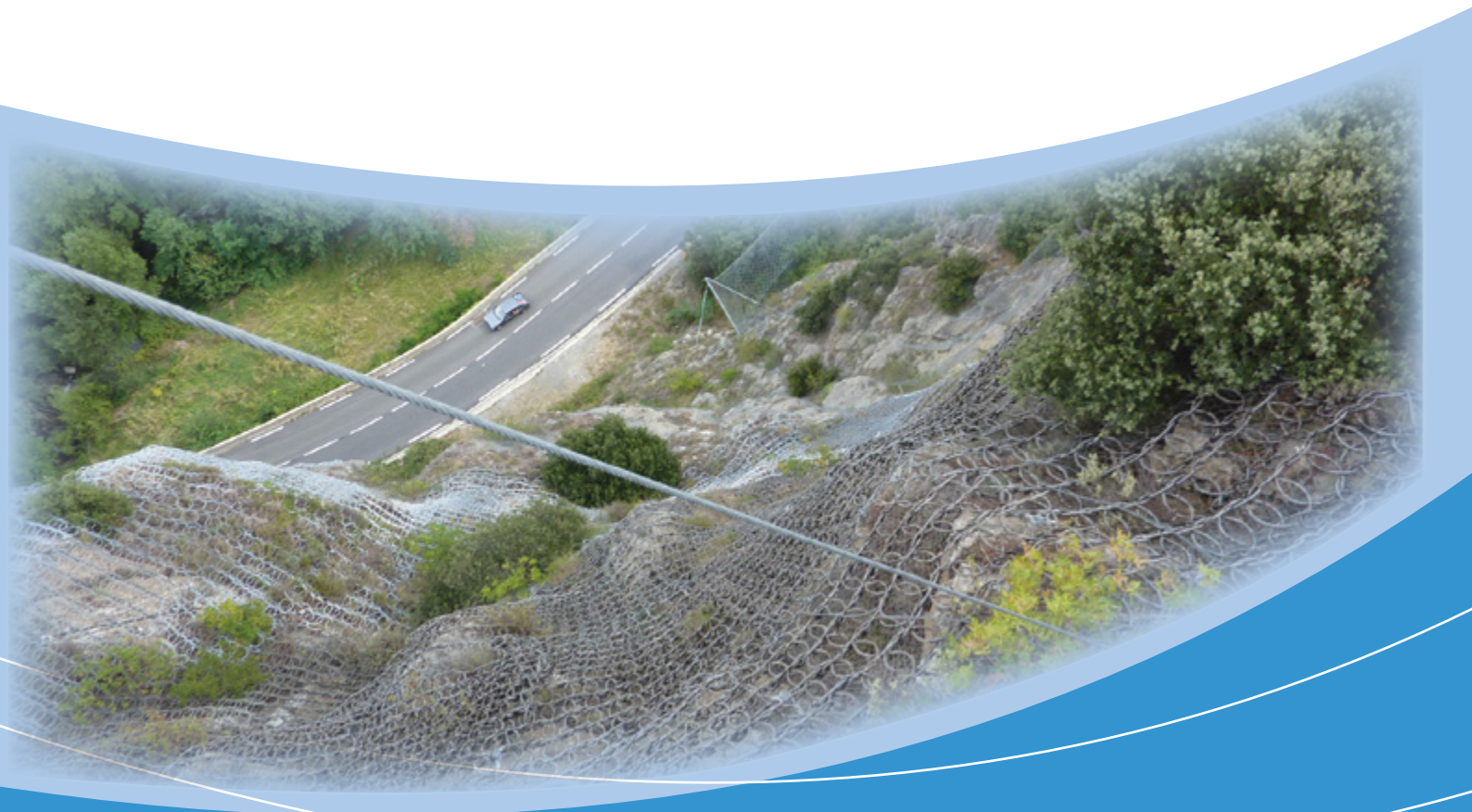


TECHNIQUES ET MÉTHODES

Prise en compte du paysage
dans les protections contre les chutes
de matériaux rocheux



guide technique

Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux

MAI 2016



TECHNIQUES ET MÉTHODES

Ce guide technique a été rédigé par :

Baptiste Ansaldi SNCF
 au Cete du Sud-Ouest, Délégation aménagement laboratoire expertise transports
 de Toulouse (DALETT) au moment de la rédaction

Alain Guglielmetti Cerema, direction territoriale Méditerranée

Il a bénéficié des contributions des personnes suivantes, par ordre alphabétique :

Patrick Baro Cerema, direction territoriale Sud-Ouest, DALETT

Yasmina Boussafir Ifsttar

Jean-Louis Durville Conseil général de l'environnement et du développement durable

François Hédou Cerema, direction technique eau, mer et fleuves
 à la DGPR au moment de la rédaction

Marie Malascrabes Cerema, direction territoriale Méditerranée, Laboratoire régional de Nice

Amandine Orsini RFF
 au Setra au moment de la rédaction

Didier Virely Cerema, direction territoriale Sud-Ouest, DALETT

Ce document a été réalisé grâce au soutien du Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (MEEM), Direction générale de la prévention des risques (DGPR).

Comment citer cet ouvrage :

Ifsttar et Cerema, Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2016. Techniques et méthodes, GTI2, 196 pages, ISBN 978-2-85782-713-9

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux - Ifsttar
14-20 boulevard Newton - Cité Descartes - Champs-sur-Marne - 77447 Marne-la-Vallée cedex 2
www.ifsttar.fr

Les collections de l'IFSTTAR
Techniques et méthodes - guide technique - Réf : GTI2
ISBN 978-2-85782-713-9 - ISSN 2492-5438



Cet ouvrage est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International. Les termes de cette licence sont accessibles à l'adresse <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Sommaire

Introduction	5
Partie 1. Principes de l'intégration paysagère des parades rocheuses	
Chapitre 1. La problématique de l'intégration paysagère	9
1.1 Démarche préventive	9
1.2 Travaux d'urgence.....	10
Chapitre 2. Démarches et partenaires	11
2.1 Démarche générale	11
2.2 Constitution de l'équipe projet.....	12
2.3 Capitalisation des informations.....	14
Chapitre 3. Réglementation et inventaire du territoire	17
3.1 Généralités sur les dispositifs de protection et de connaissance	17
3.2 Étude et notice d'impact.....	20
Chapitre 4. Parades contre les instabilités rocheuses	21
4.1 Généralités sur les instabilités rocheuses.....	21
4.2 Généralités sur les parades contre les instabilités rocheuses	22
Partie 2. Protection et connaissance du territoire	
Chapitre 5. Protection du territoire	29
5.1 Protection des sites et des paysages.....	29
5.2 Protection des monuments et de leurs abords.....	33
5.3 Protection de l'environnement et de la biodiversité.....	35
5.4 Autres réglementations.....	40
Chapitre 6. Connaissance du territoire	41
6.1 Connaissance des sites et paysages.....	41
6.2 Connaissance du patrimoine - Inventaire général du patrimoine culturel.....	42
6.3 Connaissance de l'environnement et de la biodiversité.....	43
6.4 Labels	44
Partie 3. Dispositifs de protection contre les instabilités rocheuses et leur adaptation aux contraintes paysagères	
Liste des fiches descriptives	49
Plan-type d'une fiche descriptive	51
Parade passive	
BA1 Merlon.....	53
BA2 Boîte rigide de cailloux (gabions).....	59
EC1 Barrière fixe de grillage ou de filet.....	63
EC2 Écran pare-blocs	67
FR1 Piège à cailloux	73

DE1	Grillage et filet pendus.....	77
DE2	Grillage et filet déflecteurs (avec avaloir).....	81
DE3	Casquette ou galerie pare-blocs	85
Parade active		
SM1	Purge	89
SM2	Reprofilage et abattage	91
SC1	Soutènement	95
SC2	Ancrage	101
SC3	Béton projeté	105
SC4	Grillage et filet plaqués.....	109
DR1	Drainage	113
Parade passive/active		
DI1	Végétalisation - Boisement.....	117
Partie 4. Exemples de traitements de falaises et d'intégration paysagère		
Présentation des études de cas		125
Cas1	Salles-la-Source (Aveyron).....	127
Cas2	Île de la Réunion, falaises surplombant la RN 1, actuelle route du littoral.....	133
Cas3	La Roque-Gageac, fort troglodyte (Dordogne).....	139
Cas4	Les Eyzies-de-Tayac-Sireuil (Dordogne).....	145
Cas5	Falaise de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes).....	153
Cas6	Villefranche-de-Conflent, falaises surplombant la RN 116 (Pyrénées Orientales).....	157
Cas7	Saint-Antonin-Noble-Val, Roc Deymié (Tarn-et-Garonne).....	163
Cas8	Rivière-sur-Tarn (Aveyron).....	167
Cas9	Salles-la-Source, lieu-dit Laroque (Aveyron).....	173
Cas10	Gorges de la Bourne, RD 531 (Isère, Drôme)	175
Annexes		
Références		181
Glossaire		183
Abréviations.....		187
Liste des figures.....		189
Fiche bibliographique		193
Publication data form.....		194

Introduction

Le paysage est un ensemble complexe issu de la perception de facteurs naturels, patrimoniaux, géographiques et culturels. Il évolue au fil du temps et est perçu différemment par chacun. Que son organisation soit remarquable ou non, sa protection et son intégration doivent être prises en compte dans le cadre global du projet de protection contre la chute de matériaux rocheux. Il ne peut être banalisé.

Le paysage peut aussi bien être constitué d'un patrimoine anthropique (monuments historiques, sécurisation de falaises, etc.), d'une forêt, d'une falaise, d'un éperon rocheux ou bien de tout autre élément structurant. Mais les constituants rocheux, avec le temps, se dégradent et peuvent entraîner une mise en péril des biens et des personnes.

Dans le cas d'un risque avéré lié aux instabilités rocheuses, la mise en œuvre des ouvrages de protection¹ s'avère bien souvent nécessaire. Ces parades rocheuses permettent de préserver et protéger un ou plusieurs enjeux définis par les études. Elles déstructurent et modifient le paysage. Leur impact visuel évolue au cours de la vie de l'ouvrage et des saisons, il dépend également du point d'observation, de la fréquentation du site et des perceptions individuelle et collective.

Par ailleurs, les ouvrages de protection peuvent être considérés comme faisant partie du patrimoine ; on parle alors d'ouvrage d'art. Leur intégration se fait par valorisation et mise en évidence.

Le choix des parades à mettre en œuvre nécessite une vision d'ensemble tout en conservant l'objectif principal et initial de sécurisation. Les possibilités sont multiples et vont de l'intégration de la parade jusqu'à la suppression de l'aléa voire, pour certains cas, de l'enjeu.

Pour intégrer la parade dans un site, certaines méthodes et choix simples sont à considérer et à comparer afin de déterminer la meilleure solution vis-à-vis du paysage. La prise en compte de l'aléa rocheux et des parades peut faire l'objet d'un projet d'aménagement paysager et de prescriptions intégrant à la fois les enjeux du site et les techniques de confortement. Cette intégration est abordée de manière secondaire dans des mises en sécurité dites d'urgence lorsque l'aléa est qualifié d'imminent.

Le présent guide technique propose une approche méthodologique en vue de l'intégration paysagère des ouvrages de protection contre les chutes de matériaux rocheux. Cette démarche reste encore à ce jour peu mise en application, notamment lors des différents travaux de sécurisation d'un site contre l'aléa rocheux. Ce guide précise les adaptations techniques à mettre en œuvre dans le cas de sites protégés ou à fort caractère patrimonial et pour lesquels les parades rocheuses ne peuvent être appliquées telles quelles, sans générer certains impacts visuels.

1. Appelés également parades rocheuses ou dispositifs de protection par la suite.

L'intérêt de cette approche est de mettre en parallèle technique de confortement et prise en compte du patrimoine paysager et architectural, et ceci, sans compromettre la sécurité des biens et des personnes. Cette approche ne pourra être rendue possible que grâce au travail conjoint de paysagistes et de géologues réunis au sein d'une équipe projet.

La **convention européenne du paysage de Florence** (2000), ratifiée par la France en 2006, définit le terme de paysage qui « *désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations.* » Il fait donc partie intégrante d'un patrimoine culturel et naturel commun et contribue à l'épanouissement de l'être humain en lui apportant une certaine qualité de vie. C'est une représentation partagée d'un lieu (espaces naturels, ruraux, urbains ou périurbains) vécue et ressentie par la population. Aucune servitude ne découle de cette convention mais elle engage les parties présentes « *à promouvoir (à) la formation de spécialistes de la connaissance et de l'intervention sur les paysages* ». De plus, soucieux de parvenir à un développement durable, l'aménagement du paysage (remarquable, du quotidien ou dégradé) implique des droits et des responsabilités. Cette convention souhaite ainsi instituer un instrument nouveau consacré à la protection, à la gestion et à l'aménagement de tous les paysages européens. Cette politique de paysage doit permettre d'intégrer le paysage dans les politiques d'aménagement du territoire ainsi que dans toutes celles qui ont un effet direct ou indirect sur lui et de sensibiliser toutes personnes à la valeur du paysage.

La première partie du guide présente les principes de l'intégration des protections rocheuses dans le paysage et dans le milieu ainsi que les démarches utiles pour aboutir à un projet d'aménagement du territoire conciliant technique et paysage. La constitution de l'équipe projet nécessaire à la bonne marche du projet est détaillée. Puis les dispositifs de protection et de connaissance des sites et des paysages sont énoncés. Les principales parades contre l'aléa rocheux sont enfin évoquées.

La deuxième partie du guide complète ces informations avec la présentation détaillée des différents classements ou labels qui protègent sites, paysages et patrimoine, ainsi que les services et partenaires qui sont impliqués dans l'application des dispositifs de protection.

En troisième partie du guide, la démarche d'intégration de la parade dans le paysage est abordée à l'aide de fiches techniques qui reprennent, pour chacune des parades, les impacts paysagers et un ensemble de préconisations pouvant les atténuer.

En quatrième partie du guide, des études de cas sont documentées afin d'éclairer sur les éléments et les réflexions qui ont guidé les préconisations en matière d'intégration paysagère du dispositif de protection contre l'aléa rocheux.

Un glossaire et une liste des abréviations utilisées dans le guide sont proposés en annexe, ainsi qu'une liste de sites internet et d'ouvrages auxquels le lecteur pourra se référer pour plus d'informations.

