

Écrans de filet pare-blocs dynamiques

Recommandations pour leurs spécifications

La présente note a pour objet de conseiller les pouvoirs adjudicateurs de marchés publics de travaux et d'accords-cadres et la maîtrise d'œuvre sur la manière d'établir leurs spécifications techniques pour les marchés de protection contre les chutes de blocs nécessitant la fourniture de produits de type « écran de filet pare-blocs dynamique ».

L'établissement de ces recommandations fait suite au constat suivant :

- les essais en grandeur réelle dorénavant réalisés sur ce type de produit permettent de fournir de nouvelles caractéristiques auxquelles il est possible de faire référence,
- la multiplicité des produits existants et la constante innovation dans le domaine ne permettent pas l'élaboration d'un catalogue exhaustif de produits pour choisir les spécificités adéquates au projet de protection,
- le choix d'un ensemble de spécifications inadéquat conduit trop fréquemment à une inadaptation du produit au site.

Par ailleurs le contexte réglementaire a évolué en matière d'écran de filet pare-blocs dynamique. En effet, en 2008, est paru le guide d'agrément technique européen n°027 « Kit de protection contre les chutes de blocs » (ETAG 027) [1] qui définit, entre autres, la manière de réaliser des essais en grandeur réelle sur ces produits. Au niveau national, une norme française s'appliquait jusque là, la NF P95-308 « Écrans de filets – Équipements de protection contre les éboulements rocheux » [2]. Depuis le 1^{er} juillet 2013, la directive des produits de construction (DPC) [3] a été remplacée par le règlement des produits de construction (RPC) [4] de manière pleine et entière. Ce dernier modifie la notion de marquage CE pour les écrans de filet pare-blocs dynamiques.

Ces recommandations font référence à la notion d'ouvrage de protection afin que les spécifications se basent sur l'ouvrage à construire et non pas sur le produit à acheter. Ces recommandations prennent en compte, dans la mesure du possible, un projet d'aménagement global, de la conception au caractère durable du produit (maintenance, réparation...).

Les essais en vraie grandeur étant onéreux, ces recommandations n'ont pas pour objectif d'imposer des essais supplémentaires.

Ces recommandations sont rédigées dans l'état actuel des connaissances sur le comportement de ce type d'ouvrage de protection.

1. Rappel sur le contexte réglementaire



On appelle, dans ces recommandations, « écran de filet pare-blocs dynamique », tout produit capable d'intercepter par une nappe de filet, un ou plusieurs blocs rocheux susceptibles de se détacher de la paroi sus-jacente de la zone à protéger (Figure 1). Ce dispositif de protection doit comprendre une structure d'interception (nappe de filet), une structure porteuse pour maintenir la forme du dispositif et des éléments de liaison ayant une capacité plus ou moins importante de dissipation de l'énergie. Il est lié au terrain par l'intermédiaire de dispositifs de fondation qui ne font pas l'objet de cette note.

Figure 1. Ecrans de filet pare-blocs dynamiques (Gorges de la Bourne, Isère, octobre 2012. Source : M. Bost, Ifsttar).

La NF P 95-308 [2] et l'ETAG 027 [1] sont actuellement les seuls référentiels techniques pour établir les spécifications pour les projets de protection nécessitant la fourniture d'écrans de filet pare-blocs dynamiques. Les principaux éléments contenus dans ces deux textes sont rappelés en Annexe 1.

Par ailleurs, le passage au Règlement des produits de construction (RPC) [3] a modifié la notion de marquage CE pour les écrans de filet pare-blocs. Les évolutions sont décrites ci-dessous au § 1.1.

Enfin quelques rappels en matière de marché public applicables aux travaux de protection contre les chutes de blocs rocheux sont faits au § 1.2.

1.1. Marquage CE des écrans de filet pare-blocs dynamiques

Depuis le 1^{er} juillet 2013, la Directive des produits de construction (DPC) [3] a été remplacée par le RPC [4] de manière pleine et entière. A ce titre, tous les guides d'agrément technique européen (ETAG) et les références réglementaires qui imposaient sur le marché français uniquement la commercialisation de produits conformes aux ETAG et ayant obtenu un marquage CE par la voie de l'agrément technique européen, sont caducs. Pour les écrans de filet pare-blocs, le fabricant a dorénavant la possibilité de mettre sur le marché des produits non marqués CE.

En l'absence de norme européenne harmonisée couvrant les performances des écrans de filet pare-blocs dynamiques, si le fabricant souhaite volontairement marquer CE son produit, il définit les performances qu'il souhaite présenter dans sa déclaration des performances (DoP) et demande à un organisme d'évaluation technique (OET) de proposer un programme d'évaluation correspondant à cette demande. Par conséquent, depuis le 1^{er} juillet 2013, la notion seule d' « écran de filet pare-blocs dynamique marqué CE » n'a plus de sens : un écran est dorénavant marqué CE pour des performances choisies et déclarées par le fabricant.

Le texte de l'ETAG 027 [1] peut servir de document d'évaluation européen pour un certain nombre de performances (énergie d'impact, allongement, hauteur résiduelle...) à des fins d'obtention du marquage CE sur ces performances. Il est aussi possible que de nouveaux documents d'évaluations européens soient publiés pour obtenir le marquage CE sur d'autres performances non prises en compte dans l'ETAG 027 [1].

Les écrans marqués CE avant le 1^{er} juillet 2013 sont réputés conformes au RPC [4] et conservent leur marquage CE tant que leur agrément technique européen est valable (généralement 5 ans).

Les agréments techniques européens délivrés avant le 1^{er} juillet 2013 peuvent être utilisés comme évaluations techniques européennes pour l'obtention du marquage CE après le 1^{er} juillet 2013 durant la période de leur validité (généralement 5 ans).

1.2. Documents constitutifs des marchés publics de travaux de protection contre les chutes de blocs

Les travaux de protection contre les chutes de blocs nécessitant la fourniture d'écrans de filet pare-blocs déformables font partie de la catégorie des marchés publics de travaux. Ils doivent donc se conformer à la fois au code des marchés publics [5] et au cahier des clauses administratives générales – travaux (CCAG-Travaux) [6]. A ce jour, les travaux spécifiques nécessitant la fourniture d'écrans de filet pare-blocs ne bénéficient pas d'un cahier des clauses techniques générales. C'est pourquoi les spécifications techniques attendues doivent être explicitées dans un cahier des clauses techniques particulières.

Le code des marchés publics appliqué à la fourniture d'écrans de filet pare-blocs dynamiques

Le code des marchés publics [5] a été rédigé en conformité à la directive européenne relative à la coordination des procédures de passation des marchés publics de travaux, de fournitures et de services [7]. À ce titre, les spécifications techniques d'un marché public ne doivent pas être discriminatoires à l'égard d'un fournisseur de l'espace économique européen. L'article 6 du code des marchés publics [5] stipule que les spécifications techniques doivent être formulées soit par référence à des normes ou à d'autres documents équivalents, soit en termes de performances ou d'exigences fonctionnelles. Selon les dispositions de l'article 3 de l'arrêté ministériel du 28 août 2006 relatif aux spécifications techniques des marchés et des accords-cadres [8], lorsque les spécifications techniques d'un marché sont formulées par référence à des normes ou à d'autres documents équivalents, ces derniers doivent être choisis dans l'ordre de préférence suivant : les normes nationales transposant des normes européennes, les agréments techniques européens, les spécifications techniques communes, les normes internationales, les autres référentiels techniques élaborés par les organismes européens de normalisation ou, lorsque ceux-ci n'existent pas, les normes nationales, les agréments techniques nationaux, ou les spécifications techniques nationales en matière de conception, de calcul et de réalisation des ouvrages et de mise en œuvre des produits.

Par conséquent, depuis le 1^{er} juillet 2013, pour toute performance pouvant être évaluée par l'ETAG 027 [1] qui reste une spécification technique commune, il faut y faire référence en priorité, par rapport à une norme française par exemple.

