale	N <input type="checkbox"/>	N-E <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	S-E <input type="checkbox"/>	
	S <input type="checkbox"/>	S-O <input checked="" type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>	N-O <input type="checkbox"/>	
Configuration	Couloir étroit	<input checked="" type="checkbox"/>	Couloir évasé	<input type="checkbox"/>	Versant large <input type="checkbox"/>
Nature du sol	Roche compacte <input type="checkbox"/>	Roche fissurée <input type="checkbox"/>	Roche altérée <input checked="" type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	<u>précision:</u> alternance de roche et de terrain meuble
	Mixte <input checked="" type="checkbox"/>	Meuble <input type="checkbox"/>	Eboulis <input type="checkbox"/>		

#### **Informations sur les plantations :**

Type de plantation	sur banquettes étroites	Année de plantation	1999 - 2000
Essence	pin à crochets: 1300 plants	Pépinière	Robin

## **2b. Compte rendu de visite périodique**

**Nom du site :** CAMP DE LA CÔTE

**Date :** 02/09/2013

Expertise: Jacques VOLLE (ONF)

Rédaction: Denys GORGUES (RTM), Olivier DECOMBAS (RTM)

Visite antérieure de surveillance  oui  non

Date :  /  /

### ***Caractéristiques des peuplements***

Essence	pin à crochets
Âge	14 ans

### ***Désordres apparents***

Nature des désordres	Localisation	Observations
<b>COULEUR DES AIGUILLES</b>		
<input type="checkbox"/> Normale <input type="checkbox"/> Claire <input type="checkbox"/> Autre		Plus de plantations apparentes
<b>HOUPIER</b>		
<input type="checkbox"/> Complet <input type="checkbox"/> Partiel		
<b>HAUTEUR DES PLANTATIONS</b>		
<input type="checkbox"/> < 5m <input type="checkbox"/> > 5m		
<b>MORPHOLOGIE DE LA TIGE</b>		
<input type="checkbox"/> Verticale <input type="checkbox"/> En crosse <input type="checkbox"/> Couchée <input type="checkbox"/> Cassée		
<b>PRESENCE DE SEMIS NATUREL</b>		
<input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> De 0 à 5 ans</li> <li><input type="checkbox"/> De 5 à 10 ans</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 10 ans</li> </ul>		

### ***Commentaires sur l'état des peuplements de protection***

Il n'y a plus de plantations encore apparentes.

Seuls deux groupes d'une dizaine d'arbres subsistent dans le couloir.

Le couloir ne comporte plus de protection contre la reptation de la neige.

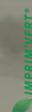
### ***Observations***

Plus aucun dispositif n'empêche la neige de glisser vers la route et vers le village (cas exceptionnel).

**Tableau récapitulatif des visites réalisées**

Date de visite	Service ayant réalisé la visite	Site	Nature des désordres				
			Couleur	Houppier	Hauteur	Morphologie	Semis naturels
02/07/2013	Service RTM66	Rive Redoune (commune)	Bonne	Partiel	4 à 5 mètres	En drapeau	Non
		Rive Redoune (DDE)	Bonne	Complet	> à 5 mètres	Bien conformés	Non
		Camp de la Côte	Plus de plantations présentes dans le couloir				





Photos ONF : - Réalisation imprimerie ONF - Janvier 2014



Direction forêts et risques naturels  
Direction technique nationale RTM  
Hôtel des Administrations  
9, quai Créqui  
38000 Grenoble  
Tél : 04 76 86 39 78  
Fax : 04 76 87 48 53  
Mél : [rtm.national@onf.fr](mailto:rtm.national@onf.fr)

Certifié ISO 9001 et ISO 14001