Partie 1.
**Principes de l'intégration paysagère
des parades rocheuses**

Chapitre 1. La problématique de l'intégration paysagère

Comme tout projet d'aménagement ou d'équipement, la mise en œuvre d'ouvrages de protection contre les chutes de blocs modifie plus ou moins fortement les perceptions paysagères du territoire concerné. Cette modification peut être d'autant plus ressentie qu'il est fait appel à des parades multiples créant un sentiment de désordre sur le site. De fait, il est nécessaire, au même titre que la question environnementale, de s'interroger sur une optimisation possible d'intégration des parades.

Il ne s'agit pas obligatoirement de chercher à les masquer ou les effacer dans le paysage mais plutôt, de les optimiser dans leur forme et leur composition (coupures, décalages, accompagnement minéral ou végétal, teinte, etc.) et d'en assumer l'existence, voire dans certains cas, de les mettre en valeur (couleurs ou textures spécifiques). Il n'y a pas de règles établies pour cela et c'est plutôt au regard du contexte et des enjeux locaux que la réponse peut être formalisée.

L'intégration paysagère des ouvrages contre les chutes de matériaux rocheux est totalement légitime dans le cas de projets envisagés au sein ou à proximité de périmètres protégés au titre des paysages, des sites ou du patrimoine, dans la mesure où il peut exister un impact visuel direct ou une covisibilité induisant une modification plus ou moins forte de la perception du site considéré. Il s'agit donc bien, dans le cadre d'une étude de protection contre les chutes de blocs, d'évaluer l'impact des parades sur la perception du territoire et de proposer les mesures propres à les rendre acceptables. Les solutions techniques ne sont pas univoques et peuvent souvent être retravaillées et complétées.

1.1 Démarche préventive

Un projet en vue de la réduction de l'aléa rocheux s'insère dans une démarche d'aménagement du territoire. À ce titre, la gestion du risque et les ouvrages à mettre en œuvre doivent prendre en compte le caractère spécifique de chaque site, *i.e.* le paysage et le milieu. Le paysage constitue un élément englobant dans la mesure où il est la résultante de l'organisation et de la composition d'éléments diversifiés du territoire, intégrant des éléments de géographie, de nature et de culture au travers de l'œuvre humaine (occupation du sol, bâti). Ce paysage, quelles que soient ses qualités intrinsèques, est bien évidemment évolutif à la fois au travers de ses composantes mais aussi au travers du regard qu'on lui porte (à l'image de l'intérêt encore récent pour le patrimoine industriel autrefois nié). C'est ainsi que se développent des paysages à caractère patrimonial et d'autres plus banals, mais pas forcément sans intérêt. L'absence de prise en compte de paysages vernaculaires conduit hélas trop souvent à les abandonner et à les banaliser. La présence et la confrontation, dès l'origine, des spécialistes en risque rocheux et en paysage sont indispensables à une conception raisonnée d'un projet.

Le projet de prévention peut être issu d'une réflexion générale sur un territoire visant à planifier la gestion du risque ou être mené à la suite d'un éboulement ou d'une catastrophe d'origine naturelle. À ce titre, il est utile de préciser la notion de travaux d'urgence, cas

pour lesquels l'aspect paysager pourra être pris en compte secondairement pour des raisons sécuritaires.

Dans les situations où l'aléa est avéré et connu et qu'il y a une nécessité de recourir pour la prévention à des travaux de protection anticipés, il est utile d'avoir recours à des professionnels d'autres domaines que l'ingénierie géotechnique. Ceci prend un caractère obligatoire sur les sites bénéficiant d'une reconnaissance (labellisation) ou d'une protection (classement), et devient une démarche volontaire dans tout autre projet intervenant sur un territoire « ordinaire ».

1.2 Travaux d'urgence

La notion de travail d'urgence est définie comme étant limitée à la sécurisation d'un site sur lequel un éboulement est survenu. Elle vise à assurer la sécurité des lieux visités par les équipes de secours (pompiers, forces de l'ordre, gestionnaires de réseaux, etc.) et, si possible, à rétablir les fonctionnalités de la zone pour un usage normal. Cette intervention ne dépasse pas quelques jours.

Les travaux d'urgence sont imposés par une analyse des aléas résiduels dans les premiers jours suivant l'éboulement ou également, lors d'un risque imminent. Après cette phase paroxystique, une étude est ensuite lancée afin d'évaluer les confortations à effectuer. Si l'urgence est encore avérée, mais à une échéance moins immédiate, une implication forte des différents services (préfecture, Dreal, UDAP) doit permettre de définir rapidement une stratégie intégrant ou non un parti paysager.

Lors d'un risque imminent ou suite à un éboulement, le paysage n'est généralement pas pris en compte dans les projets de sécurisation du site. Toutefois, le traitement de la falaise mis en place rapidement peut être temporaire. Il est généralement suivi d'une étude qui propose un traitement pérenne. À ce stade, l'étude des différentes solutions de confortements peut faire l'objet d'un projet intégré avec une analyse par un paysagiste ou un architecte au même titre qu'une démarche préventive. Le UDAP peut être contacté pour avis ou conseil lors de ce projet et si possible, plus tôt, lors de la décision de mise en œuvre de sécurisation du site.

La notion d'urgence est strictement limitée dans le temps et ne doit pas couvrir le recours à des procédures accélérées pour limiter la prise en compte du paysage.

Chapitre 2. Démarches et partenaires

Pour élaborer un projet de protection contre l'aléa rocheux dans un site quel qu'il soit, mais plus spécifiquement dans un espace protégé au titre du paysage, du patrimoine et/ou de la biodiversité, le maître d'ouvrage doit s'entourer de partenaires et réaliser certaines démarches pour monter un « dossier d'intégration paysagère » après avoir vérifié le statut du site.

Chaque site est différent puisqu'il intègre un élément de paysage spécifique du lieu où il se trouve. Le dossier d'intégration paysagère sera fonction de la nature de ce territoire. Les démarches incluent un premier socle commun (classement ou non du site, demande d'autorisation, pièces à fournir, dossier à monter) et se différencient ensuite selon l'ampleur du projet et le statut de l'espace concerné.

Dans la démarche de mise en sécurité vis-à-vis de l'aléa rocheux et du choix technique de l'intégration paysagère des dispositifs, la sécurité des personnes reste la priorité.

Il faut préciser que la prise en compte du paysage peut conduire à privilégier une méthode plutôt qu'une autre, mais qu'elle représente un surcoût en général faible au regard de l'ensemble du projet, notamment si elle s'y trouve intégrée dès le départ.

2.1 Démarche générale

Avant tous travaux, la prise en compte du paysage doit être un sujet d'échanges entre les personnes œuvrant sur le projet (à commencer par le maître d'ouvrage) visant à acquérir une meilleure connaissance du site et à prendre conscience des conséquences que l'aménagement peut avoir sur le paysage.

Lorsque cette prise en compte est jugée importante, un groupe de travail doit être constitué. Il est composé de paysagistes, d'écologues, de géologues-géotechniciens, d'architectes, etc.

Dans le cas des petits travaux, un groupe de travail n'est pas nécessaire. Il suffit d'avoir une bonne connaissance du territoire et, pour ce faire, ne pas négliger la possibilité d'impliquer le service compétent (Dreal, DDT, UDAP, CAUE, etc.) afin de trouver la meilleure façon de protéger et d'intégrer le paysage dans le projet.

Il faut signaler que lorsque le site n'est pas classé ou labellisé (tableau 3.1), les contraintes réglementaires en matière de protection du paysage sont inexistantes. Cependant, une telle démarche peut être suggérée au maître d'ouvrage dans le cadre d'une préservation de la qualité paysagère intrinsèque du site, telle que le suggère la convention du paysage.

Pour savoir si le site concerné par le projet est soumis à un classement ou à une servitude, il faut prendre contact avec la(les) mairie(s) du site concerné, la préfecture ou le bureau des hypothèques, consulter le document d'urbanisme local en vigueur (POS, PLU, etc.), le journal officiel ou le recueil des actes administratifs ou enfin, se rendre sur les sites internet de la Dreal, du CAUE ou les sites officiels des labels.

Pour établir les bases du dossier d'intégration paysagère, un groupe de travail, pouvant être mandaté par le gestionnaire d'un site ou un maître d'ouvrage, procèdera donc à un recensement et à une analyse qui mettra en évidence :

- le statut du site ;
- l'inventaire des servitudes ;
- la connaissance du site par une analyse paysagère ;
- les aléas et risques géologiques et les propositions de sécurisation.

La prise en compte du point de vue d'un paysagiste dès l'amont d'un projet permettra d'anticiper une intégration paysagère possible des dispositifs de confortement, ce qui aura aussi une influence sur les travaux à engager, sur leur coût et sur les spécifications du marché.

Dans le cadre de la gestion courante de l'aléa rocheux, le positionnement des dispositifs est le plus souvent contraint par les résultats de calcul. Les conséquences du projet sur le paysage (mur de soutènement, panneau de signalisation, etc.) ne sont pas systématiquement intégrées par le bureau d'étude géotechnique. Une approche conjointe de l'impact et des possibilités de réduction des impacts visuels doit se faire le plus en amont possible. Les fiches établies dans ce guide en partie 3 permettent de donner des indications à la fois aux « paysagistes » et aux « géotechniciens » sur les impacts que les dispositifs ont sur le paysage, et proposent des solutions techniquement éprouvées pour réduire ces impacts.

Il est utile de rappeler que le surcoût lié à l'intégration paysagère des dispositifs de confortement est faible par rapport au coût total du projet, dès lors qu'elle est intégrée dans les premières phases d'étude.

Dans les projets de grande ampleur ou dans les sites sensibles, une étude paysagère combinant une approche architecturale (en cas de construction d'ouvrage d'art de type soutènement ou galerie pare-blocs par exemple) peut être réalisée pour une meilleure intégration dans le paysage.

2.2 Constitution de l'équipe projet

L'organigramme ci-après (Figure 2.1) propose l'organisation possible d'une équipe projet au regard des enjeux avérés du territoire et des phases successives d'intervention. Il s'agit dans l'absolu de l'organisation pour un projet type. L'équipe est constituée à la suite d'un constat d'éboulement rocheux ou de la présence d'un risque débouchant sur la nécessité de mise en sécurité. Dans la première étape d'analyse, les enjeux sont définis et la proposition de faire intervenir ou non des spécialistes du paysage est envisagée, le maître d'ouvrage restant le décisionnaire final. Dans les rares hypothèses où il n'y aurait pas d'enjeux autres que la sécurisation du site, l'équipe projet ne sera constituée que de spécialistes en géologie / géotechnique.

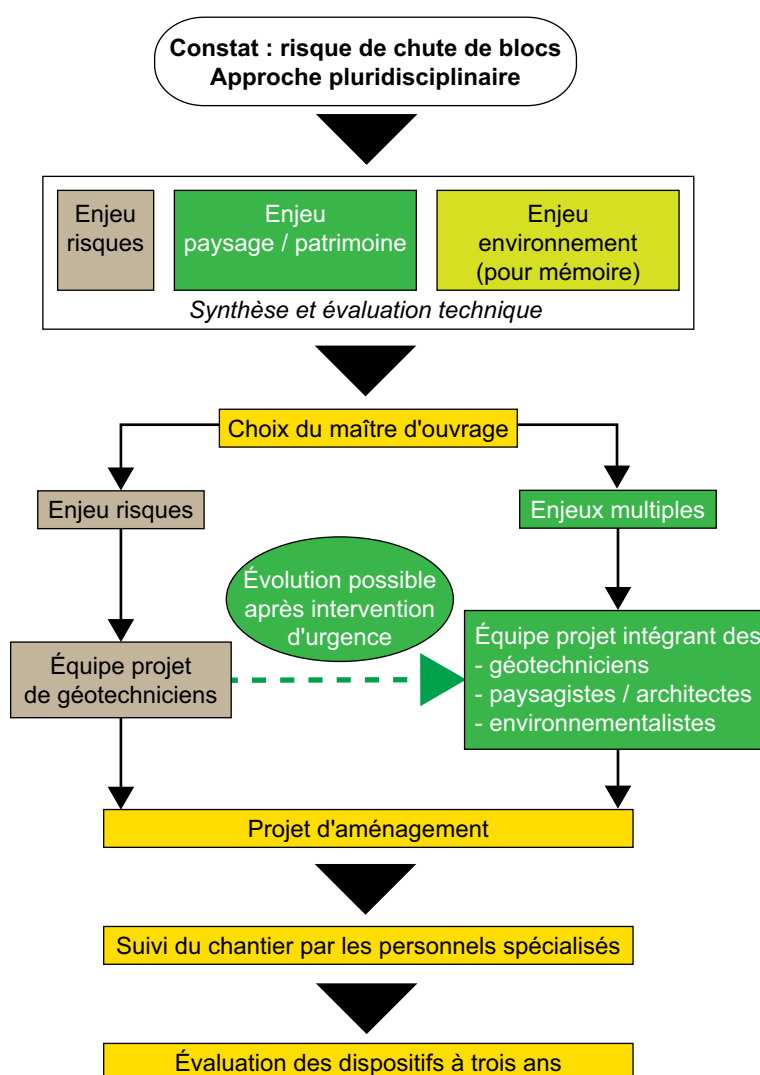
La partie « *enjeu environnement* » (biotopes de la faune et de la flore) est signalée dans cet organigramme pour information ; elle ne fait pas l'objet du présent guide mais cette notion doit être intégrée à l'équipe projet.

La protection des personnes et le traitement de l'aléa pour réduire la vulnérabilité du site se feront en concertation entre le maître d'ouvrage et le bureau d'étude géologique

et géotechnique. Ce dernier est en charge d'évaluer l'aléa rocheux, de proposer et de dimensionner un ou plusieurs dispositifs de sécurisation.

La protection de sites et de paysages est une décision concertée entre plusieurs acteurs, principalement un paysagiste et un écologue, qui dialoguent avec le maître d'ouvrage. Ces professionnels permettent de mettre en avant les éléments du paysage spécifiques au site afin d'assurer leur protection et leur préservation. Il facilite également l'intégration et/ou la réduction des impacts des projets sur ceux-ci.