Le Cahier des clauses administratives générales – Travaux ou CCAG-Travaux

Les obligations pour l'application des normes et la définition des exigences en termes de qualité des matériaux et produits pour les marchés publics de travaux sont définies à l'article 23 du CCAG-Travaux [6]. Les normes visées par le marché doivent être celles dont la date de prise d'effet est antérieure de trois mois au premier jour du mois de l'établissement des prix. Les modalités de vérification qualitative des matériaux et produits sont prévues dans l'article 24.1 du CCAG-Travaux [6] qui stipule que la conformité des matériaux, produits et composants de construction aux spécifications du marché peut être établie, notamment, par les essais et épreuves que le marché définit. À défaut d'indication, dans le marché ou dans la norme de référence, des modes opératoires à utiliser, ceux-ci doivent faire l'objet de propositions écrites du titulaire et soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

Sur la base des possibilités offertes par les textes réglementaires, les recommandations qui suivent ont été rédigées à l'intention des pouvoirs adjudicateurs de marchés et d'accords-cadres de travaux, et de la maîtrise d'œuvre, pour établir leurs spécifications techniques pour les marchés de protection contre les chutes de blocs nécessitant la fourniture d'écrans de filet pare-blocs dynamiques.

2. Spécifications pour les ouvrages composés d'écrans de filet pare-blocs dynamiques

En préambule, il est rappelé que les spécifications dans les marchés de travaux de protection doivent être définies de telle manière que le produit choisi s'adapte au terrain et non l'inverse : il est conseillé dans la rédaction du marché de raisonner en termes d'ouvrage de protection à construire (à partir d'écran de filet pare-blocs) et non plus seulement de produit « écran de filet pare-blocs dynamique ». Il est donc nécessaire de définir, au préalable, l'environnement du projet de protection afin d'identifier éventuellement des cas particuliers de mise en œuvre et de permettre le choix des spécifications nécessaires.

Les données préalables de caractérisation du projet de protection, nécessaires pour le choix des spécifications, sont listées au § 2.1.

Quelques définitions de caractéristiques du produit « écran de filet pare-blocs dynamique » utilisées dans la suite du texte sont rappelées au § 2.2.

Les différentes spécifications sont ensuite présentées en deux groupes :

- au § 2.3, les spécifications principales relatives au dimensionnement de l'ouvrage,
- au § 2.4, les spécifications secondaires définissant des caractéristiques particulières attendues de l'ouvrage en matière de fonctionnement. Parmi les spécifications secondaires, sont distinguées les spécifications dont les méthodes de justification sont définies et précisées, des spécifications signalées à titre informatif pour lesquelles les méthodes de justifications sont à préciser par le maître d'œuvre.

Chacune des spécifications est définie ainsi que ses caractéristiques d'évaluation et les méthodes de justification acceptées.

Il est à noter qu'en matière de justification de la performance d'un produit « écran de filet pare-blocs », une note de calcul n'est pas acceptée.

Enfin en matière d'ouvrage de protection pare-blocs, le principe de conception n'est pas la limitation des désordres sur l'ouvrage mais son efficacité.

Il est désigné dans la suite du texte par l'expression « campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 », l'ensemble des deux séries d'essais d'impact décrites dans l'ETAG 027 (SEL et MEL, cf. annexe 1).

Un tableau en fin de chapitre au § 2.5 récapitule toutes les spécifications (Tableau 1).

2.1. Marché de travaux de protection : données préalables

Dans la définition de l'environnement du projet de protection, il est rappelé dans ce qui suit, le rôle de chacun :

- la maîtrise d'ouvrage définit les exigences en termes de cadre d'utilisation et de priorité dans le projet (coût, sécurité...),
- la maîtrise d'œuvre ou l'assistance technique à maîtrise d'ouvrage effectue l'étude de stabilité préalable afin de définir les données de départ à savoir, le contexte et les performances attendues de l'ouvrage, en tenant compte des exigences de la maîtrise d'ouvrage,
- le fabricant ou son revendeur répond au marché en proposant le produit le plus adapté aux spécifications attendues de l'ouvrage de protection.

Ces recommandations se positionnent une fois l'étude de stabilité faite (ex : retour d'expérience, trajectographie...). Les données de départ attendues pour établir le marché de travaux de protection sont les suivantes :

- la hauteur de passage du bloc de référence (position du centre de gravité),
- l'énergie à l'impact (en kJ),
- le diamètre équivalent du bloc de référence,
- la longueur à protéger,

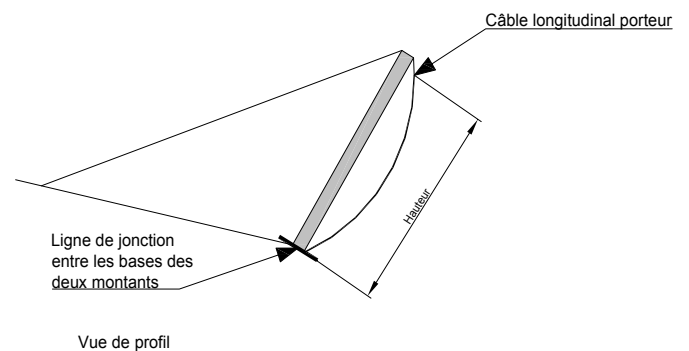
- la zone d'implantation de principe de l'ouvrage,
- la durée de vie attendue de l'ouvrage,
- la classe de corrosion (C2 a priori),
- quelques informations qualitatives, descriptives sur la nature des sols de fondation de l'ouvrage,
- une sollicitation exceptionnelle (neige...), le cas échéant.

2.2. Quelques caractéristiques d'un produit « écran de filet pare-blocs » : définition

Niveau d'énergie de service ou SEL (Service Energy Level) : énergie cinétique maximale du bloc ayant impacté deux fois successivement l'écran avec une réduction limitée de sa hauteur et sans dommage structurel.

Niveau d'énergie maximal ou MEL (Maximum Energy Level) : énergie maximale de capacité d'arrêt de l'écran.

Hauteur : distance minimale entre le câble longitudinal porteur supérieur et la ligne de jonction entre les bases des montants, mesurée orthogonalement à la pente située à l'aval avant toute sollicitation (Figure 2).

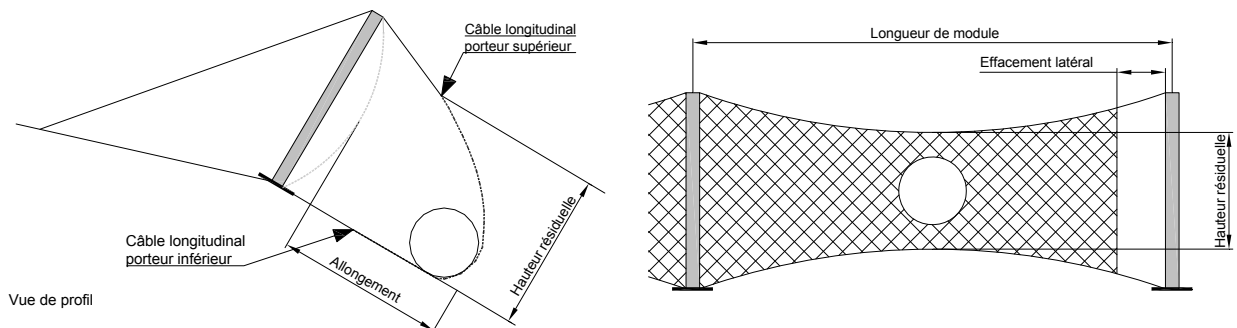


Hauteur résiduelle : distance minimale entre le câble longitudinal porteur inférieur et le câble longitudinal porteur supérieur, mesurée orthogonalement à la pente située à l'aval suite à impact, sans enlèvement du bloc impactant (Figure 3).

Longueur du module : distance minimale d'espacement entre les montants (Figure 3).

Allongement : longueur de déformation vers l'aval de la nappe de l'écran, mesurée parallèlement à la pente située à l'aval, lors d'une sollicitation de l'écran (Figure 3).

Effacement latéral : différence maximale de distance entre le montant et la nappe de filet dans le module latéral suite à un essai d'impact, sans enlever le bloc (Figure 3).



2.3. Spécifications principales

Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage

Définition : capacité énergétique d'arrêt attendue de l'ouvrage. C'est l'énergie à l'impact obtenue lors de l'étude de stabilité, exprimée en kilojoules. Elle peut être définie selon le principe du niveau ultime ou selon le principe du niveau de service (ouvrage susceptible d'être fréquemment sollicité, ouvrage peu accessible pour son entretien, nature de l'enjeu : habitations...).

Caractéristique(s) d'évaluation : le produit « écran de filet pare-blocs dynamique » proposé doit avoir :

- en cas de dimensionnement au niveau ultime, son MEL au moins égal au niveau d'énergie efficace de l'ouvrage ;
- en cas de dimensionnement au niveau de service, son SEL au moins égal au niveau d'énergie efficace de l'ouvrage.