Figure 2.1
Équipe projet - organisation pour un projet type



Source : Cerema

Dans le cadre des réflexions visant à la mise en œuvre de confortements rocheux et à leur intégration dans un site, plusieurs partenaires peuvent être contactés en fonction du statut du site et du maître d'ouvrage :

- un chef de projet, appartenant à la maîtrise d'œuvre ou d'ouvrage, qui organise la coordination des intervenants ;

- un géologue-géotechnicien spécialisé dans l'évaluation et la gestion de l'aléa rocheux ;
- un paysagiste (obligatoire en cas d'étude d'impact) dont le rôle peut être tenu par :
 - un paysagiste conseil de la DDT,
 - le UDAP peut fournir des conseils avec l'aide de l'ABF,
 - la DREAL bénéficie aussi de l'appui de paysagistes conseil, certains de ses agents (inspecteurs des sites, chargés de mission territoriaux) pouvant aussi apporter leur analyse,
 - le paysagiste d'un parc naturel régional si le projet intègre une partie de son territoire,
 - le conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE) conseille et informe les collectivités et les administrations publiques dans les domaines de la construction, du paysage, de l'environnement, mais aussi dans les démarches liées à l'acte de construire (contrats, réglementation de l'urbanisme, etc.),
 - les bureaux d'études privés spécialisés.
- un écologue évaluant les enjeux dans le cas de sites d'intérêt écologique ;
- un architecte spécialisé dans le patrimoine de type ABF (UDAP si le site est inscrit ou classé) ;
- le préfet ou son représentant ainsi que des personnes compétentes sur le sujet ;
- le maire, les riverains, les éventuels propriétaires de parcelles, etc.

2.3 Capitalisation des informations

2.3.1 Données géologiques et géotechniques

L'étude de mise en sécurité vis-à-vis de l'aléa rocheux a pour but de localiser les phénomènes rocheux, puis de les caractériser en tant qu'aléas. Ces phénomènes, croisés avec les enjeux présents, permettront de définir des risques.

Pour les aléas restant à traiter, des propositions de parades avec variantes pourront être présentées au coordinateur dans le cadre de l'étude et, en relation avec l'équipe projet, des aménagements visant à favoriser l'intégration dans le milieu naturel seront envisagés.

L'étude de confortement donne des informations sur la nature de l'aléa, les volumes concernés (intensité de l'aléa) et sur son mode de propagation. Le dispositif de confortement proposé est décrit dans l'étude et se trouve dimensionné en conséquence. Cela comprend les caractéristiques géométriques, les implantations ainsi que les caractéristiques mécaniques des dispositifs.

2.3.2 Données paysagères

L'intervention du paysagiste débute par une lecture et une analyse des différents éléments constitutifs du paysage (site – patrimoine bâti – milieu naturel) portant, entre autres, sur :

- l'approche locale qui recense les principales données réglementaires et patrimoniales (histoire, éléments de naturalité et de spatialité du lieu) ;
- la reconnaissance paysagère et l'analyse globale du paysage (unités, ensembles, composantes, perspectives, etc.) ;
- la recherche des enjeux de paysage pouvant interagir avec l'aménagement (covisibilité).

Une fois son constat établi, le paysagiste soumet à l'équipe projet, puis au maître d'ouvrage ses propositions pour une intégration paysagère optimale des parades contre les risques d'éboulements. Le parti peut être pris soit d'afficher clairement le dispositif de protection contre l'aléa rocheux ou bien de limiter sa visibilité et son impact. Le choix final se fait au regard des enjeux de paysage et également au regard des enjeux de sécurisation du site. Il faut connaître le paysage et le comprendre pour faire le choix le plus judicieux.

2.3.3 Autres données

Les autres intervenants dans l'équipe projet recensent les éléments qui peuvent également être intégrés dans la prise en compte des enjeux paysagers. Ainsi, à titre d'exemple, on pourra trouver :

- les caractéristiques locales du bâti ou des ouvrages patrimoniaux ;
- la protection de la faune et de la flore.

Chapitre 3. Réglementation et inventaire du territoire

En complément d'autres corpus législatifs, le présent guide répond au souci d'intégrer des ouvrages de protection contre les chutes de matériaux rocheux, souvent peu esthétiques, dans des sites ou des paysages nécessitant une certaine prise en compte.

3.1 Généralités sur les dispositifs de protection et de connaissance

Le territoire bénéficie, au travers de différentes formes de protection et de connaissance, d'un statut propre qui contribue à lui assurer une pérennité selon des prescriptions spécifiques plus ou moins contraignantes. De fait, une distinction doit être opérée entre ce qui est de l'ordre de la protection ou de la servitude et ce qui est plutôt de l'ordre de la connaissance ou de l'inventaire territorial. Au sein même de ces thématiques, il convient aussi de distinguer ce qui concerne spécifiquement les bâtiments et le patrimoine bâti de ce qui touche aux espaces paysagers urbains ou naturels ; les engagements prescriptifs en matière de protection, de préservation et de sauvegarde ne sont pas de même niveau et n'ont pas les mêmes conséquences.

En complément de la convention européenne du paysage de Florence, qui définit le terme de paysage, la France a développé un ensemble législatif intégrant cette préoccupation paysagère.

La loi « Paysage » n° 93-24 du 8 janvier 1993 sur la protection et la mise en valeur des paysages prescrit les grands principes en matière de protection du paysage, qu'il soit remarquable ou ordinaire. Elle doit aussi permettre une prise en compte des paysages dans leur dynamique, mais également permet de fixer les éléments de gestion pour les préserver :

- en intégrant le paysage dans les documents de planification territoriale (devenus ultérieurement SCOT et PLU) qui doivent comporter des analyses détaillées des paysages locaux, en précisant leur sensibilité, mais aussi les moyens de protection et de maîtrise de l'évolution des territoires ;
- en obligeant les projets d'aménagement foncier (PLU, SCOT, etc.) à développer une analyse des paysages et de préciser leurs effets sur ceux-ci ;
- enfin, le volet paysage du permis de construire a été formalisé pour introduire l'effet de la construction dans le paysage au moment de la réalisation de l'ouvrage, mais aussi sur son évolution dans le temps.

Par exemple, elle réglemente le fait que tous travaux, installations et aménagements qui affectent l'utilisation des sols et figurant sur une liste arrêtée par décret en Conseil d'État doivent être précédés de la délivrance d'un permis d'aménager.

La loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature et les décrets d'application, porte sur les impacts des projets tant sur les espaces naturels et les paysages que sur les équilibres biologiques, la protection des espèces animales ou végétales.

La loi du 31 décembre 1930 porte sur la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque et **la loi du 31 décembre 1913** porte sur les monuments historiques et précise la notion de site, paysage et de patrimoine au sens large.

Le tableau 3.1 recense les dispositifs de protection et de connaissance des sites, des paysages, du patrimoine et de la biodiversité. Certains de ces textes s'appliquent de manière obligatoire, d'autres sont des éléments portés à connaissance qui peuvent également être intégrés dans l'analyse des sites tout en constituant une contrainte moindre.

Tableau 3.1

Recensement des textes s'appliquant à la protection et à la connaissance des territoires














Dispositifs de protection et de connaissance	Logo	Dispositif réglementaire	Dispositif non réglementaire
Protection des sites et paysages			
Directives paysagères : loi du 8 janvier 1993 dite loi « <i>Barnier</i> »		Oui	
ZPPAUP : loi du 7 janvier 1983 (remplacé par le dispositif ci-dessous)		Oui	
AVAP : loi du 12 juillet 2010 dite « <i>Grenelle 2</i> »		Oui	
Sites classés et inscrits : loi du 2 mai 1930		Oui	
Secteurs sauvegardés : loi du 4 août 1962 dite loi « <i>Malraux</i> »		Oui	
Protection des monuments et de leurs abords			
Monuments historiques : loi du 31 décembre 1913		Oui	
Protection de l'environnement et de la biodiversité			
Natura 2000		Oui	
Arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB ou APB)		Oui	
Réserve biologique		Oui - Variable selon le type de réserve	
Réserve naturelle nationale		Oui - Variable selon le décret de classement	
Réserve naturelle régionale		Oui	
Espace naturel sensible		Oui	
Réserve naturelle (nationale ou régionale)		Oui	

Tableau 3.1 (suite)

Dispositifs de protection et de connaissance	Logo	Dispositif réglementaire	Dispositif non réglementaire
Protection de l'environnement et de la biodiversité			
Parcs nationaux de France		Oui	
Parcs naturels régionaux de France		Selon charte en vigueur	
Autres réglementations			
Espaces boisés classés (EBC), dans les documents d'urbanisme		Oui	
Forêt de protection		Oui	
Connaissance des sites et paysages			
Atlas de paysage			Oui
Observatoires photographiques du paysage			Oui
Plans de paysage			Oui
Charte paysagère			Oui
Connaissance du patrimoine			
Inventaire général du patrimoine culturel			Oui
Connaissance de l'environnement et de la biodiversité			
ZNIEFF			Oui
ZICO			Oui
Labels			
Opération Grand Site t Grand Site de France			Oui
Les plus beaux villages de France			Oui
Le Patrimoine européen			Oui
Patrimoine mondial de l'UNESCO			Oui

Ces dispositifs de protection et de connaissance sont détaillés dans la partie 2 du guide en précisant la nature, l'étendue et l'importance des mesures de protection de chaque dispositif.

3.2 Étude et notice d'impact

Une étude d'impact est réalisée si le projet d'aménagement contre les chutes de matériaux rocheux est d'un montant global d'investissement supérieur à 1,9 million d'euros (article R122-9 du code de l'environnement). En deçà, pour les « *travaux de défrichage et de premiers boisements soumis à autorisation et portant sur une superficie inférieure à 25 hectares, pour les ouvrages et équipements relatifs [...] à la restauration des terrains en montagne* », la réalisation d'une simple notice d'impact est requise.

Le cas des aménagements contre les chutes de matériaux rocheux n'est pas expressément identifié dans les textes, c'est le fait de l'importance des travaux qui peut conduire à la réalisation d'une étude d'impact. Elle est à la charge du maître d'ouvrage et fait partie des pièces du dossier d'enquête publique s'il y a lieu. L'étude d'impact comprend au minimum une description de l'état initial du site et de son environnement, une analyse des conséquences du projet sur le milieu naturel ainsi que sur le voisinage (bruits, odeurs, pollutions), les raisons pour lesquelles le projet a été retenu, en particulier du point de vue de l'environnement, et les mesures envisagées pour réduire ou supprimer les dommages du projet sur l'environnement. Elle peut aussi intégrer une série de variantes et les motifs pour lesquels la solution retenue est présentée. Elle peut être consultée sur demande auprès du MEEM et dans la préfecture concernée par le projet. Sa durée est variable, jusqu'à une année glissante.

Pour les petits projets à faible coût concernant de petites surfaces, il s'agira d'établir une notice d'impact dont le contenu est plus succinct : incidences éventuelles du projet sur l'environnement et conditions dans lesquelles l'opération projetée satisfait aux préoccupations d'environnement.

Dans le dossier d'enquête d'utilité publique, différentes pièces doivent être présentées dans le cas où l'opération est soumise à une décision d'autorisation ou d'approbation :

- une notice explicative : objet de l'enquête, principales caractéristiques de l'opération et, en l'absence d'étude d'impact, les motifs (notamment environnementaux) qui ont conduit le maître d'ouvrage à retenir le projet ;
- l'étude d'impact ou la notice d'impact lorsque l'une ou l'autre est requise ;
- le plan de situation de l'opération ;
- le plan général des travaux ;
- les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants ;
- l'appréciation sommaire des dépenses lorsque le maître de l'ouvrage est une personne publique (y compris le coût des acquisitions immobilières) ;
- la mention des textes qui régissent l'enquête publique en cause et l'indication de la façon dont cette enquête s'insère dans la procédure administrative relative à l'opération ;
- les avis émis par une autorité administrative sur le projet d'opération (uniquement lorsque ces avis sont rendus obligatoires par un texte législatif ou réglementaire).

Chapitre 4. Parades contre les instabilités rocheuses

Un risque rocheux se caractérise par la combinaison d'un aléa (probabilité de manifestation d'un phénomène donné) le plus souvent naturel et d'un enjeu (présence de biens, d'activités et/ou de personnes). La délimitation des zones exposées aux risques est fondée sur un critère de constructibilité et de sécurité.

4.1 Généralités sur les instabilités rocheuses

Plusieurs facteurs peuvent déstabiliser un versant rocheux et déclencher et/ou amplifier une rupture : les discontinuités, la gravité, les facteurs climatiques (gel/dégel, soleil, vent, précipitations, etc.), l'eau, les actions anthropiques (carrière, vibrations, etc.) et l'activité sismique. Cette rupture se produit lorsque la force motrice est supérieure à la force résistante (résistance de la roche, cisaillement le long des discontinuités, etc.). Elle dépend donc aussi de la morphologie du versant, des caractéristiques géomécaniques des matériaux et du comportement et de l'agencement des discontinuités.

Lors de l'étude géologique et géotechnique, l'intensité de l'aléa en jeu est souvent évaluée par la taille ou les volumes attendus (V) (tableau 4.1).

Tableau 4.1
Évaluation de l'intensité de l'aléa

Intensité de l'aléa évaluée en taille	Intensité de l'aléa évaluée en volume attendu
Les pierres	$V < 10 \text{ dm}^3$
Les blocs	$10 \text{ dm}^3 < V < 1 \text{ m}^3$
Les gros blocs ou masses	$1 < V < 10 \text{ m}^3$
Les éboulements en masse	$10 < V < 100 \text{ m}^3$
Les éboulements de très grande masse et de versant	Jusqu'à plusieurs centaines de milliers de mètres cubes

Les mécanismes de rupture du versant à l'origine du déclenchement de l'éboulement rocheux peuvent être de différentes natures :

- une dégradation superficielle (délitage, desquamation, etc.) ;
- un glissement plan ;
- un glissement de dièdre ;
- un glissement circulaire (rocher fracturé et altéré en surface) ;
- une rupture de surplomb ;
- un basculement ;
- une rupture de pied ;
- un fauchage ;
- un flambement ;
- un déchaussement de pierres ou de blocs dans une matrice meuble.

L'analyse de l'intensité de l'aléa est complétée par une évaluation de la probabilité d'apparition (ou occurrence) du phénomène attendu, ceci pour une période de référence donnée. L'étude géotechnique fournit une information supplémentaire sur le couple probabilité / délai relatif à l'apparition de l'aléa (tableaux 4.2 et 4.3).

Tableau 4.2
Évaluation de la probabilité d'apparition d'un aléa

Probabilité d'apparition d'un aléa	Interprétation possible
Très élevée	La non-réalisation de l'événement serait considérée comme exceptionnelle.
Élevée	La probabilité de réalisation de l'événement est plus élevée que la probabilité de non-réalisation.
Modérée	La probabilité de réalisation de l'événement est équivalente à la probabilité de non-réalisation.
Faible	La probabilité de non-réalisation de l'événement est plus élevée que la probabilité de réalisation.
Très faible	La réalisation de l'événement serait considérée comme exceptionnelle.

Tableau 4.3
Évaluation du délai d'apparition d'un aléa

Délai d'apparition d'un aléa	Interprétation possible
Imminent	Dans les semaines qui suivent
Très court terme	Dans les 2 ans
Court terme	Dans les 10 ans
Moyen terme	Dans les 30 ans
Long terme	Du-delà de 30 ans

L'enjeu est défini par la présence humaine, les biens ou activités, le patrimoine, etc., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel et d'en subir les préjudices ou les dommages.

Pour évaluer le risque, il s'agit de définir la probabilité d'occurrence, l'intensité de l'aléa (c'est-à-dire les masses en jeu), la hauteur du passage et l'énergie du bloc en mouvement exprimée en Joules (mégajoules, MJ, ou kilojoules, kJ). La détermination de l'énergie permet par la suite de définir et dimensionner la parade adéquate.

4.2 Généralités sur les parades contre les instabilités rocheuses

Dans le cadre d'une mise en sécurité vis-à-vis de l'aléa rocheux, quatre types de parades existent :

- les parades actives qui s'opposent à la manifestation du phénomène ;
- les parades passives qui maîtrisent les conséquences du phénomène une fois déclenché ;
- l'évitement du secteur à risque ou sa délocalisation ;

- la surveillance des affleurements rocheux ou falaises instables.

Ces deux dernières actions ne seront pas abordées ici puisqu'elles ne conduisent pas à une réflexion sur l'intégration paysagère. La solution d'évitement est néanmoins abordée dans les exemples présentés en partie 4.

Les différentes parades recensées dans le tableau 4.1 sont définies selon le guide des « Parades contre les instabilités rocheuses » (figure 4.1).











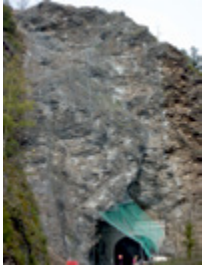




Figure 4.1
Couverture du guide LCPC de 2001



Source : LCPC

Dans chaque type de parade, plusieurs dispositifs permettent d'obtenir le même résultat. Mais chaque dispositif présente des limites techniques que seul le géotechnicien appréciera dans le cadre du choix de la solution proposée pour le site à conforter afin d'en préserver l'enjeu.

Tableau 4.4
Recensement des dispositifs de protection existants par catégories

Parades passives			Parades actives	
Barrages			Suppression de la masse	
<i>Merlon</i>	<i>Boîte rigide de cailloux (Gabions)</i>		<i>Purge</i>	<i>Reprofilage et abattage</i>
				
Écrans			Stabilisation / Confortement	
<i>Barrière fixe de grillage ou de filet</i>		<i>Écran pare-blocs</i>	<i>Soutènement</i>	<i>Béton projeté</i>
				
Fosses <i>Piège à cailloux</i>			<i>Ancrages</i>	<i>Grillage et filet plaqués</i>
				
Déviateurs			Drainage	
<i>Grillage et filet pendus</i>	<i>Grillage et filet défecteurs</i>	<i>Casquette et galerie pare-blocs</i>	<i>Drainage</i>	
				
Dissipateurs d'énergie Végétalisation – boisement			Dissipateurs d'énergie Végétalisation – boisement	

Chaque dispositif de protection contre les chutes de matériaux rocheux est décrit dans la partie 3 sous la forme de fiches techniques. Chaque fiche a été élaborée en énumérant les principales caractéristiques de l'ouvrage, l'impact paysager résultant de sa mise en œuvre, les méthodes possibles pour l'intégrer au mieux dans le paysage ainsi que les coûts et l'entretien que l'ouvrage nécessite. Les solutions techniques proposées, sans être exhaustives, permettront de discuter au sein de l'équipe projet du meilleur compromis possible pour le site considéré.

Partie 2.
Protection et connaissance
du territoire

Chapitre 5. Protection du territoire

5.1 Protection des sites et des paysages

L'énoncé des diverses formes de protection des sites et paysages constitue un inventaire non exhaustif des différentes contraintes juridiques ou administratives pouvant se rencontrer sur un territoire. Selon les cas, la prise en compte du paysage constitue une nécessité.

5.1.1 Directives paysagères : loi du 8 janvier 1993

Aux termes de la loi du 8 janvier 1993, dite loi « *Barnier* », « *sur des territoires remarquables par leur intérêt paysager, définis en concertation avec les collectivités territoriales concernées et lorsque lesdits territoires ne sont pas l'objet de prescriptions particulières prises en application de l'article L. 111-1-1 du code de l'urbanisme, l'État peut prendre des directives de protection et de mise en valeur des paysages* ».

Aujourd'hui, seules deux directives paysagères ont été publiées ; elles concernent les Alpilles (Bouches-du-Rhône) et le Mont Salève (Haute-Savoie).

5.1.2 ZPPAUP : loi du 7 janvier 1983²

Créées par la loi du 7 janvier 1983, les zones de protection du patrimoine architectural et urbain (ZPPAUP) ont vu leur intitulé complété par le terme paysager par la loi du 8 janvier 1993. Des ZPPAUP peuvent être instituées autour des monuments historiques et dans les quartiers, sites et espaces à protéger ou à mettre en valeur pour des motifs d'ordre esthétique, historique, culturel ou paysager (ce zonage se substitue aux anciens périmètres de protection des monuments historiques classés ou inscrits présents dans ce périmètre). Elles sont élaborées à l'initiative et sous la responsabilité de la commune, avec l'assistance de l'architecte des bâtiments de France. L'arrêté de création est pris par le maire après accord du préfet.

Cette zone d'ensemble crée une servitude annexée au document d'urbanisme (POS ou PLU). Elle s'impose de fait aux projets de construction et d'aménagement (voir code du patrimoine, articles L.642-1 à L.642-6).

Les autorisations de démolition ou déboisement sont soumises à autorisation spéciale par l'autorité compétente en matière d'urbanisme, après avis conforme de l'architecte des bâtiments de France.

5.1.3 AVAP : loi du 12 juillet 2010

Créées par la loi du 12 juillet 2010, dite « *Grenelle 2* », les aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP) ont vocation à se substituer aux anciennes ZPPAUP. De même portée que ces zones et avec à peu près les mêmes considérations en matière d'initiative (collectivités locales compétentes en matière d'urbanisme), l'évolution vient d'une plus grande prise en compte de l'environnement lors de l'élaboration de la protection. Il doit y avoir une prise en compte dans le plan local

2. Réglementation relative aux ZPPAUP remplacées par les AVAP dans la loi Grenelle 2

d'urbanisme (code du patrimoine L642-1). En cas d'incompatibilité, le PLU doit être mis en compatibilité (code du patrimoine L642-3).

L'AVAP constitue au même titre que les ZPPAUP une servitude d'utilité publique.

La création d'AVAP, en lieu et place des ZPPAUP, est destinée à simplifier les procédures d'instruction de travaux portant sur des bâtiments inclus dans ce zonage mais non soumis à la réglementation des bâtiments classés (code du patrimoine L642-6). Ce dispositif est censé réduire les délais administratifs tout en renforçant une cohérence entre les différentes réglementations et politiques. Si ce sont les administrations régionales (Dreal, Drac) qui sont consultées lors de la création d'une AVAP, l'instruction se fait à un échelon local au travers de l'ABF qui n'a qu'un mois de délai pour rendre son avis. Au-delà, l'avis est réputé favorable. En cas d'avis défavorable, l'autorité compétente a la possibilité de faire instruire ce dossier par le préfet de région qui lui aussi ne dispose alors que d'un mois. Là encore, en l'absence de réponse à la saisine, l'avis est réputé favorable. Le seul cas où l'instruction par le ministre chargé des monuments historiques peut être portée à 4 mois concerne les dossiers d'un intérêt national.

L'article L642-8 du code du patrimoine précise par ailleurs que les ZPPAUP sont amenées à être transformées en AVAP au plus tard dans les 5 ans qui suivent l'entrée en vigueur de la loi.

5.1.4 Démarches spécifiques aux ZPPAUP et AVAP

Les travaux de construction, de démolition, de déboisement, de transformation et de modification de l'aspect des immeubles sont soumis à autorisation spéciale, accordée par l'autorité administrative compétente en matière de permis de construire après avis conforme de l'ABF. Le permis de construire et les autres autorisations d'utilisation du sol prévues par le code de l'urbanisme en tiennent lieu sous réserve de cet avis conforme, s'ils sont revêtus du visa de l'ABF. En cas de désaccord soit du maire ou de l'autorité administrative compétente pour délivrer le permis de construire, soit du pétitionnaire, avec l'avis émis par l'ABF, le représentant de l'État dans la région émet, après avis de la section de la commission régionale du patrimoine et des sites, un avis qui se substitue à celui de l'ABF. Le recours du pétitionnaire s'exerce à l'occasion du refus d'autorisation de travaux. Les délais de saisine du préfet de région et ceux impartis à la section de la commission régionale du patrimoine et des sites et au préfet de région pour statuer sont fixés par décret en conseil d'État. Le ministre compétent peut évoquer tout dossier dont l'ABF ou le représentant de l'État dans la région est saisi. Dans la collectivité territoriale de Corse, les compétences dévolues au préfet de région sont exercées par le préfet de Corse.

5.1.5 Sites classés et inscrits : loi du 2 mai 1930



Cette identification recouvre les monuments naturels et les sites dont la conservation ou la préservation présente un intérêt général, que ce soit pour des motifs artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque.

Le classement constitue une protection renforcée qui interdit tous travaux tendant à modifier l'aspect du site. Le classement est à l'initiative de l'administration d'État avec avis de la commission départementale de la nature, du paysage et des sites (CDNPS). Il intervient sous la forme d'un arrêté du ministre ou d'un décret en conseil d'État qui est publié au journal officiel. Les activités qui n'ont pas d'impact durable sur le site peuvent

continuer à s'exercer librement (agriculture, pêche, etc.). Les propriétaires restent seuls responsables de l'entretien de leur bien.

Toute modification de monuments naturels est interdite sauf autorisation spéciale du préfet, après avis de l'Inspecteur des sites, et éventuellement de la CDNPS dans le cas de demandes de permis de construire ou d'autorisation de travaux, y compris sur les clôtures. Dans les autres cas, l'autorisation spéciale est de la responsabilité du ministre en charge des sites, après avis de la commission supérieure des sites, perspectives et paysages (CSSPP).

L'inscription concerne des sites méritant d'être protégés mais d'un intérêt ne méritant pas classement. Ce peut être aussi une mesure conservatoire prise dans l'attente d'un classement ou d'une inscription au sein d'une ZPPAUP / AVAP ou pour la protection d'un patrimoine rural sous pression foncière. L'inscription sur les listes départementales est de la responsabilité de la CDNPS, à la demande d'une administration, d'une collectivité, d'un particulier ou d'une association.

La délimitation d'un site inscrit vaut servitude et est inscrite comme telle dans le document d'urbanisme local (POS ou PLU).

Sur les terrains inscrits, les propriétaires ne peuvent entreprendre que des travaux d'entretien courant, que ce soit pour les terrains bâtis ou non bâtis. Une déclaration de travaux pour les clôtures, les travaux d'aménagements et les constructions est obligatoire. Elle doit être adressée au préfet qui prend l'avis de l'ABF pouvant proposer des adaptations. L'administration ne peut s'opposer aux travaux que par un classement du site.

La liste des sites classés ou inscrits est consultable sur le site internet des Dreal, des DDT ou DDTM selon les régions. La description, à jour, des sites est aussi disponible sur le site du ministère de l'écologie.

5.1.6 Secteurs sauvegardés : loi du 4 août 1962

Selon les termes de la loi du 4 août 1962, dite loi « *Malraux* », un secteur sauvegardé concerne « *un secteur présentant un caractère historique, esthétique ou de nature à justifier la conservation, la restauration et la mise en valeur de tout ou partie d'un ensemble d'immeubles* ». Ce principe de protection visait à protéger les quartiers anciens des centres urbains qui pouvaient faire l'objet de rénovations urbaines. L'objectif de ces secteurs sauvegardés était bien de conserver leur attrait historique, tout en permettant leur évolution harmonieuse en lien avec les pratiques urbaines contemporaines. Ce dispositif est de la compétence de l'État et le classement intervient par décret du premier ministre.

Toutes les autorisations sont soumises à l'ABF pour avis conforme. Cet avis concerne toutes les autorisations d'urbanisme, permis de construire (y compris déclarations de travaux), de lotir, de démolir, d'installation et travaux divers, de coupe et d'abattage d'arbres, de camping ou stationnement de caravanes.

Le développement du dispositif des ZPPAUP, et maintenant des AVAP, marginalise ce dispositif (relativement lourd) qui concerne cependant en 2009 encore plus de 100 secteurs en France.

5.1.7 Démarches spécifiques aux sites : loi du 2 mai 1930

Sites classés

Une instance de classement interdit la modification du site pendant un an, à partir du moment où le propriétaire est avisé du projet de classement, sauf autorisation spéciale et sous réserve de l'exploitation courante des fonds ruraux et de l'entretien normal des constructions (un site classé génère une protection renforcée par rapport à un site inscrit). Cette autorisation ne doit pas avoir pour conséquence le déclassement du site.

Sauf autorisation spéciale, il est interdit de réaliser tous travaux tendant à modifier l'aspect du site (destruction, modification de leur état ou de leur aspect). Les travaux concernant l'entretien, la restauration, la mise en valeur du site sont autorisés. Avant la demande d'autorisation spéciale, il est recommandé de prendre contact avec le maire et les services de l'État chargés de la gestion des sites classés : l'inspecteur des sites concernés à la Dreal et l'ABF ou son représentant au STAP. Ces différentes personnes donnent des conseils tant à la conception du projet (contraintes, interdictions, prescriptions, etc.) qu'à la constitution du dossier. Le dossier doit contenir toutes les pièces utiles à la compréhension du projet et à l'évaluation de son incidence sur le site :

- situation du projet par rapport au site (sur des extraits de cartes au 1/25 000 et de plans cadastraux) ;
- photographies des lieux et de l'environnement immédiat ;
- plans et illustrations du projet ;
- description des modifications qui seront apportées à l'état du site ;
- évaluation de l'impact sur le site. Pour les travaux soumis à permis de construire ou de démolir, le dossier comprendra le formulaire Cerfa³ dûment complété et le volet paysager prévu par les articles L. 421-2 et R. 421-2 du Code de l'urbanisme. Pour les sites bénéficiant d'une charte ou d'un document d'orientation de gestion, le pétitionnaire appréciera la cohérence de son projet avec les prescriptions ou recommandations qui y sont énoncées.