Méthode(s) de justification : le SEL et le MEL du produit sont justifiés par la réussite du produit à la campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. Un marquage CE accompagné d'une déclaration des performances contenant les énergies d'absorption du produit au SEL et au MEL convient.

Hauteur efficace de l'ouvrage

Définition : hauteur d'arrêt efficace attendue de l'ouvrage. C'est la hauteur de passage du centre de gravité du bloc de référence obtenue lors de l'étude de stabilité.

Caractéristique(s) d'évaluation : la hauteur du produit « écran de filet pare-blocs dynamique » doit être au moins égale à la somme de la hauteur efficace de l'ouvrage et du demi-diamètre équivalent du bloc de référence déterminé par l'étude de stabilité (Figure 4). A défaut de données sur le bloc de référence, les dimensions du bloc utilisé pour l'essai en vraie grandeur au niveau d'énergie demandé (SEL ou MEL) peuvent être utilisées.

Méthode(s) de justification : la hauteur nominale du produit est la valeur mesurée sur le produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. La hauteur du produit proposé ne peut pas être réduite par rapport à sa hauteur nominale et elle ne peut pas être augmentée de plus de 1 mètre pour une hauteur nominale supérieure ou égale à 4 mètres, et de 0,5 mètre pour une hauteur nominale inférieure à 4 mètres.

Aucune tolérance n'est accordée sur la hauteur du produit proposé vis-à-vis de sa hauteur nominale dans le cas où un allongement maximal autorisé de l'ouvrage ou l'emprise maximale de l'ouvrage fait partie des spécifications attendues de l'ouvrage.

Un marquage CE accompagné d'une déclaration des performances contenant la hauteur nominale du produit convient.

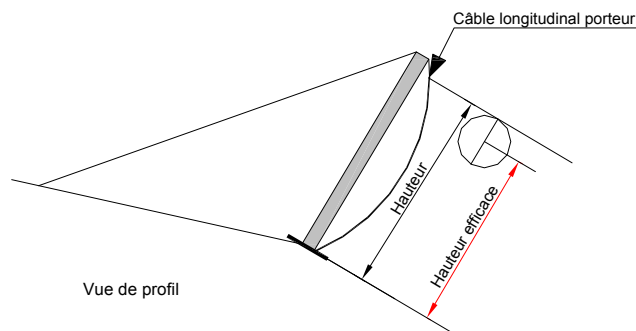


Figure 4. Hauteur efficace.

Longueur efficace de l'ouvrage

Définition : longueur où la capacité de l'ouvrage est garantie. Elle doit être au moins égale à la longueur de la zone à protéger.

Caractéristique(s) d'évaluation : la campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1], ne permet pas d'évaluer la capacité des modules latéraux. Par ailleurs, sous sollicitation, il y a un phénomène d'effacement latéral plus ou moins important des modules latéraux. Enfin, la longueur totale des modules alignés installés doit être supérieure ou égale à la somme de la longueur efficace de l'ouvrage et du demi-diamètre du bloc référence déterminé par l'étude de stabilité. Par conséquent, le nombre de modules du produit à installer pour assurer la longueur efficace de l'ouvrage doit tenir compte d'une efficacité considérée réduite pour les modules latéraux.

Pour le calcul du nombre de module :

- si la capacité énergétique d'arrêt du module latéral n'a pas été évaluée, seule la moitié de la longueur du module latéral est à considérer (Figure 5, Cas 1) ;
- si la capacité énergétique d'arrêt du module latéral a été évaluée et est supérieure ou égale au niveau d'énergie efficace de l'ouvrage :
 - pour un dimensionnement au MEL, seule la longueur du module latéral diminuée du demi-diamètre du bloc de référence déterminé par l'étude de stabilité (à défaut, le bloc utilisé pour l'essai en vraie grandeur) est à considérer (Figure 5, Cas 3) ;
 - pour un dimensionnement au SEL, seule la longueur du module latéral diminuée de la somme de l'effacement latéral maximal et du demi-diamètre du bloc de référence déterminé par l'étude de stabilité (à défaut, le bloc utilisé pour l'essai en vraie grandeur) est à considérer (Figure 5, Cas 2).

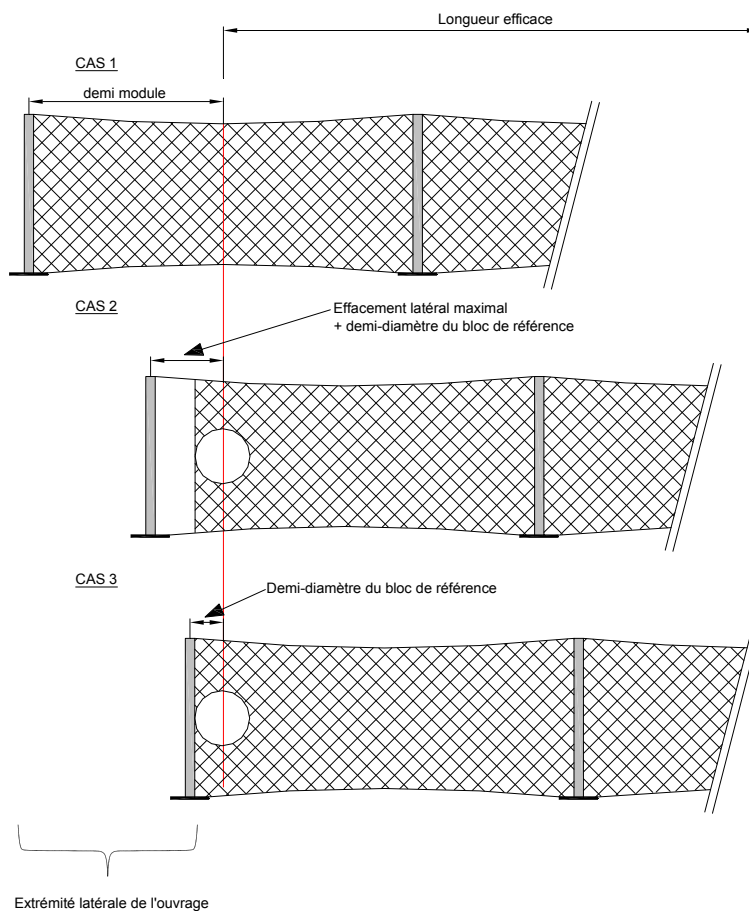


Figure 5. Longueur efficace.

Méthode(s) de justification : la longueur du module du produit est la valeur mesurée sur le produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. L'effacement latéral maximal est la valeur maximale mesurée lors de la campagne d'essais complète en vraie grandeur.

La tolérance suivante est accordée sur cette valeur : la longueur du module du produit proposé ne peut pas être réduite par rapport au produit testé, et elle peut être augmentée jusqu'à une valeur maximale définie par un rapport homothétique avec l'augmentation sur la hauteur autorisée. Aucune tolérance n'est accordée sur la longueur dans le cas où un allongement maximal autorisé de l'ouvrage et/ou l'emprise maximale de l'ouvrage font parties des spécifications attendues de l'ouvrage.

La capacité énergétique d'arrêt du module latéral est considérée déterminée si elle est inscrite dans la déclaration des performances du produit et a donc fait l'objet d'un marquage CE.

Si la longueur efficace de l'ouvrage nécessite un nombre de modules inférieur à celui utilisé lors des essais en vraie grandeur, il faut se référer au § 3 où sont décrits quelques cas particuliers de mise en œuvre.

Allongement maximal autorisé de l'ouvrage

Définition : valeur à ne pas dépasser de déformation de la nappe de filet à l'aval de l'ouvrage, parallèlement à la pente à l'aval. Elle doit être inférieure à la distance entre la zone d'implantation de l'ouvrage et l'enjeu à protéger (Figure 6).



Figure 6. Proximité de l'enjeu vis-à-vis de l'allongement (Route forestière de Curière, Isère, avril 2011. Source : V. Le Bidan, CG38).

Caractéristique(s) d'évaluation : l'allongement maximal du produit proposé doit être strictement inférieur à l'allongement maximal autorisé de l'ouvrage (Figure 3). Il est à noter que l'état actuel des connaissances ne permet pas de définir un coefficient de sécurité sur cette valeur caractéristique du produit.

Méthode(s) de justification : l'allongement maximal du produit est la valeur maximale de l'allongement mesurée pour le produit au cours de la campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. Un marquage CE accompagné d'une déclaration des performances contenant l'allongement maximal convient.

Emprise maximale de l'ouvrage

Définition : aire de la zone maximale dans laquelle l'ouvrage peut être implanté. Elle peut être limitée par des contraintes foncières, la proximité des enjeux (Figure 7).

Caractéristique(s) d'évaluation : la largeur d'emprise du produit proposé et la longueur totale d'emprise des modules du produit doivent être inférieures respectivement, à la largeur et la longueur de l'emprise maximale de l'ouvrage (Figure 8).

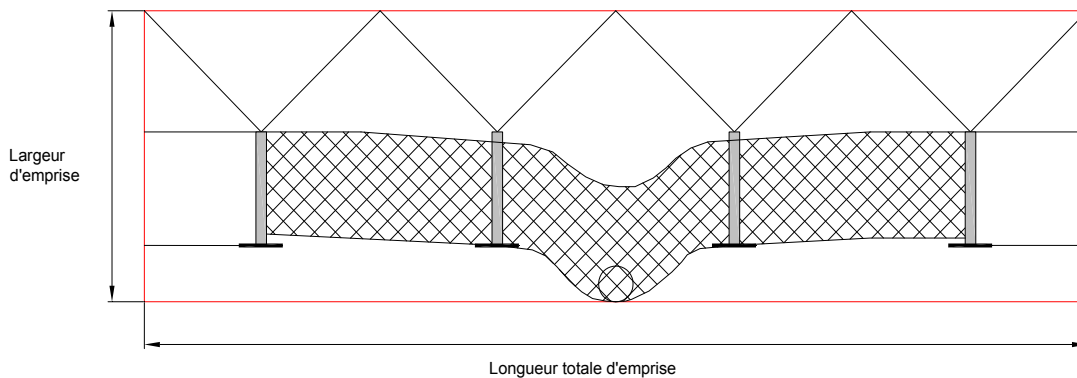
Méthode(s) de justification : la largeur d'emprise du produit est la valeur mesurée pour le produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. C'est la largeur maximale d'emprise du produit mesurée parallèlement à la pente tenant compte des points de fondation et de la valeur maximale de l'allongement mesurée pour le produit au cours de la campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1].

La longueur totale d'emprise des modules se base sur la longueur d'emprise du produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. La longueur d'emprise tient compte des points de fondation de l'ouvrage.

Figure 7. Exemple de contrainte d'emprise : écran en cours de montage en zone urbaine (La Roque-Gageac, Dordogne, juillet 2010. Source :Cerema).



Figure 8. Emprise de l'ouvrage.



2.4. Spécifications secondaires

En complément des spécifications principales basées sur les performances attendues de l'ouvrage, il est possible d'avoir recours également à des spécifications d'exigence fonctionnelle, qualifiées ici de secondaires. Ces spécifications n'ont pas toujours de méthode de justification adaptée reconnue par la profession : elles sont divisées en deux groupes, celles avec méthode de justification définie et celles sans méthode de justification, données à titre informatif.

2.4.1 Avec méthode de justification définie

Hauteur résiduelle efficace de l'ouvrage

Définition : hauteur d'arrêt efficace de l'ouvrage après un premier impact.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans la mesure où il est difficile de déterminer la hauteur de passage en cas de sur-événement pour l'ouvrage si ce n'est considérer la hauteur de passage lors du premier événement, l'évaluation s'effectuera sur la base de la valeur absolue de la hauteur résiduelle du produit « écran » mesurée après le premier essai en vraie grandeur au SEL, diminuée du demi-diamètre équivalent du bloc de référence déterminé par l'étude de stabilité (Figure 9). À défaut de connaissance sur le bloc de référence, les dimensions du bloc utilisé pour l'essai en vraie grandeur au SEL peuvent être utilisées. Un classement des produits par ordre décroissant de la valeur sera alors établi.

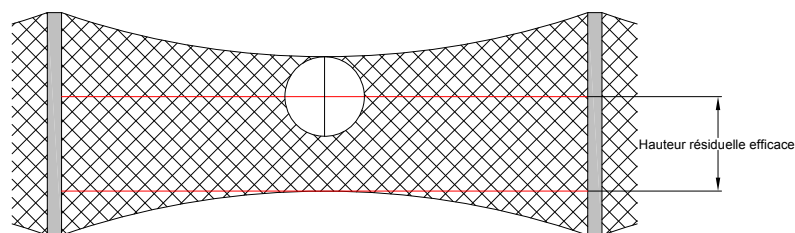


Figure 9. Hauteur résiduelle efficace.

Méthode(s) de justification : la hauteur résiduelle du produit est la valeur mesurée sur le produit installé pendant la campagne d'essais en vraie grandeur lors du premier essai au SEL dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. Un marquage CE accompagné d'une déclaration des performances contenant la hauteur résiduelle convient.



Bavette

Définition : dispositif permettant d'ajuster la base de l'ouvrage au terrain naturel sur des zones de faible irrégularité topographique (Figure 10) et permettant ainsi à l'ouvrage de stopper les blocs de petite taille sur la zone du sol à l'ouvrage.

Caractéristique(s) d'évaluation : la terminologie de « bavette » est restreinte aux dispositifs permettant la reprise des irrégularités topographiques de moins de 30cm. Un exemple de dispositif est l'ajout d'un grillage fixé à la fois à l'écran et au sol.

Le cas des irrégularités topographiques supérieures à 30 cm est abordé au §3.

Méthode(s) de justification : le dispositif proposé doit être décrit. Il doit être validé par la maîtrise d'œuvre et/ou l'assistance à maîtrise d'ouvrage.

Figure 10. Bavette sur écran (RD 920, Aveyron, octobre 2013. Source : CG12).

Coût de la maintenance de l'ouvrage

Définition : évaluation du coût de l'ouvrage sur sa durée de vie (en général 25 ans), hors sollicitation fonctionnelle, dans la classe de corrosion définie par l'étude de stabilité.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans un objectif de prise en compte de la durabilité de l'ouvrage, le coût de sa maintenance peut être un critère d'évaluation. L'ensemble des interventions sur la durée de vie de l'ouvrage, hors sollicitation fonctionnelle, doit être indiqué avec le type d'intervention ainsi que leur coût moyen.

Méthode(s) de justification : l'ensemble des interventions sur la durée de vie d'un écran, hors sollicitation fonctionnelle, doit être décrit dans le guide d'utilisation, de maintenance et de réparation associé au produit et ce guide doit être joint à l'offre.

Coût de la réparation de l'ouvrage

Définition : évaluation du coût de la réparation suite à une sollicitation fonctionnelle de l'ouvrage.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans un objectif d'évaluation du coût global de l'ouvrage, le coût de sa réparation après une sollicitation au niveau d'énergie de dimensionnement, peut être un critère. Le détail des réparations, hors fondation, suite à la sollicitation au niveau d'énergie de dimensionnement et leur coût moyen, pièce et main d'œuvre comprises, doivent être donnés. Un classement des produits par ordre croissant du coût global peut alors être établi.

Méthode(s) de justification : le détail des réparations se base sur l'ensemble des dégâts observés sur le produit suite à la campagne d'essais en vraie grandeur à la sollicitation de dimensionnement (SEL ou MEL) dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1].

Durée de vie vis-à-vis de la corrosion

Définition : temps pendant lequel le système de protection vis-à-vis de la corrosion permet le bon fonctionnement de l'ouvrage dans l'environnement du projet de protection

Caractéristique(s) d'évaluation : l'environnement de l'ouvrage peut conduire à définir une classe de corrosivité particulière, différente de la classe 2, selon la norme EN ISO 9223 [9]. L'utilité de l'ouvrage, comme, par exemple, le cas d'un ouvrage provisoire mis en place sur la durée d'un chantier, peut conduire à réduire la durée de vie attendue par rapport à la valeur de référence de 25 ans. Dans ces cas particuliers, sur la base de la classe de corrosivité et de la

durée de vie de l'ouvrage définies explicitement au démarrage du projet, le produit devra présenter des méthodes de protection adaptées vis-à-vis de la protection.

Méthode(s) de justification : les méthodes de protection adaptées proposées devront être en accord avec les principes définis dans l'EN ISO 11303 [10].

Doublage au grillage

Définition : mise en place d'un grillage de maille plus fine en couche additionnelle à l'amont de la nappe de filet.

Caractéristique(s) d'évaluation : la possibilité d'occurrence de chutes de blocs de petite taille peut nécessiter d'exiger une capacité d'arrêt de blocs de taille inférieure à celle de la maille de la nappe du filet. Dans ce cas, il peut être exigé d'avoir recours à un doublage par une nappe de grillage. Ce dernier doit être conçu (dimensions) et installé (système et position d'accroche) de manière à ne pas augmenter les sollicitations sur l'ouvrage.