Il est envoyé par le pétitionnaire ou le service instructeur (DDT, etc.) à la préfecture, à la Dreal.

Les autorisations spéciales sont délivrées par le préfet du département (après l'avis de l'ABF, de la Dreal et de la CDNPS si nécessaire) pour les ouvrages référencés dans les articles R. 421-2 à R. 421-8, pour les constructions, travaux ou ouvrages soumis à déclaration préalable (articles R. 421-9 à R. 421-12, R. 421-17 et R. 421-23 du code de l'urbanisme) et pour l'aspect de l'édification ou de la modification de clôtures. Pour les autres cas (par exemple : démolition, mise en exploitation de carrière, lignes électriques ou téléphoniques aériennes, etc.), la classification est effectuée par le ministre chargé des sites (après consultation de la CDNPS – non requis s'il évoque le dossier – et si besoin de la commission supérieure des sites, perspectives et paysages). À noter cependant que l'article R. 421-3 du code de l'urbanisme permet d'exempter les murs de soutènement et tous ouvrages d'infrastructure terrestre, maritime ou fluviale tels que les voies, ponts, infrastructures portuaires ou aéroportuaires.

3. Il s'agit d'un imprimé officiel dont le modèle est fixé par arrêté. L'appellation provient du nom de l'organisme public chargé d'éditer ces formulaires administratifs.

Lorsque le dossier est important, l'autorisation est généralement ministérielle avec un avis de la Dreal, de l'inspecteur des sites et de la CDNPS.

L'autorisation spéciale est délivrée ou non selon les critères suivants : la compatibilité du projet avec les objectifs du classement du site, l'impact du projet sur le site, les précédents et en particulier les décisions déjà prononcées, les éléments de doctrine énoncés sur la gestion des sites et les mesures d'accompagnement destinées à améliorer ou à restaurer l'état originel du site.

Si le site est situé à l'extérieur des espaces urbanisés du cœur d'un parc national et que les travaux nécessitent une autorisation spéciale (articles L. 331-4 et L. 331-14 (I), du code de l'environnement : délimitation et liste des travaux pouvant faire l'objet d'autorisation spéciale dans le décret de création d'un parc national), celle-ci est faite par le directeur de l'établissement public du parc national ou par le préfet, après avis de l'inspecteur des sites et s'il le juge utile de la CDNPS. Pour les travaux qui ne figurent pas dans cette liste, ils peuvent être autorisés après avis du comité interministériel des parcs nationaux et du conseil national de la protection de la nature.

Sites inscrits

Tous travaux susceptibles d'affecter le site doivent être déclarés au préalable au préfet quatre mois à l'avance. Suite à cette déclaration, le préfet recueille l'avis simple de l'inspecteur des sites sur le projet souhaité. Si un permis de construire est nécessaire, il ne sera délivré qu'après avis de l'inspecteur des sites. Si aucune réponse n'est fournie dans un délai d'un mois, l'avis est considéré comme favorable. Pour le permis de démolir, l'avis de l'inspecteur des sites doit être conforme, par délégation du Ministre chargé des sites. La demande de ce permis (ainsi que pour celui de démolir) tient lieu de déclaration préalable. Si un de ces deux permis (permis de construire et de démolir) ou une déclaration ou demande d'exécution de travaux est requis, leurs demandes équivalent à la déclaration préalable. Les sites inscrits en fonction de leurs enjeux diagnostiqués dans l'étude paysagère peuvent éventuellement accepter des aménagements et une évolution de l'urbanisation, sous réserve de vérifications des impacts et de la mise en place de dispositions d'encadrement appropriées.

Une déclaration préalable est un dossier à retirer à la mairie. Avant de le compléter, il est important d'avoir bien défini le projet de construction. Le délai d'instruction est d'un mois. Au-delà de ce mois, si aucune réponse n'est donnée, la décision sera considérée comme favorable ou non opposable à déclaration préalable. Si le délai d'instruction est révisé en fonction du projet, l'information sera communiquée dans le mois du dépôt du dossier à la mairie. Si l'avis de l'inspecteur des sites est requis, le délai sera de deux mois. Lorsque l'autorisation est acquise, un affichage sur le terrain des renseignements sur les travaux (panneau rectangulaire de côtés supérieurs à 80 cm) doit être placé afin d'assurer une visibilité sur la voie publique pendant toute la durée du chantier.

5.2 Protection des monuments et de leurs abords⁴

Le patrimoine bâti bénéficie de protections spécifiques en vue du maintien de l'intégrité de l'ouvrage. Les abords du patrimoine bâti sont à considérer car les travaux sur cet espace périphérique sont conditionnés au respect du monument.

4. Voir le site Monumentum qui géoréférence et précise le statut des monuments dans les différents départements (<http://www.monumentum.fr/departements.html>)

5.2.1 Monuments historiques : loi du 31 décembre 1913



Il existe deux niveaux de protection correspondant à deux catégories d'édifices :

- Ceux « dont la conservation présente, du point de vue de l'histoire ou de l'art un intérêt public » et qui peuvent de ce fait être classés en totalité ou partie par décision du ministre en charge de la culture, après avis de la commission supérieure des monuments historiques (CSMH).
- Ceux qui « sans justifier une demande de classement immédiat au titre des monuments historiques, présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation ». Ils peuvent être inscrits sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques (ISMH) par arrêté du Préfet de région, après avis de la commission régionale du patrimoine et des sites (CRPS).

La procédure est initiée par les directions régionales des affaires culturelles (Drac) et instruite à la suite d'un recensement ou d'une demande du propriétaire ou d'un tiers y ayant intérêt (collectivités locales, associations, etc.).

Concernant les abords des monuments historiques, dès qu'un édifice a fait l'objet d'une procédure de classement ou d'inscription au titre des monuments historiques, celle-ci entraîne une servitude de protection de ses abords. Elle concerne alors tous les immeubles nus ou bâtis situés dans un rayon de 500 mètres et dans le champ de visibilité du monument, c'est-à-dire visibles depuis le monument ou en même temps que lui.

La servitude entraîne l'obligation d'obtenir l'avis conforme de l'ABF pour tout projet susceptible de modifier l'aspect extérieur des abords d'un monument historique (transformation, construction nouvelle, démolition, déboisement).

Cette servitude est suspendue lorsque le monument est inclus dans le périmètre d'une ZPPAUP / AVAP. La liste des monuments classés et inscrits est généralement consultable sur le site de l'UDAP local, voire sur le site de la Drac ou de la Dreal.

5.2.2 Démarches spécifiques aux monuments historiques

Les travaux de protection concernent, en général, les abords et non le bâti lui-même. Cependant, un aléa peut conduire à proposer la déconstruction d'un monument des catégories énumérées ci-après.

Monuments historiques classés

Une autorisation du préfet de région est obligatoire pour toute modification, destruction ou déplacement même partiel. Le ministre peut se substituer au préfet et peut décider d'évoquer le dossier à la demande du propriétaire du monument, de l'administration ou d'un tiers. La direction régionale des affaires culturelles (Drac) instruit le dossier.

Les travaux autorisés se réalisent sous le contrôle scientifique et technique des services de l'État chargés des monuments historiques.

Monuments historiques inscrits

Aucune modification du monument ne peut être réalisée sans avoir avisé l'autorité administrative quatre mois auparavant de la nature des travaux souhaités. Les travaux sont réalisés sous un contrôle scientifique et technique des services de l'État chargés des monuments historiques. L'autorité administrative est autorisée à subventionner, dans la limite de 40 % de la dépense effective, les travaux d'entretien et de réparation que nécessite la conservation des immeubles ou parties d'immeubles inscrits au titre des monuments historiques.

Les permis de construire et de démolir sont imposés pour des travaux ou démolitions sur les bâtiments énumérés dans les articles L. 421-1 à L. 421-8 et R. 421-1 à R. 421-29 du code de l'urbanisme. Ils sont délivrés après l'avis de l'autorité administrative chargée des monuments historiques. Le permis de démolir est remis par le maire avec avis du préfet de région.

Abords des monuments historiques classés et inscrits

Aucune construction nouvelle, démolition, transformation ou modification ni aucun déboisement qui puisse affecter l'aspect du monument ne peut être envisagé sans une autorisation préalable. En outre, le permis de construire, de démolir, d'aménager ou l'absence d'opposition à déclaration préalable tient lieu de l'autorisation si l'ABF a donné son accord.

Si un permis de construire, de démolir, d'aménager ou une déclaration préalable est nécessaire, leur délivrance se fait après l'accord de l'autorité administrative chargée des monuments historiques. De plus, les travaux sans permis, mais qui sont susceptibles d'affecter la bonne conservation du monument, ne peuvent être réalisés sans l'autorisation de l'autorité administrative chargée des monuments historiques, après avis conforme de l'ABF. Si le préfet, dans un délai de 40 jours suite au dépôt du dossier, n'a pas notifié sa réponse aux intéressés, un recours administratif peut être fait. Si un désaccord intervient au niveau de la délivrance d'un permis, le représentant de l'État dans la région émet, après consultation de la section de la commission régionale du patrimoine et des sites, un avis qui se substitue à celui de l'ABF. Si le ministre chargé de la culture évoque un dossier saisi soit par l'ABF, soit par le représentant de l'État dans la région, la décision pour accorder un permis ne peut être faite qu'avec son accord.

5.3 Protection de l'environnement et de la biodiversité

Ne sont repris ci-dessous que les mesures réglementaires et de gestion des espaces naturels pouvant nécessiter une attention spécifique, en lien avec des enjeux identifiés préalablement au projet de sécurisation.

5.3.1 Sites Natura 2000



Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen de sites écologiques, basé sur la directive « habitats » de 1992. Ils comprennent d'une part les zones spéciales de conservation (ZSC) (au titre de la directive « habitats ») et d'autre part les zones de protection spéciales (ZPS) (au titre de la directive « oiseaux »).

Les ZSC sont des sites maritimes et terrestres comprenant des habitats naturels ou des habitats d'espèces de faune et de flore sauvages (liste fixée par arrêté du ministre en charge de l'environnement) dont la rareté, la vulnérabilité ou la spécificité justifie la désignation de telles zones.

Les ZPS sont des sites maritimes et terrestres appropriés à la survie et à la reproduction d'espèces d'oiseaux sauvages (liste arrêtée par le ministre en charge de l'environnement) ou qui servent d'aires de reproduction, d'hivernage ou de zones relais à des espèces d'oiseaux migrateurs.

Pour ces territoires, il s'agit de conserver ou rétablir un état favorable au maintien de leurs caractéristiques naturelles (milieux, habitats, espèces, etc.). Il s'agit aussi d'éviter la détérioration des habitats et les perturbations de nature à affecter de façon significative les milieux et espèces.

Un document d'objectifs (Docob), lorsqu'il existe, définit les orientations, les mesures de gestion et de conservation des habitats et espèces. Il est porté par un animateur qui a en charge le suivi de la gestion de la zone considérée.

Les programmes ou projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à un régime d'autorisation ou d'approbation administrative, dont la réalisation peut affecter de façon notable un site Natura 2000, font l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site, y compris si l'intervention se situe à l'extérieur du périmètre mais dans un environnement proche.

5.3.2 Arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB ou APB)

Un arrêté de biotope délimite une aire protégée à caractère réglementaire et à durée limitée, nécessaire à l'alimentation, à la reproduction, au repos et à la survie d'espèces protégées (ex. : mares, marécages, bosquets, formations naturelles peu exploitées par l'Homme, lieu artificiel s'il est indispensable à la survie d'une espèce comme combles d'églises ou carrières, etc.). Cet arrêté a pour objectif de prévenir la préservation de ces biotopes⁵.

Pour protéger les milieux, l'arrêté préfectoral précise les mesures destinées à les protéger et les activités soumises à autorisation. Les interdictions sont modulées selon les sites, des dérogations peuvent être obtenues pour l'entretien ou la gestion du biotope. Ces zones ne constituent pas des servitudes d'utilité publique mais plutôt des servitudes d'entretien et de maintien des milieux.

5.3.3 Réserve biologique

Leur espace d'application concerne les forêts relevant du régime forestier et gérées par l'ONF. On distingue la réserve biologique domaniale et la réserve biologique forestière (en fonction de la propriété foncière). Dans les réserves biologiques dirigées, on assure la gestion conservatoire des habitats naturels. Dans les réserves biologiques intégrales, il s'agit de laisser libre cours à la dynamique spontanée des habitats, en vue d'observation et du développement de la biodiversité associée. Les réserves biologiques sont créées en durée illimitée après validation du conseil national de protection de la nature (CNP).

5. Voir la liste actualisée des arrêtés de protection de biotopes sur le site : <http://www.conservation-nature.fr>

Dans les réserves biologiques intégrales, toutes les opérations sylvicoles sont interdites. Seules des opérations de sécurisation d'itinéraires longeant ou traversant la réserve peuvent être autorisées. Dans les autres types de réserves, il s'agit d'adapter les opérations d'entretien aux objectifs de conservation de la biodiversité.

5.3.4 Réserve naturelle nationale



Ce type de réserve concerne tout ou partie d'un territoire dont la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière et qu'il est nécessaire de protéger de toute intervention artificielle. Elle intègre des espèces et des habitats protégés.

Cette réserve est instituée par décret ministériel ou décret en conseil d'État, selon l'accord ou pas des propriétaires.

En fonction des termes du décret de classement, un certain nombre d'actions ou d'usages peuvent être réglementés ou interdits, comme l'exécution de travaux. Ces mesures sont variables selon les réserves et doivent être justifiées pour la préservation des espèces. Les territoires classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou leur aspect. Ces réserves peuvent s'accompagner de périmètres de protection sur lesquels les mêmes règles de gestion peuvent s'appliquer.

En 2015, il existait 166 réserves naturelles nationales, couvrant plus de 2,7 millions d'hectares⁶.

5.3.5 Réserve naturelle régionale



Cette réserve concerne une partie de territoire dont la conservation de la faune, de la flore, du patrimoine géologique ou paléontologique ou, en général, du milieu naturel présente une importance particulière. Ces réserves peuvent intégrer les anciennes réserves naturelles volontaires (supprimées par la loi du 27/02/2002). Elles contribuent à la protection de ZNIEFF, à la préservation d'habitats communautaires, de zones humides, etc.

Elles sont créées par délibération du conseil régional ou, à défaut, par décret en conseil d'État (en cas de désaccord des propriétaires).

Le classement peut soumettre à un régime particulier ou interdire un certain nombre d'activités ou d'usages dont les travaux de construction et d'installations diverses, l'exécution de travaux, les actions pouvant porter atteinte à l'intégrité de la faune ou de la flore de la réserve. La réglementation de ce type de réserve doit tenir compte des activités traditionnelles existantes. Ces réserves peuvent s'accompagner de périmètres de protection sur lesquels les mêmes règles de gestion peuvent s'appliquer.

En 2015, il existait 138 réserves naturelles régionales couvrant plus de 33 000 hectares⁷.

6. www.reserves-naturelles.org

7. www.reserves-naturelles.org

5.3.6 Espace naturel sensible



La politique des espaces naturels sensibles est placée sous la responsabilité des conseils départementaux. Elle contribue à la préservation de la qualité des sites et paysages mais aussi à la protection d'espaces naturels ou d'espaces d'expansion de crues. C'est aussi un moyen de développer des espaces récréatifs, de promenade, de randonnée, de sports de nature. Cette acquisition par une collectivité s'accompagne généralement d'une ouverture au public. Ces espaces à protéger doivent en principe être menacés en raison d'une pression urbaine ou d'un développement d'activités et posséder une richesse biologique avérée.

Ces terrains publics, acquis en vue d'une préservation de leurs caractéristiques, bénéficient généralement d'aménagements sommaires permettant leur ouverture au public.

5.3.7 Démarches spécifiques aux réserves naturelles nationales ou régionales

L'acte de classement peut impliquer certaines restrictions (par exemple, interdire l'exécution de travaux publics ou privés). À partir du jour où l'autorité administrative compétente notifie au propriétaire intéressé son intention de constituer une réserve naturelle, aucune modification ne peut être apportée à l'état des lieux ou à leur aspect pendant un délai de quinze mois, sauf autorisation spéciale de cette autorité et sous réserve de l'exploitation des fonds ruraux selon les pratiques antérieures. Ce délai peut être renouvelable une fois par décision du président du conseil régional ou arrêté préfectoral, à condition que les premières consultations ou l'enquête publique aient commencé. Lorsque la notification a été effectuée en Corse par le président du conseil exécutif, le délai est renouvelable aux mêmes conditions par décision du conseil exécutif.

Aucune destruction ni modification de l'état ou de l'aspect de la réserve naturelle n'est possible, sauf autorisation spéciale du conseil régional pour les réserves naturelles régionales, ou du représentant de l'État pour les réserves naturelles nationales. En Corse, l'autorisation relève de l'assemblée de Corse lorsque la collectivité territoriale a pris la décision de classement. Les modalités d'autorisation sont fixées dans un décret en conseil d'État.

Les demandes d'autorisations spéciales sont à envoyer pour les réserves naturelles nationales au préfet accompagnées des documents suivants : une note précisant l'objet, les motifs et l'étendue de l'opération, un plan de situation détaillé, un plan général des ouvrages à exécuter ou des zones affectées par les modifications et une notice d'impact permettant d'apprécier les conséquences de l'opération sur le territoire protégé et son environnement. L'étude d'impact imposée au titre d'une autre réglementation peut tenir lieu de notice d'impact. Le préfet se prononce sous un délai de 3 mois, après avis du ou des conseils municipaux intéressés, du conseil scientifique régional du patrimoine naturel et de la CDNPS. Passé ce délai, la décision est considérée favorable.

Pour les réserves naturelles régionales, la demande d'autorisation de modification de l'état ou de l'aspect d'une réserve naturelle est à adresser au président du conseil régional avec les mêmes documents que pour la demande d'autorisation dans les réserves naturelles nationales. Il se prononce après avoir recueilli l'avis du ou des conseils municipaux intéressés et du conseil scientifique régional du patrimoine naturel.

Les propriétaires ou gestionnaires peuvent réaliser les travaux susceptibles de modifier l'état ou l'aspect de la réserve après déclaration au préfet lorsque ceux-ci sont prévus dans un document de gestion qui les décrit de façon détaillée et évalue leur impact, et que ce document a fait l'objet d'une approbation par le préfet.

5.3.8 Démarches spécifiques aux parcs nationaux

Contraintes dans l'espace d'un parc national en métropole



Les travaux ou aménagements projetés dans un parc national et pouvant affecter les espaces terrestres ou maritimes du parc sont précédés d'une étude d'impact ou soumis à une autorisation ; ils ne peuvent être autorisés ou approuvés que sur avis conforme de

l'établissement public du parc émis après consultation de son conseil scientifique. Les travaux qui ne font pas l'objet d'autorisation spéciale peuvent être autorisés après avis du comité interministériel des parcs nationaux et du conseil national de la protection de la nature.

Contraintes dans le cœur d'un parc national en métropole

La réglementation et la charte du parc peuvent comporter des règles particulières applicables aux aménagements (travaux, construction, installation). Par exemple, dans cet espace, les activités industrielles et minières sont interdites.

Hors espaces urbanisés, les travaux (à l'exception des travaux d'entretien normal, pour les équipements d'intérêt général et de grosses réparations), les constructions et les installations sont interdits, sauf autorisation spéciale de l'établissement public du parc délivrée après avis de son conseil scientifique ou, sur délégation, du président de ce dernier. Pour les espaces urbanisés, ces mêmes aménagements sont soumis à l'autorisation spéciale de l'autorité administrative après avis de l'établissement public du parc. Quand une autorisation d'urbanisme est nécessaire, elle tient lieu d'autorisation spéciale et doit être conforme.

Dans les espaces maritimes, les travaux et installations sont interdits (à l'exception de la pose de câbles sous-marins et des travaux nécessités par les impératifs de la défense nationale), sauf autorisation spéciale de l'établissement public du parc. Lorsqu'une activité est susceptible d'altérer de façon notable ce milieu, l'autorisation à laquelle elle est soumise est délivrée sur avis conforme de l'établissement public du parc national pris après consultation de son conseil scientifique, à l'exception des activités répondant aux besoins de la défense nationale, de l'ordre public, de la sécurité maritime et de la lutte contre la pollution.

Les demandes d'autorisation (hors urbanisme) sont adressées aux établissements publics du parc. L'absence de réponse du directeur de l'établissement public dans un délai de trois mois à compter de la réception de la demande d'autorisation équivaut à un refus. Ce délai passe à cinq mois si les aménagements diffèrent de ceux mentionnés ci-dessus, à savoir : travaux, constructions, installations, enfouissement des lignes et réseaux.

Contraintes dans un parc national en départements d'outre-mer

Les mêmes contraintes qu'en métropole s'appliquent si le cœur du parc a une surface supérieure au quart de la surface totale du département, pour les constructions et

installations indispensables à l’approvisionnement en eau et en énergie géothermique, ainsi que pour des installations ou constructions légères à usage touristique et les activités, travaux, constructions ou installations d’intérêt général, lorsque des contraintes techniques ou topographiques rendent techniquement ou financièrement inacceptable une autre localisation.

Les travaux ou aménagements projetés dans le parc pouvant affecter le cœur du parc national et qui sont précédés d’une étude d’impact ou soumis à une autorisation ne peuvent être autorisés ou approuvés que sur avis conforme de l’établissement public du parc émis après consultation de son conseil scientifique. L’établissement public du parc est consulté pour avis pour travaux ou aménagements projetés dans l’aire d’adhésion du parc.

Pour la Guyane, une procédure spécifique s’applique.

5.3.9 Démarches spécifiques aux parcs naturels régionaux



Les contraintes et démarches sont explicitées dans la charte du parc naturel régional.

5.4 Autres réglementations

5.4.1 Espaces boisés classés (EBC)

Les espaces boisés classés ont pour objectif la protection ou la création de boisements ou d’espaces verts en milieu urbain ou péri-urbain. Cela concerne les bois, forêts et parcs, qu’ils relèvent ou non du régime forestier, qu’ils soient enclos ou non et attenants ou non à des habitations. Ce classement peut également s’appliquer à des arbres isolés, des haies ou réseaux de haies, des plantations d’alignements. Ils sont de la responsabilité des collectivités dotées d’un document d’urbanisme.

Le classement en espaces boisés empêche les changements d’affectation ou les modes d’occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements. Le défrichage est interdit. La délivrance de l’autorisation de coupe ou d’abattage d’arbres est de la compétence du maire lorsqu’il existe un plan local d’urbanisme (ou POS) approuvé, ou du préfet dans les autres cas.

5.4.2 Forêt de protection

Une forêt de protection peut concerner tout espace boisé qu’il soit public ou privé, pour peu qu’il ait une action de maintien des terres sur les montagnes et sur les pentes, qu’il assure une défense contre les avalanches ou les érosions. Ce type de forêt fait l’objet d’un décret en conseil d’État.

Le classement en forêt de protection interdit tout changement d’affectation ou tout mode d’occupation du sol de nature à compromettre sa conservation.

Chapitre 6. Connaissance du territoire

6.1 Connaissance des sites et paysages

Les différents documents de connaissance des paysages constituent une source d'information souvent essentielle. Sans portée juridique en termes de prescription technique, ils contribuent cependant à formaliser les enjeux du territoire et plus spécifiquement du paysage.

6.1.1 Atlas de paysage

Les atlas de paysages visent à identifier, qualifier et caractériser tous les paysages d'un territoire, des plus remarquables aux plus dégradés. L'atlas de paysage rend compte de la singularité de chacun des paysages qui composent un territoire, de la façon dont il est perçu, a été façonné et évolue, et des enjeux qui y sont associés.

Ils sont un préalable indispensable à la définition des politiques du paysage.

Les atlas de paysages recomposent les informations sur les formes du territoire en identifiant les composantes du paysage (unités et structures paysagères des atlas), les perceptions et représentations sociales (indicateurs sociaux d'évolution du paysage) ainsi que les dynamiques pour constituer un *état des lieux* des paysages approprié par tous les acteurs du paysage.

Pour tenir compte des évolutions permanentes des paysages, les atlas sont actualisés régulièrement⁸. En 2015, 65 atlas sont publiés couvrant près de 90 % du territoire.

6.1.2 Observatoires photographiques du paysage

Les observatoires photographiques ont pour objectif de constituer un fonds de séries photographiques permettant d'analyser les mécanismes et les facteurs de transformations des espaces ainsi que les rôles des différents acteurs qui en sont la cause de façon à orienter favorablement l'évolution du paysage.

Pour cela, les services de l'État ou les collectivités territoriales créent, sur un territoire donné et avec l'aide d'un photographe professionnel, un itinéraire photographique. Cet itinéraire va être photographié dans le temps afin de constituer des séries qui mettent en évidence les évolutions du paysage, même mineures.

En 2015, 20 itinéraires de l'observatoire photographique national du paysage et une soixantaine d'observatoires photographiques du paysage « locaux » sont recensés⁹.

6.1.3 Plans de paysage

Les plans de paysage expriment un projet de territoire et correspondent aux objectifs de qualité paysagère définis par la convention européenne du paysage. Les paysagistes sont les maîtres d'œuvre de ces plans de paysage, qui permettent à un ensemble de

8. www.developpement-durable.gouv.fr/atlas-de-paysages.html

9. www.developpement-durable.gouv.fr/observatoires-photographiques-du.html

communes et de collectivités d'assurer une meilleure cohérence entre leurs décisions de protection, de gestion et d'aménagement sur un paysage donné¹⁰.

Ces documents n'ont pas de valeur réglementaire et constituent simplement des éléments contractuels d'orientations de politiques locales d'aménagement, en lien avec les SCOT.

6.1.4 Charte paysagère

La charte paysagère est un outil d'aide à la décision qui prend la forme d'un contrat moral entre différents acteurs d'un territoire. Elle contractualise le programme d'action issu du plan de paysage.

La charte définit un certain nombre d'actions propres à mettre en valeur le paysage, sur un territoire qui peut dépasser les découpages administratifs, avec des clefs de répartition des moyens et des financements.

Concernant spécifiquement la charte d'un parc naturel régional (PNR), c'est un outil d'aménagement et de développement qui s'impose aux communes du parc¹¹. Elle n'a pas en conséquence le même statut que les plans, chartes ou contrats de paysage, qui restent des démarches en dehors du champ réglementaire.

6.2 Connaissance du patrimoine - Inventaire général du patrimoine culturel

Tous les éléments à caractère patrimonial ne bénéficient pas forcément d'une protection. Certains sont juste identifiés au travers de listes, constituées généralement par les collectivités locales. Ces listes peuvent avoir un caractère officiel ou non.

Fondé en 1964 par André Malraux et inscrit dans la loi n°2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales, l'inventaire général du patrimoine culturel « *recense, étudie et fait connaître les éléments du patrimoine qui présentent un intérêt culturel, historique ou scientifique* » (art.95, I).

Le champ d'investigation ainsi défini est vaste et embrasse, de fait, l'ensemble des biens créés de main d'homme sur la totalité du territoire national : architecture et urbanisme, objets et mobilier, qu'ils soient publics ou privés, sur une période allant du 5^e siècle à 30 ans avant la date de l'enquête.

L'inventaire est une recherche de terrain qui observe, analyse et décrit les œuvres *in situ* en s'appuyant sur les sources d'archives et la bibliographie disponibles. Aussi, chaque opération d'inventaire procède-t-elle par aire d'étude, fraction du territoire national qui sera explorée systématiquement, soit en s'attachant à toutes les composantes du patrimoine (opération topographique), soit à une seule de ses composantes (opération thématique).

L'inventaire général est une entreprise documentaire qui n'entraîne aucune contrainte juridique ou réglementaire : les résultats des opérations, mis en forme selon des normes qui les rendent comparables, consultables et utilisables par tous, ont vocation à enrichir la connaissance d'un patrimoine commun pour décider ensemble de son avenir.

10. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-paysages-.html>

11. La charte des PNR est régie par l'article 2 de la loi « Paysages » n° 93-24 du 8 janvier 1993

6.3 Connaissance de l'environnement et de la biodiversité

Les zonages d'inventaire naturaliste n'ont, à priori, aucune portée juridique contraignante. Cependant, l'identification, au travers de ces zonages, d'espèces et d'habitats constitue une information importante dans la qualification de la richesse biologique d'un lieu. Ces zones ne peuvent être ignorées et elles permettent souvent de préciser les enjeux naturalistes.

6.3.1 ZNIEFF



Les zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique concernent l'ensemble du territoire national, qu'il soit terrestre, fluvial ou marin, lorsqu'elles présentent un intérêt sur le plan écologique et une richesse des écosystèmes qui les constituent.

Elles sont établies à partir d'un inventaire scientifique des richesses écologiques. C'est la base de l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN), validée par le muséum national d'histoire naturelle.

On distingue deux types de ZNIEFF :

- secteur de type I, d'une superficie généralement limitée, caractérisé par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques ;
- secteur de type II, grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Cet inventaire constitue un outil de connaissance sur la richesse biologique d'un espace, mais n'est pas un instrument de protection réglementaire. Il doit engager le porteur de projet à réaliser des études approfondies quant à l'impact potentiel de son aménagement.

6.3.2 ZICO



Dès les années 1980, la France a initié un inventaire scientifique des zones importantes pour la conservation des oiseaux sur son territoire afin de mettre en œuvre la directive « oiseaux » du 2 avril 1979. Cet inventaire, basé sur la présence d'espèces d'intérêt communautaire répondant à des critères numériques précis, a été réalisé par la ligue pour la protection des oiseaux (LPO) et le muséum national d'histoire naturelle (MNHN) pour le compte du ministère chargé de l'environnement, avec l'aide des groupes ornithologiques régionaux.

Publié en 1994, cet inventaire a identifié 285 zones couvrant une superficie totale d'environ 4,7 millions d'hectares, dont 4,4 millions d'hectares de superficie terrestre, soit 8,1 % de la superficie du territoire national. Dans les ZICO, la surveillance et le suivi des espèces constituent un objectif primordial.

Cet inventaire constitue l'inventaire scientifique préliminaire à la désignation des zones de protection spéciale (ZPS).

6.4 Labels

Sans caractère réglementaire contraignant, ces labels n'en constituent pas moins une reconnaissance sociale d'une certaine qualité des espaces considérés et de fait, d'une nécessaire attention en cas de travaux.

6.4.1 Opération Grand Site et Grand Site de France



Un Grand Site est un territoire remarquable pour ses qualités paysagères, naturelles et culturelles, et dont la qualité patrimoniale est reconnue d'intérêt national par le classement d'une partie significative du territoire, au titre de la loi de 1930. Du fait de sa notoriété, il accueille un large public et nécessite une démarche de gestion durable et de valorisation, concertée pour en conserver la valeur et l'attrait.

La distinction sous le label « Grand Site de France » constitue une étape ultérieure, un prolongement à la reconnaissance du Grand Site, venant reconnaître ainsi la qualité de gestion du site par les collectivités territoriales.

La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, a donné un fondement juridique à ce label, désormais inscrit dans le Code de l'environnement (article L. 341-15-1)

On recense 14 GSF et 26 OGS à la date de juin 2015.

La surface totale des grands sites recouvre actuellement 600 000 hectares, dont seulement la moitié bénéficie d'une protection par classement.

6.4.2 Les plus beaux villages de France



Créée en 1982, l'association « les plus beaux villages de France » s'est donnée pour mission de promouvoir les arguments touristiques de petites communes rurales riches d'un patrimoine de qualité. Afin d'asseoir la crédibilité et la légitimité du label qu'elle décerne sur la foi d'une enquête rigoureuse, cette association s'est imposée des critères de sélection draconiens que l'on retrouve dans une charte de qualité¹².

Le choix d'une politique de préservation du paysage doit se concrétiser dans le PLU en limitant les constructions et en empêchant toute installation portant atteinte à l'esthétique d'ensemble du village.

6.4.3 Patrimoine européen



Le label du patrimoine européen existe en tant qu'initiative intergouvernementale facultative à laquelle participent 17 États membres de l'UE et la Suisse. Cette appellation a été accordée à 64 sites depuis 2006.

Ce label vise à mettre en valeur les sites historiques européens qui « symbolisent l'intégration, les idéaux et l'histoire européenne ».

12. www.les-plus-beaux-villages-de-france.org

6.4.4 Patrimoine mondial de l'Unesco



L'inscription d'un bien sur la liste du patrimoine mondial n'entraîne pas d'effets directs, ni en termes de contraintes juridiques autres que celles prévues par la législation nationale, ni en termes d'aide financière.

La protection et la gestion des biens sont au cœur des préoccupations de la Convention du patrimoine mondial. Selon les « *orientations devant guider la mise en œuvre de la convention du patrimoine mondial* », les objectifs de protection et de gestions des biens sont « *d'assurer que la valeur universelle exceptionnelle, les conditions d'intégrité et/ou d'authenticité définies lors de l'inscription soient maintenues ou améliorées à l'avenir* ». Progressivement, les États parties ont forgé une expérience commune qui a conduit à définir des recommandations plus précises en matière de gestion de biens et à mettre en place un système de suivi par le comité du patrimoine mondial¹³.

En France, 41 biens sont inscrits sur la liste du patrimoine mondial en 2015 et 37 autres sont soumis à la liste indicative.

Les contraintes pour ces sites sont les mêmes que celles pour les sites naturels classés. Toute modification importante des sites pouvant influencer sur son caractère universel exceptionnel (culturel ou naturel) doit être présentée auprès du comité du patrimoine mondial (comité intergouvernemental composé des États parties à la convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel). Pour les sites inscrits sur la liste de patrimoines naturels en péril, il existe certaines procédures pour obtenir une aide de l'Unesco.

La commission nationale pour l'éducation, la science et la culture, placée auprès du ministre des affaires étrangères, joue un rôle consultatif auprès du gouvernement pour les questions relevant de l'Unesco.

13. Liste des sites français inscrits au titre du patrimoine mondial : whc.unesco.org/fr/etatsparties/fr

Partie 3.
Dispositifs de protection
contre les instabilités rocheuses
et leur adaptation
aux contraintes paysagères

Liste des fiches descriptives

Les 16 fiches descriptives présentent d'une part, les principes de mise en œuvre techniques pour chaque type de parade contre les instabilités rocheuses et d'autre part, les impacts paysagers de ces parades ainsi qu'un ensemble de préconisations pouvant atténuer ces impacts, avec pour objectif de fournir des éléments de réflexion aux équipes projets.

L'objectif est de proposer aux maîtres d'ouvrages des parades rocheuses techniquement fiables, remplissant leur rôle de mise en sécurité d'un site, mais également intégrées dans leur environnement afin d'en assurer la pérennité et une intégration paysagère optimale.

■ Parade passive

Barrages

BA1 - Merlon

BA2 - Boite rigide de cailloux (Gabions)

Écrans

EC1 - Barrière fixe de grillage ou de filet

EC2 - Ecran pare-blocs

Fosses de réception

FR1 - Piège à cailloux

Déviateurs

DE1 - Grillage et filet pendus

DE2 - Grillage et filet déflecteurs (avec avaloir)

DE3 - Casquette ou galerie pare-blocs

■ Parade active

Suppression de la masse

SM1 - Purge

SM2 - Reprofilage et abattage

Stabilisation / Confortement

SC1 - Soutènement

SC2 - Ancrage

SC3 - Béton projeté

SC4 - Grillage et filet plaques

Drainage

DR1 - Drainage

■ **Parade passive/active**

Dissipateurs

DI1 - Végétalisation - Boisement

Plan-type d'une fiche descriptive

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Il s'agit de mettre en évidence les travaux et besoins que nécessite la mise en œuvre de la parade. En effet, chaque ouvrage a ses spécificités de conception qui vont influencer le choix du type de solutions. Elles peuvent impliquer la préparation du terrain avant la mise en place de la parade, la délimitation de zones pour le stockage, le dépôt ou encore des zones d'extraction de matériaux.

■ Travaux connexes

Les travaux connexes à la parade mise en œuvre en phase chantier nécessitent également une attention en termes d'aménagement et d'intégration paysagère. Leurs diverses caractéristiques et leurs utilités dans le temps seront définies dans ce paragraphe.

■ Impacts paysagers

L'implantation d'une parade rocheuse peut laisser une empreinte, même mineure, dans le paysage. Son impact doit dans tous les cas être anticipé, il peut être analysé à plusieurs niveaux :

- temporaire pendant la phase travaux et la remise en état du site ;
- permanent (perception visuelle de l'ouvrage) ;
- évolutif (vieillesse de l'ouvrage, fréquentation du site, saison) ;
- stable et durable.

Dans les éléments présentés, on s'attardera plus précisément sur l'impact paysager de l'ouvrage après travaux (au terme d'un à deux ans). Dans un premier temps, c'est l'impact de l'ouvrage sur la morphologie globale du site (contraste milieu naturel/ ouvrage, implantation) qui sera abordé. En effet, une parade est perçue différemment dans le paysage selon l'emplacement d'où elle est vue et le contexte dans lequel elle va s'inscrire. Dans un second temps, c'est l'impact visuel selon que l'observateur se trouve proche ou éloigné de la protection prise individuellement qui sera évalué.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

L'intégration paysagère d'un ouvrage doit débuter bien avant les travaux, c'est-à-dire, lors de la phase projet (conception intégrée). Un paysagiste doit être impliqué dans cette démarche pour donner son avis sur l'implantation des parades et sur l'intégration paysagère adéquate pour le site. Son conseil étant non obligatoire pour certains projets, une liste non exhaustive de méthodes ou techniques pouvant être utilisées pour chaque parade rocheuse est établie. Cette liste-type diffère selon le lieu où le projet est implanté : prairie, bois ou milieu péri-urbain. Un choix peut ensuite être fait parmi ces possibilités.

Dans tous les cas, les adaptations liées à l'intégration paysagère ne doivent pas nuire à la pérennité de l'ouvrage et à son bon fonctionnement.

■ **Entretien, pérennité**

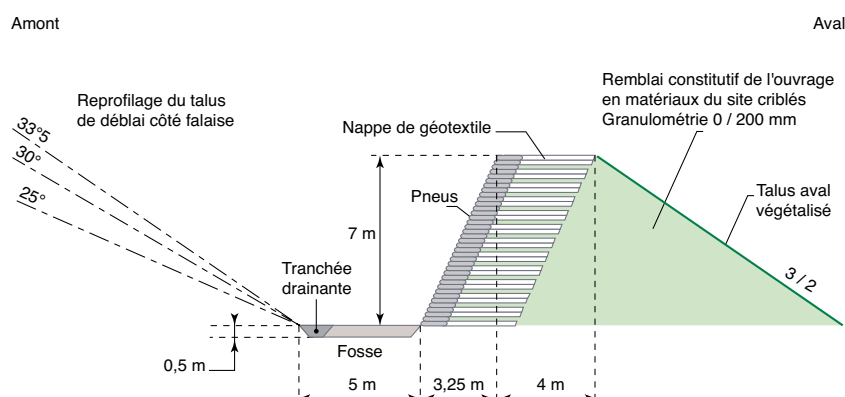
Une parade doit être entretenue. Ici, il ne sera pas traité de l'entretien de ces parades (LCPC, 2001), mais de l'entretien que nécessitent l'ouvrage et ses équipements connexes quant à l'intégration paysagère. En effet, la pérennité des solutions proposées, afin de réduire l'impact paysager des ouvrages, peut être dépendante de son entretien.

■ **Éléments de surcoût**

L'intégration paysagère d'une parade dans un site peut impliquer un surcoût. C'est une contrainte technique éventuelle supplémentaire et de fait un élément de surcoût au projet. Ce paragraphe ciblera les principaux postes de surcoût et fournira un ordre de grandeur pour la mise en œuvre de l'ouvrage en incluant fourniture et pose.

Le merlon est un ouvrage massif en terre surélevé, il nécessite une surface au sol importante et est situé à l'amont de la structure à protéger (figure BA1.1). Il intercepte les blocs ou masses de grande dimension se propageant dans un versant avec des énergies très importantes (supérieures à 5 MJ).

Figure BA1.1
Merlon



Source : extrait du guide technique – Parades contre les instabilités rocheuses

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Mise en œuvre pour des grandes énergies d'interception (supérieures à 5 MJ).

Perpendiculaire à la direction des blocs, ou plus rare, oblique dans le cas d'un usage en déviateur ou guide de trajectoires de propagation.

Terrassement : reprofilage important du terrain avec déboisement et défrichage.

Drainage.

Levée de terre avec réutilisation possible des matériaux en place ou en pneusol, géotextile, terre armée, gabions, etc.

Parement amont à forte pente (65° minimum) réalisé souvent en sol renforcé, en gabions ou en enrochements.

Dimensions importantes.

■ Travaux connexes

Pistes d'accès en phase travaux.

Zones de stockage et de prélèvements des matériaux.

Collecteur des eaux de ruissellements superficiels et en sortie de drain.

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Destruction localisée de la végétation au niveau de l'emprise des travaux (ouvrage et accès), et dans les secteurs d'emprunts.

Surface au sol importante.

Fermeture du paysage à l'intérieur de l'ouvrage (piège à blocs) par enrichissement ou reboisement (cas d'ouvrages de dimensions importantes où la circulation piétonne n'est pas interdite côté piège à blocs, face amont).

Fermeture du paysage et contraste paysager pour les riverains.

Contraste de forme : ouvrage géométrique dans le milieu naturel (effet de coupure et d'artificialisation du paysage).

Contraste de couleur limité à la face amont : pneu, matériaux divers, etc.

Contraste important si :

- le merlon est dépourvu de végétation et le milieu est végétalisé ;
- le merlon est végétalisé et le milieu naturel non ;
- la forme et la nature du merlon sont en rupture avec la géomorphologie locale.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

Plus la taille du merlon est importante, plus l'impact sur le paysage est fort si l'intégration paysagère n'est pas réussie.

En vue proche :

- fermeture du paysage lorsque l'on se situe en pied de la parade ;
- visibilité de la parade si le contraste ouvrage/milieu est important.