Méthode(s) de justification : si le produit a été testé selon la campagne d'essais en vraie grandeur définie dans l'ETAG 027 [1], sans couche additionnelle, le dispositif proposé en doublage au grillage doit être décrit en termes de dimensions et de système d'accroche.

Si le produit a été testé selon la campagne d'essais en vraie grandeur définie dans l'ETAG 027 [1] avec une couche additionnelle, cette dernière ne nécessite pas de justification supplémentaire dans la mesure où elle fait partie du produit.

Longueur maximale de modules à poser

Définition : longueur maximale du linéaire de modules qui peuvent être posés successivement sans nécessité d'adaptation du produit.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans le cas de certains ouvrages répondant à une grande longueur à protéger, la limite technique des produits ne permet pas toujours de répondre par un seul linéaire de modules sans une certaine adaptation du produit.

Méthode(s) de justification : le fabricant déclare la longueur maximale de pose de modules de son produit en un seul linéaire sans adaptation.

Emprise minimale de l'ouvrage

Définition : aire de la zone dans laquelle l'ouvrage sera implanté. Une emprise minimale d'ouvrage peut être un critère de choix dans les zones nécessitant un débroussaillage ou une régularisation foncière.

Caractéristique(s) d'évaluation : l'emprise de l'ouvrage est l'aire définie par la largeur d'emprise du produit proposé et la longueur totale d'emprise des modules du produit (Figure 8). Un classement par ordre croissant de la valeur de l'emprise sera alors établi.

Méthode(s) de justification : la largeur d'emprise est la valeur mesurée pour le produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. C'est la largeur maximale d'emprise du produit mesurée parallèlement à la pente tenant compte des points de fondation et de la valeur maximale de l'allongement mesurée pour le produit au cours de la campagne d'essais en vraie grandeur complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1].

La longueur totale d'emprise des modules se base sur la longueur d'emprise du produit installé pour la campagne d'essais en vraie grandeur dont la procédure est définie dans l'ETAG 027 [1]. La longueur d'emprise tient compte des points de fondation de l'ouvrage.

Aptitude du produit à l'héliportage

Définition : l'ouvrage se situe en zone d'accès difficile où le matériel ne pourra être acheminé que par héliportage. La mise en œuvre du produit proposé doit permettre l'utilisation de l'héliportage : elle est limitée par la capacité de levage de l'hélicoptère.

Caractéristique(s) d'évaluation : les composants élémentaires du produit proposé dont l'assemblage s'effectue sur site, doivent avoir une masse inférieure à 800 kg (ou 1100 kg selon le type d'hélicoptère envisagé).

Méthode(s) de justification : le manuel d'installation du produit indique les masses des éléments à assembler sur site. Le manuel doit être joint à l'offre.

2.4.2 A titre informatif

Indépendance des modules

Définition : ouvrage conçu de manière à ce que l'endommagement d'un module suite à une sollicitation n'affecte pas l'efficacité de l'ouvrage au-delà de ses deux modules adjacents à la fois en fonctionnement vis-à-vis d'une sollicitation ultérieure et pour une réparation si cela est nécessaire.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans l'état actuel des connaissances, il n'y a pas de caractéristique permettant l'évaluation de cette spécification. Or cette notion d'indépendance des ouvrages peut être importante pour la maîtrise d'ouvrage, en particulier, en cas d'ouvrage d'accès difficile ou de zone à fort enjeu afin de minimiser le temps d'exposition en cas de sur événement.

Cette notion peut être approchée en exigeant la possibilité de réparer un module sans avoir à intervenir sur les modules adjacents. La méthode de réparation d'un module est décrite dans le guide d'utilisation, de maintenance et de réparation associé au produit.

Méthode(s) de justification : la maîtrise d'œuvre définit la méthode de justification.

Temps nécessaire à la mise en œuvre

Définition : durée nécessaire au montage de l'ouvrage.

Caractéristique(s) d'évaluation : dans le cas de travaux en urgence ou sur des sites nécessitant de limiter l'exposition des entreprises de pose par exemple, il peut être demandé de minimiser le temps d'intervention. Le temps nécessaire à la mise en œuvre de l'ouvrage peut servir de critère. Le calcul du temps nécessaire à la mise en œuvre de l'ouvrage peut être effectué sur la base de la durée moyenne de montage du produit en nombre de jours x homme, hors fondation, et du nombre de points de fondation nécessaires à l'ouvrage. Cette caractéristique ne peut être vérifiée : elle est déclarative.

Méthode(s) de justification : la maîtrise d'œuvre définit la méthode de justification.

Nappe de filet non « détricotable »

Définition : nappe de filet qui ne peut pas se détricoter. La rupture d'un fil n'entraîne pas le désassemblage des mailles adjacentes.

Caractéristique(s) d'évaluation : en cas d'enjeux de type « habitation » ou d'un accès limité à l'ouvrage, il peut être préféré un ouvrage dont une rupture localisée au niveau de la nappe de filet ne réduit pas de manière significative sa surface d'interception. La nappe de filet doit être conçue de telle manière que, suite à une rupture d'un fil ou câble de la nappe, cette dernière ne s'ouvre pas sur plus de deux mailles. Dans l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de caractéristique permettant d'évaluer cette spécification.

Méthode(s) de justification : la maîtrise d'œuvre définit la méthode de justification.

Type de fondation des montants

Définition : type de fondations des montants (poteaux) de l'ouvrage. En cas de site naturel classé ou d'ouvrages en zones d'accès difficiles, certains types de fondation peuvent être discriminants dans le choix de l'ouvrage.

Caractéristique(s) d'évaluation : le type de fondation préconisé par le fabricant pour les montants (ancrage d'une plaque d'appui, plot en béton, appui simple par haubanage en pied du montant...), établi sur la base des essais en vraie grandeur réalisés, peut être indiqué. Cette caractéristique est déclarative.

Méthode(s) de justification : la maîtrise d'œuvre définit la méthode de justification.

2.5. Tableau récapitulatif des spécifications

Spécification	Type de spécification	Méthode de justification définie	Remarque
Niveau d'énergie efficace de l'ouvrage	principale	Oui	Indispensable
Hauteur efficace de l'ouvrage		Oui	Indispensable
Longueur efficace de l'ouvrage		Oui	Indispensable
Allongement maximal autorisé de l'ouvrage		Oui	Proximité de l'enjeu à protéger
Emprise maximale de l'ouvrage		Oui	Zone d'implantation restreinte
Hauteur résiduelle efficace de l'ouvrage	secondaire	Oui	Dimensionnement au niveau de service
Bavette		Oui	Irrégularités topographiques restreintes
Coût de maintenance de l'ouvrage		Oui	Prise en compte de la durabilité de l'ouvrage
Coût de réparation de l'ouvrage		Oui	Prise en compte de la durabilité de l'ouvrage
Durée de vie vis-à-vis de la corrosion		Oui	Prise en compte de la durabilité de l'ouvrage
Doublage au grillage		Oui	Occurrence de chutes de blocs de petite taille
Longueur maximale de modules à poser		Oui	Grande longueur efficace de l'ouvrage
Emprise minimale de l'ouvrage		Oui	Zone d'implantation restreinte
Aptitude du produit à l'hélicoptage		Oui	Zone d'accès difficile
Indépendance des modules		Non, à titre informatif	Nécessité de minimiser l'exposition au risque, prise en compte de la durabilité de l'ouvrage, grande longueur efficace de l'ouvrage
Temps nécessaire à la mise en œuvre		Non, à titre informatif	Nécessité de minimiser le temps d'exposition au risque
Nappe de filet non « déricktable »		Non, à titre informatif	Zone d'accès limité, nature de l'enjeu
Type de fondation des montants		Non, à titre informatif	Site naturel classé, zone d'accès difficile.

Tableau 1. Tableau récapitulatif des spécifications.

3. Quelques cas particuliers de mise en œuvre

Cette partie s'attache à établir des recommandations pour le choix des spécifications adaptées à des cas très particuliers de mise en œuvre assez courants. Cette liste ne se veut pas exhaustive.

Cas où l'ouvrage de protection nécessite un nombre de modules strictement inférieur à 3

L'ouvrage nécessitant une adaptation du produit pour sa mise en œuvre par rapport aux conditions dans lesquelles la campagne d'essais en vraie grandeur complète selon les procédures de l'ETAG 027 a été réalisée, il est conseillé de demander en justification que le produit proposé soit issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées.

Cas où la longueur de l'ouvrage de protection est inférieure à une longueur de module

L'ouvrage nécessitant une adaptation du produit pour sa mise en œuvre par rapport aux conditions dans lesquelles la campagne d'essais en vraie grandeur complète selon les procédures de l'ETAG 027 a été réalisée, il est conseillé de demander en justification que le produit proposé

soit issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées. Il pourra être indiqué que l'adaptation proposée devra tenir compte en termes de haubannage, des incertitudes existantes sur l'efficacité effective des modules latéraux.

Cas d'un ouvrage de protection à cheval sur un creux topographique



Dans ce cas (Figure 11), si le creux topographique est inférieur à 30 cm, il est possible d'avoir recours à une bavette (cf. §2). Sinon il est nécessaire d'adapter le produit marqué CE pour répondre aux spécifications de l'ouvrage de protection. Dans ce cas, l'adaptation proposée peut être acceptée si le fournisseur justifie que :

- elle est constituée de composants équivalents à ceux de l'écran, en particulier même nappe de filet, même câble de rive, même dispositif de dissipation d'énergie ;
- son fonctionnement ne sollicite pas plus les fondations que l'ouvrage sans adaptation ;
- la conception est adaptée pour éviter toute sollicitation supplémentaire de l'ouvrage lors de son fonctionnement (ne pas créer de « point dur », ne pas contrarier les dispositifs de dissipation d'énergie...) ;
- le produit proposé est issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées.

L'adaptation proposée est soumise à validation par la maîtrise d'œuvre.

Figure 11. Adaptation de l'ouvrage à de fortes irrégularités topographiques du terrain (RD 920, Aveyron, octobre 2013. Source : CG12).

Cas d'un ouvrage de protection fixé à une paroi rocheuse en lieu et place d'un montant

L'ouvrage nécessitant une adaptation du produit pour sa mise en œuvre par rapport aux conditions dans lesquelles la campagne d'essais en vraie grandeur complète selon les procédures de l'ETAG 027 a été réalisée, il est conseillé de demander en justification que le produit proposé soit issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées (Figure 12).

Cas d'un ouvrage de protection nécessitant une grande longueur de pose

Dans le cas d'un ouvrage nécessitant l'installation successive en seul linéaire d'un grand nombre de modules, il est généralement nécessaire de tenir compte de la longueur maximale de pose du produit et de garantir une indépendance des modules. Les spécifications secondaires telles que décrites au §2.4 peuvent être inscrites au marché.

Cas d'un ouvrage nécessitant une forte adaptabilité de la géométrie du produit au terrain

Si l'ouvrage nécessite une adaptation du produit pour sa mise en œuvre par rapport aux conditions dans lesquelles la campagne d'essais en vraie grandeur complète selon les procédures de l'ETAG 027 a été réalisée, il est conseillé de demander en justification que le produit proposé soit issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées. En complé-

Figure 12. Ecran fixé à la paroi rocheuse en lieu et place des montants (Gorges de la Bourne, Isère, octobre 2012. Source : M. Bost, Ifsttar).



ment des tolérances géométriques sur la longueur et la hauteur de la nappe, la justification doit tenir compte de la tolérance de dénivelée entre montants consécutifs que le fabricant a déclarée dans son manuel d'installation.

Cas du chevauchement de plusieurs ouvrages

Dans le cas du chevauchement de plusieurs ouvrages (Figure 13), pour tenir compte des performances du produit ou des résultats de l'étude de stabilité, il est conseillé de préciser au marché que les linéaires des ouvrages doivent assurer la continuité sur la longueur de la zone à protéger et se recouvrir entre eux sur au moins un module, quelle que soit la capacité d'arrêt du module latéral du produit et dans les limites du site (Figure 14).



Figure 13. Chevauchement d'ouvrages (Ligne de train des Carpates, Ain, juin 2010. Source : M. Bost, Ifsttar).

Il est également conseillé de préciser que l'écartement des linéaires d'ouvrage est défini de telle manière que l'allongement maximal de l'ouvrage amont n'interfère pas avec l'emprise de l'ouvrage aval.

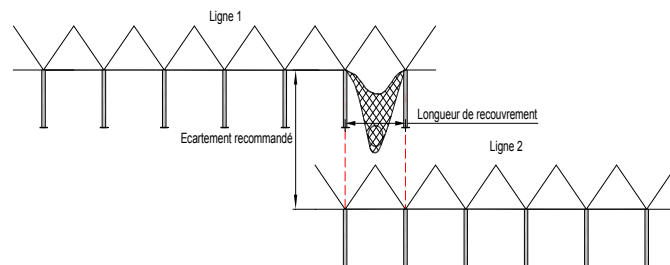


Figure 14. Principe de chevauchement de linéaires d'ouvrage.

Cas d'un ouvrage de protection provisoire

Dans ce cas, il est possible d'exiger une durée de vie réduite vis-à-vis de la corrosion. La spécification secondaire telle que décrite au § 2.4 peut être inscrite au marché.

4. Recommandations générales

4.1. Documents à fournir au cours du marché

Il est recommandé que le dossier de l'ouvrage exécuté (DOE) pour les ouvrages de protection à base d'écran de filet pare-blocs dynamique comprenne dorénavant a minima les éléments suivants, s'ils n'ont pas déjà été fournis au marché :

- une fiche technique du produit « écran de filet pare-blocs dynamique » indiquant au moins les caractéristiques nécessaires pour répondre aux spécifications attendues dans le marché ;
- si le produit est marqué CE sur certaines performances, une copie de la déclaration des performances, de l'évaluation technique européenne (ETE), à défaut l'agrément technique européen (ATE) en cours de validité, et du certificat d'évaluation et de vérification de la constance des performances, à défaut le certificat de conformité CE en cours de validité,
- le manuel d'installation ;
- les conditions de livraison ;
- le guide d'utilisation, de maintenance et de réparation du produit ;
- le procès-verbal de la campagne des essais en vraie grandeur réalisés ;
- la valeur maximale des efforts dans les fondations mesurée lors de la campagne d'essais complète dont la procédure est définie dans l'ETAG 027[1].

4.2. Cas particulier des marchés à bons de commande

La spécificité de chaque ouvrage de protection due à l'environnement de l'ouvrage, à la nature des enjeux à protéger et aux caractéristiques de l'aléa, incite à ne plus avoir recours dorénavant à la fourniture d'écrans de filet pare-blocs dynamiques par marché à bon de commande.

4.3. Nouveaux éléments pour le contrôle extérieur des ouvrages de protection à base d'écran de filet pare-blocs

Concernant les ouvrages de protection à base d'écran de filet pare-blocs dynamique, le contrôle extérieur consiste en :

- la vérification du respect des conditions de livraison définies par le fabricant ;
- la vérification du type de produit fourni ;
- la vérification de l'implantation de l'ouvrage ;
- la vérification du montage relativement au manuel d'installation fourni par le fabricant.

A défaut de l'intervention du contrôle extérieur sur ces points particuliers, il peut être demandé un certificat de conformité de livraison et de montage du produit au fabricant qui garantisse à la fois les conditions de livraison du produit et sa pose. Ce point doit être explicitement précisé par la maîtrise d'ouvrage dans le cahier des charges du marché.

4.4. Exemple d'application

Voir l'exemple d'application en Annexe 2 de la présente note d'information.

5. Bibliographie

- [1] Guide d'Agrément Technique Européen n° 027 « Kits de protection contre les chutes de blocs rocheux » (ETAG 027), EOTA, février 2008, 53 p. & avril 2013, 58p.
- [2] NF P95-308 « Équipements de protection contre les éboulements rocheux – Écrans de filets », AFNOR, décembre 1996, 11p.
- [3] Directive du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction (89/106/CEE) tenant compte des dispositions modifiées (93/68/CEE).
- [4] Règlement (UE) No 305/2011 du parlement européen et du conseil du 9 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE du Conseil & Règlement délégué (UE) No 157/2014 de la commission du 30 octobre 2013 concernant les conditions de publication sur un site internet d'une déclaration des performances relative à des produits de construction.
- [5] Décret N° 2006-975 du 1^{er} août 2006 portant code des marchés publics.
- [6] Arrêté du 8 septembre 2009 portant approbation du cahier des clauses administratives générales applicables aux marchés publics de travaux (CCAG-Travaux) - JORF n°0227, 1^{er} octobre 2009, 45p.
- [7] Directive du Parlement européen et du Conseil, du 31 mars 2004, relative à la coordination des procédures de passation des marchés publics de travaux, de fournitures et de services, n°2004/18/.
- [8] Arrêté ministériel du 28 août 2006 relatif aux spécifications techniques des marchés et des accords-cadres, J.O. n° 199 du 29 août 2006.
- [9] NF EN ISO 9223, Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères Classification, détermination et estimation, mars 2012, 23p.
- [10] NF EN ISO 11303, Corrosion des métaux et alliages - Lignes directrices pour le choix des méthodes de protection contre la corrosion atmosphérique, août 2008, 13p.

Annexe 1 - Référentiels techniques

1. Rappel sur la norme française NF P95-308

La norme NF P95-308 « Équipements de protection contre les éboulements rocheux – écrans de filets » [2] est relative à tous les écrans de filets, constitués de modules fonctionnels, utilisés comme équipements de protection passive contre les éboulements rocheux.

Elle comprend :

- des termes employés pour la description des écrans de filets,
- des exigences sur les matériaux employés,
- des caractéristiques fonctionnelles et géométriques des écrans de filets,
- une méthode de classification des écrans de filets.

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hauteur utile minimale (m)	1,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	3,50	4,00	5,00
Dimension minimale du bandeau (m)	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	0,70	0,80	0,80	1,00
Longueur maximale d'un module fonctionnel (m)	10	10	10	10	10	10	10	15	20
Capacité nominale (kJ)	12,5	50	200	500	1000	1500	2000	3000	5000

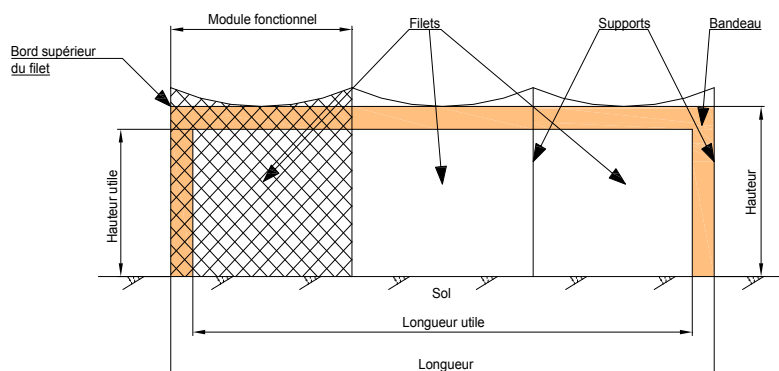
Tableau 2. Classification des écrans de filet pare-blocs dynamiques selon la norme NF P95-308 [2].

Les classes des écrans, rappelées dans le Tableau 2, sont définies selon :

- la hauteur utile minimale,
- la dimension minimale du bandeau,
- la longueur maximale d'un module fonctionnel,
- la capacité nominale.

Ces caractéristiques sont représentées sur la Figure 15.

Figure 15. Schéma d'un écran de filets-type.



Le bandeau est la bande de filet sur laquelle la capacité nominale n'est pas garantie. La capacité nominale est la capacité en énergie (kJ) d'arrêt d'un bloc dont le point d'impact se situe dans la surface d'interception.

La conception de l'écran doit être modulaire permettant en particulier de ménager des points de rupture de la nappe afin d'éviter une désorganisation complète de l'écran.

A chaque classe d'écran de filets correspond dans la norme NF P95-308 [2], un impact-type avec une valeur de masse et une vitesse minimale d'impact qui s'échelonne de 10 m/s à 31,7 m/s. La seule vérification des performances sur le produit exigée par la norme NF P95-308 [2] est une note de calcul.

La norme exige que tout dossier technique d'une offre pour un chantier de fourniture d'écrans de filet pare-blocs dynamique comprenne :

- une fiche technique d'identification de l'écran,
- une note de calcul concernant à la fois les dispositifs de transmission d'efforts au sol et la bonne tenue mécanique de l'ensemble,
- une note d'information concernant la pose,
- une notice définissant les conditions de durabilité de l'écran, les modalités d'entretien et les règles d'hygiène et de sécurité s'y rapportant.

2. Rappel sur l'ETAG 027

Le Guide d'agrément technique européen n° 027 « Kit de protection contre les chutes de blocs rocheux » [1] permet de caractériser tout produit résistant à un impact de niveau d'énergie maximal supérieur ou égal à 100kJ comprenant au moins trois modules fonctionnels constitué d'une structure d'interception, d'une structure de soutien et de composants de liaison. Les fondations ne font pas partie du kit donc du cadre d'application du guide. La notion de « kit de protection contre les chutes de blocs » sous-entend que le produit est accompagné d'une documentation sur l'assemblage, l'installation, l'utilisation, la maintenance et la réparation du kit.

Ce document servait de base pour l'obtention du marquage CE pour ce type de produit depuis le 1^{er} février 2008.

L'ETAG 027 [1] comprend en particulier :

- des termes employés pour la description des kits de protection contre les chutes de blocs rocheux,
- des caractéristiques des composants du kit et leur méthode d'évaluation, pour l'identification du kit,
- des caractéristiques du système assemblé et leur méthode d'évaluation, pour la vérification de l'aptitude à l'usage,
- une méthode de classification des kits de protection contre les chutes de blocs rocheux.

Cette classification (Tableau 3) se base sur les résultats de deux séries d'impact en vraie grandeur. De manière identique à la norme française, la classification des kits se fait avant tout sur l'énergie que les écrans de filet peuvent supporter à l'impact. Elle tient compte cependant non seulement d'un niveau d'énergie maximal (ou MEL : énergie maximale de capacité d'arrêt de l'écran) mais également d'un niveau d'énergie de service (ou SEL : énergie à laquelle l'écran peut subir des chocs successifs avec une réduction limitée de sa hauteur).

De plus, dans l'ETAG 027 [1], une catégorie vient compléter cette classification (Tableau 3). Elle se base sur la hauteur résiduelle de l'écran après l'impact à niveau d'énergie maximal.

Classe	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Niveau d'énergie de service SEL (kJ)	-	85	170	330	500	660	1000	1500	> 1500
Niveau d'énergie maximale MEL (kJ)	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	> 4500
Catégorie									
A	hauteur résiduelle** (MEL) ≥ 50% hauteur nominale*								
B	50% hauteur nominale > hauteur résiduelle (MEL) > 30% hauteur nominale								
C	hauteur résiduelle (MEL) ≤ 30% hauteur nominale								

Tableau 3. Classification des écrans de filets selon l'ETAG 027.

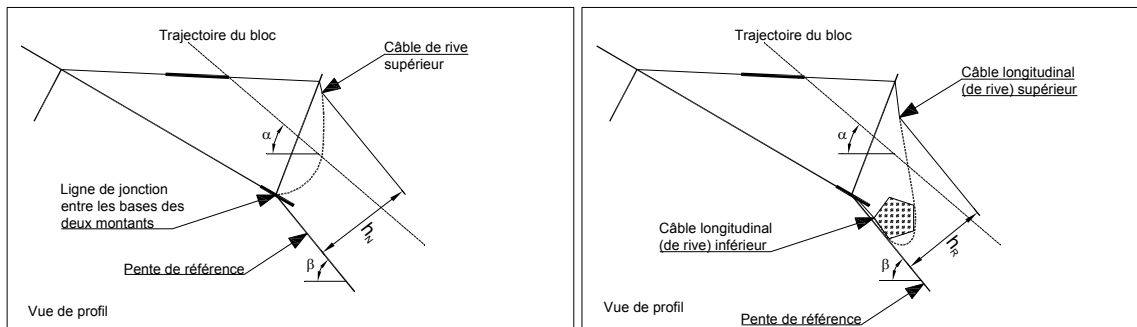


Figure 16.a) *Définition de la hauteur nominale, h_N .

b) **Définition de la hauteur résiduelle, h_R .

La notion de hauteur utile minimale présente dans la norme française n'est pas reprise dans l'ETAG 027 [1] : le kit est testé avec une hauteur dite nominale préalablement déclarée. Selon l'ETAG 027 [1], dans le cadre du marquage CE, la hauteur commerciale des kits posés ne peut être réduite par rapport à la hauteur nominale du kit testé et elle ne peut être augmentée de plus de 1 mètre pour une hauteur nominale testée supérieure ou égale à 4 m et 0,5 m pour une hauteur nominale testée inférieure à 4 m.

Les essais d'impacts en vraie grandeur comprennent deux séries d'impacts aux niveaux d'énergie de service et d'énergie maximale :

- série d'impacts SEL : le test au niveau d'énergie de service comprend deux impacts successifs à la même énergie sans réparation de l'écran,
- impact MEL : le test au niveau d'énergie maximal comprend un seul impact à une énergie trois fois supérieure à celle de l'énergie SEL.



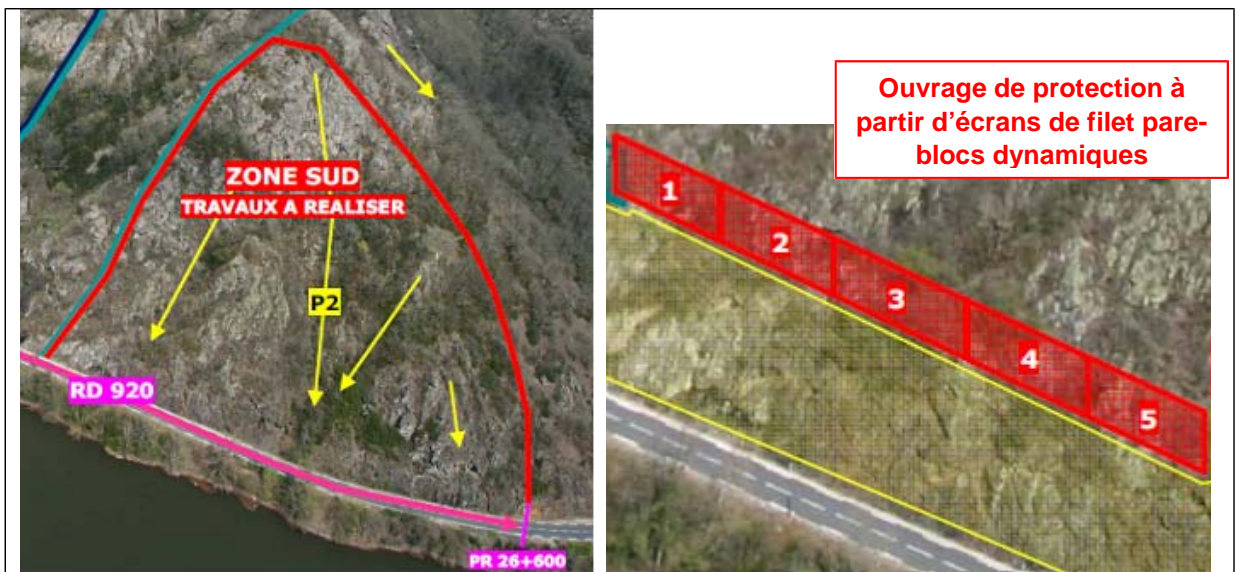
Les blocs impactants, en béton, ont une forme et une densité normalisées (rhombicuboctaèdre de densité comprise entre 2500kg/m^3 et 3000kg/m^3). La vitesse moyenne d'impact, mesurée sur le dernier mètre avant le point d'impact avec le kit, doit être supérieure ou égale à 25 m/s quelle que soit la classe, contrairement à l'impact-test type décrit dans la norme française [2]. La force appliquée aux fondations est mesurée en au moins trois points d'ancrage.

Des sites d'essai ont été construits dans différents pays européens pour pouvoir effectuer ces essais. En France, la station d'essais de lfsttar à Montagnole (73) permet aux fabricants de venir tester leurs écrans (Figure 17).

Ces essais permettent de fournir un certain nombre de caractéristiques sur les écrans de filet pare-blocs dynamiques dans des conditions d'impact normalisées. Les valeurs ainsi déterminées sont conventionnelles et doivent donc être considérées comme indicatives eu égard aux conditions réelles d'impact.

Figure 17. Station d'essais de chutes de blocs de lfsttar (Montagnole, Savoie. Source : lfsttar).

Annexe 2 - Exemple d'application



Ouvrage de protection à partir d'écrans de filet pare-blocs dynamiques

Contexte

Les travaux de protection concernent la mise en sécurité d'une portion de la RD920 (Aveyron) vis-à-vis d'instabilités identifiées sur le versant amont.

Données préalables

- hauteur de passage du bloc de référence (position du centre de gravité) : 4 m max ;
- énergie à l'impact (en kJ) : 3000 kJ max (purge effectuée au préalable) ;
- diamètre équivalent du bloc de référence : 1,60 m ;
- longueur à protéger : 75m ;
- zone d'implantation de principe de l'ouvrage : cf. photo ci-dessus : présence à certains endroits de fortes irrégularités de terrain (talweg) ;
- durée de vie attendue de l'ouvrage : 30 ans ;
- classe de corrosion (C2 a priori) : C2 ;
- informations qualitatives, descriptives sur la nature des sols de fondation de l'ouvrage : rocher, granite relativement fracturé, risque de chutes de petits blocs ;
- sollicitation exceptionnelle (neige...), le cas échéant : sans objet.

Spécifications choisies

principales :

- niveau d'énergie efficace de l'ouvrage selon le principe du niveau ultime : 3000 kJ ;
- (produit marqué CE vis-à-vis du MEL à ce niveau d'énergie) ;
- hauteur efficace de l'ouvrage : 4 m ;
- (produit marqué CE vis-à-vis du MEL avec une hauteur nominale d'au moins 4,80 m) ;
- longueur efficace de l'ouvrage : 75 m.

secondaires :

- doublage au grillage

Remarque en cas de talweg : s'il est nécessaire d'adapter un produit :

- cette adaptation est composée des mêmes composants que l'écran, en particulier même nappe de filet ;
- cette adaptation est fixée de manière à ne pas plus solliciter les fondations que l'ouvrage lui-même ;
- la largeur est adaptée pour éviter toute sollicitation supplémentaire de l'ouvrage ;
- le produit proposé est issu d'un produit marqué CE pour les spécifications principales demandées.

**Cette note d'information « Ouvrages d'art » est publiée dans
la collection « Connaissances » du Cerema**

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

Les notes d'information sont destinées à fournir une information rapide sur un sujet donné. Elles font l'état de connaissances, d'études, de réflexion, d'expériences ou de techniques à la date de leur parution, sachant que leur actualité et leur contenu doivent être appréciés en fonction d'évolutions réglementaires ou techniques plus récentes.

Collection
Connaissances
ISSN en cours
ISBN :
978-2-37180-016-8

Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni du Cerema.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

© 2014 - Cerema
La reproduction totale ou partielle du document doit être soumise à l'accord préalable du Cerema.

Coordination - Rédaction

BOST Marion, IFSTTAR - Tél. : 33 (0)4 72 14 24 88 - mél : marion.bost@ifsttar.fr

Groupe de rédaction

BARO Patrick, Cerema/DTer Sud-Ouest

BOURRIOT Jacques, AVAROC

BOUTILLIER Benoît, TAS

CHAUTY Vincent, CAN

CHENOT Natacha, DIR Centre-Est

DURAND Bernard, SETE

FORGEOT Alain, GTS

FRAYSSINET Nicole, Conseil général de l'Aveyron

GUILLEMIN Pierre, Cerema/DTer Centre-Est

HUTEAU Magali, SNCF

LE BIDAN Valentin, Conseil général de l'Isère

LESCURIER Anne, Conseil général de la Savoie

LIGNEAU Pierre, CAN

LORENTZ Julien, IMSRN

MAGNE Nicolas, GEOP

MARTIN Rémy, RTM

MATHY Alexandre, SAGE

MEIGNAN Lucas, Géolithe

MULLER Gerome, Filaplomb

MUQUET Laurent, IMSRN

PLASTRE Alexandre, France Maccaferri

POLLET Nicolas, SNCF

ROBIT Philippe, GTS

SERPOLLET Etienne, Conseil général de la Savoie

VANNIERE Odile, DIR Centre-Est

VELU Marc, CAN

VILLARD Nicolas, GTS

VIRELY Didier, Cerema/DTer Sud-Ouest

Relecture

CREMONA Christian, Cerema/DTeclTM

DELPUECH Pierre-Baptiste, MEDDE/DGITM

DURVILLE Jean-Louis, MEDDE/CGEDD

OUMRAOU Patrice, MEDDE/DGPR

ROCHER-LACOSTE Frédéric, Cerema/DTeclTM

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures
Impacts sur la santé - Mobilité et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables



Direction technique
Infrastructures de transport et matériaux



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – www.cerema.fr

Direction technique Infrastructures de transport et matériaux – 110, rue de Paris. 77171 Sourdun – Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités – 25 av. François Mitterrand - CS 92803 - 69674 BRON Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30