En vue lointaine :

- perception de la parade si le contraste morphologique ouvrage/milieu est important ;
- visibilité de la parade en milieu rocheux, lorsque l'observateur se situe sur le versant où il est implanté.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Morphologie

La face aval, plus visible, doit faire l'objet d'un traitement paysager plus réfléchi (figure BA1.2) que la face amont uniquement perçue par les personnes évoluant dans le versant (figure BA1.3).

La morphologie du talus aval du merlon doit être adaptée aux pentes des versants environnants, en vue de développer une cohérence d'ensemble (pentes du talus et des versants similaires et variation en pied de talus afin de l'« asseoir »).

Éventuellement, des blocs de roche locale peuvent être mis en œuvre pour parfaire l'intégration dans le site ou des dispositifs cohérents avec le contexte local.

La morphologie de l'ouvrage doit être étudiée pour obtenir une ligne de forme en accord avec le versant naturel (figure BA1.4).

Matériaux de constitution

Lorsque cela est possible :

- préférer les techniques de raidissement minérales à des techniques de raidissement favorisant la revégétalisation (par exemple : géogrille, bionatte, etc.) ;
- utiliser des matériaux du site pour une meilleure intégration par similitude de nature et de couleur ;
- proscrire en milieu naturel les matériaux artificiels, notamment sur la pente extérieure du merlon très visible, du fait des difficultés d'engazonnement et de revégétalisation par la suite.

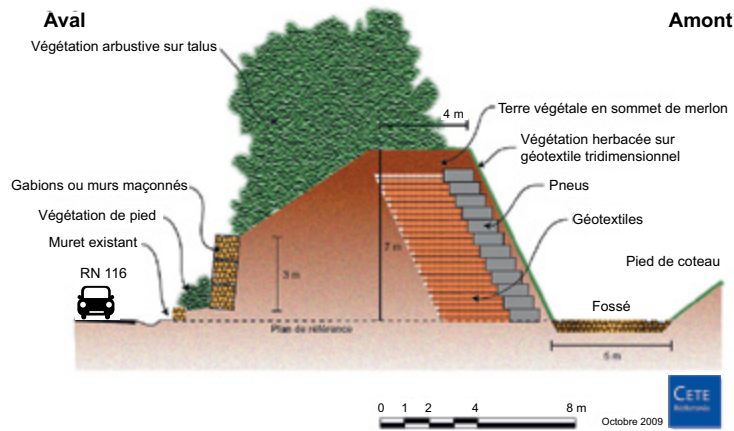
Végétalisation

La végétation doit être en accord avec la taille du merlon et ne pas conduire à sa déstructuration. Il est préférable de prévoir une végétation contrôlée dont l'entretien courant a été prévu dès sa mise en œuvre.

Recommandations pour la végétalisation du merlon :

- compactage du merlon pour éviter les phénomènes de ravinement et apports de terre et de fines avec ensemencement pour favoriser la reprise de la végétation ;
- travail d'intégration minimale du talus amont par végétalisation rase, limitant les problèmes de covisibilité proche (chemin de randonnée en arrière du merlon) ou lointaine ;
- végétalisation du parement aval avec réutilisation des semences locales (stocks ONF) de préférence ; laisser la végétation locale se réimplanter et l'accompagner par un semis à l'origine, puis par un parachèvement les premières années ;
- plantation d'arbres en jeunes plants (meilleure reprise) et de taille supérieure à terme à celle du remblai en pied aval du barrage et arbustes de taille décroissante vers le haut ; ne pas planter d'arbre de haute tige sur le merlon afin d'éviter la déstructuration de la parade.

Figure BA1.2
Schéma de principe d'insertion paysagère d'un merlon : le talus aval est particulièrement soigné



Source : Cete méditerranée

Figure BA1.3
Merlon en Pneusol – face amont – fosse de réception (vision résiduelle des pneus)



Crédit photo : Cerema

Figure BA1.4
Intégration paysagère d'un merlon à Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales) – l'ouvrage est totalement intégré dans le versant



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

Le merlon doit être entretenu vis-à-vis de la végétation. Il s'agira notamment d'un arrosage pour la reprise de végétation et d'un entretien des protections contre le gibier et des paillages.

La fosse amont doit être curée régulièrement.

Un plan de gestion de la végétation doit être envisagé à moyen et long termes afin de limiter les effets déstructurant du système racinaire.

■ Éléments de surcoût

Le surcoût est très variable selon l'aménagement, notamment la revégétalisation et les aménagements connexes d'intégration dans le site. Les conditions géotechniques particulières du sol porteur (glissement, tassement, etc.) en cas de pose en terrain penté peuvent engendrer des travaux de terrassement supplémentaires et un aspect final plus imposant.

Boîte rigide de cailloux (gabions)

La boîte rigide de cailloux est une structure d'arrêt rigide ou faiblement déformable dont la capacité est principalement liée à la masse des matériaux utilisés. Remplies de ballast et empilées les unes sur les autres, les boîtes rigides de cailloux constituent un ouvrage poids pare-blocs et permettent d'intercepter des masses de moyennes énergies (figure BA2.1). Les gabions sont couverts par la norme NF P94-325-1.

Figure BA2.1

Mise en œuvre de gabions provisoires sur la RN 116 – virage du Pallat (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Perpendiculaire à la direction des blocs (sauf si usage en déviateur lors de la phase de propagation des blocs dans le versant).

Généralement en pied de talus routier (figure BA2.2).

Défrichage, déboisement des emprises de l'ouvrage.

Terrassement préalable (sol préparé et nivellement) à la mise en œuvre et évacuation des excédents.

Drainage.

Figure BA2.2

Mur de gabions réalisé en pied de falaise bordant la RN 1 St Denis – La Possession (La Réunion)



Crédit photo : Cerema

■ Travaux connexes

Ces travaux sont nécessaires en phase chantier :

- Zone de stockage des matériaux indispensable ;
- Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Destruction localisée de la végétation au niveau de l'emprise des travaux et dans les secteurs où le terrain a été remanié.

Contraste de forme: ouvrage géométrique dans le milieu naturel.

Contraste important puisque l'ouvrage est non végétalisé.

Contraste important si les matériaux utilisés pour les boîtes rigides ont des caractéristiques colorimétriques éloignées des matériaux du site.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

L'impact visuel dépend de la taille du mur en gabions : plus la taille de l'ouvrage est importante, plus l'impact visuel sera important si l'intégration paysagère n'est pas réussie.

En vue proche :

- perception imposante de l'ouvrage, notamment de la structure métallique ;
- fermeture du paysage lorsqu'on se situe à l'arrière de la parade ;
- aspect brillant ;
- visibilité de la parade dans tous les cas même avec végétalisation à proximité.

En vue lointaine :

- Ce type d'ouvrage peut impacter fortement le paysage (effet de barre), surtout si ses dimensions sont importantes et en décalage avec le relief local.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

L'intégration sera améliorée s'il y a possibilité d'utiliser les matériaux du site pour le remplissage (ou avec des caractéristiques colorimétriques adaptées) et un grillage à aspect mat.

Elle peut aussi être améliorée par végétalisation du mur avec des espèces autochtones grimpantes (efficace mais difficile à pérenniser).

■ **Entretien, pérennité**

Le gabion nécessite peu d'entretien courant ; sa pérennité est bonne mais reste liée au niveau de protection anti-corrosion.

Il faut prévoir une inspection régulière de l'ouvrage et un entretien pour curer les matériaux accumulés derrière l'ouvrage.

L'entretien de la végétation masquante doit être également prévu.

■ **Éléments de surcoût**

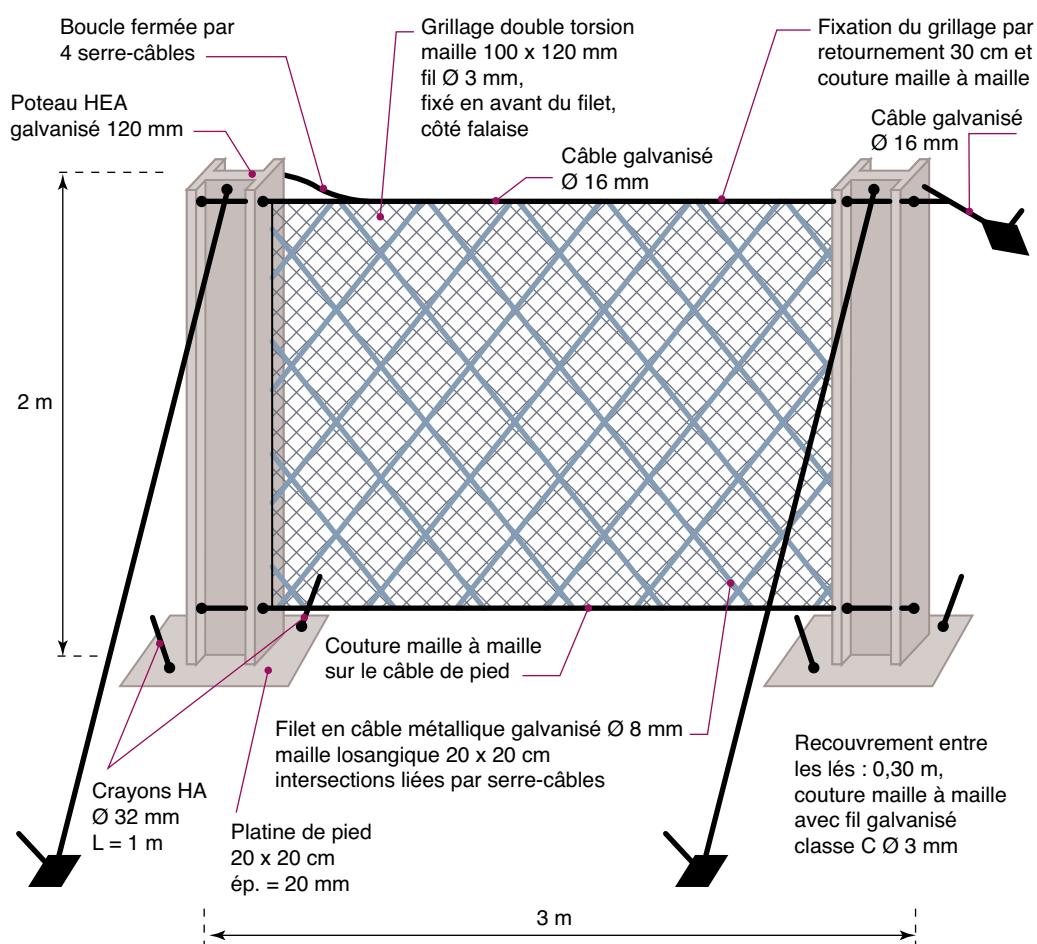
Le tri des blocs de remplissage in-situ ou la nécessité d'approvisionner des blocs de teinte similaire peut entraîner un surcoût qui sera variable selon la main-d'œuvre utilisée et la disponibilité des matériaux.

La végétalisation par semis ou la plantation de jeunes plants d'espèces grimpantes indigènes peut également entraîner un surcoût.

Barrière fixe de grillage ou de filet

La barrière fixe est un écran constitué de grillage ou de filet (figure EC1.1), doté de certaines possibilités d'amortissement des chocs, et assurant la dissipation d'énergie d'impact par diffusion dans la structure et dans le sol. Elle stoppe la propagation de pierres ou de petits blocs présentant assez peu d'énergie cinétique (< 50 kJ), en crête de talus ou en pied de versant. Sa hauteur peut varier de 50 cm à 2 m.

Figure EC1.1
Écran statique de filet



Source : guide technique du LCPC, Parades contre les instabilités rocheuses, 2001

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Perpendiculaire à la direction des blocs sauf en usage déviateur.

Défrichage et déboisage des emprises de l'ouvrage.

Terrassement possible selon les configurations de talus.

Ancrages par scellement direct ou par un réseau de pieux exposés.

Poteaux ancrés par l'intermédiaire de platines.

Adaptation de la hauteur de la barrière au relief.

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

■ Impacts paysagers

L'ouvrage peut être retiré à tout moment sans impact visuel résiduel.

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Répétition de verticalités dues aux poteaux métalliques relativement rapprochés (figure EC1.2).

Aspect linéaire important dû à de grandes longueurs de dispositif.

Aspect brillant (à court terme, puis matification de la protection anticorrosion).

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

Ce sont les poteaux des barrières grillagées qui restent les plus visibles tandis que les filets ou les grillages restent visibles seulement les premières années.

Lorsque les barrières grillagées sont posées en pied de versant, leur impact visuel est relativement limité en raison de leur faible hauteur qui les rend plus discrètes en milieu boisé.

En vue proche :

- écran visible lorsqu'il se découpe sur le ciel.

En vue lointaine :

- la barrière reste visible dans les premiers temps. La végétation reprend ses droits rapidement car la dévégétalisation initiale est minimale, limitée aux emprises, et les hauteurs relativement faibles (1 à 3 mètres).

Figure EC1.2
Barrière fixe grillagée – Fontpédrouse (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

La visibilité des poteaux peut être atténuée en utilisant des poteaux en bois (pour une classe d'énergie cinétique faible), ou en les recouvrant de bois ou d'une peinture bien choisie.

La visibilité de la barrière peut également être limitée en évitant les linéaires continus importants et en privilégiant une segmentation en quinconce des dispositifs.

Les filets, de faible hauteur, peuvent être masqués par la végétation à l'aval (figure EC1.3). Ils sont visuellement agressifs les premières années puis se matifient par la suite par l'altération climatique. Lors de la construction de la parade, on peut choisir des matériaux à l'aspect plus mat.

Dans le cas d'un dispositif de grande longueur, il faut prévoir des passages pour l'entretien et la circulation de la faune locale en le scindant par endroits.

Figure EC1.3

Barrière (> 15 ans) plus ou moins masquée par la végétation – Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

La barrière doit être régulièrement contrôlée et nettoyée, ce qui permettra de remplacer, si nécessaire, une partie de grillage ou un câble.

La pérennité de ce dispositif est bonne, et reste liée au niveau de protection anti-corrosion.

■ Éléments de surcoût

Le surcoût dû à l'utilisation d'une peinture époxy à la place de poteaux galvanisés ou revêtus d'un placage en bois reste négligeable s'il est prévu à la commande.

Un surcoût est également possible si du grillage à aspect plus mat ou d'une couleur particulière est utilisé. C'est également le cas lorsque les dispositifs positionnés en quinconce se recouvrent sur des longueurs de 3 à 5 mètres.

Écran pare-blocs

L'écran pare-blocs, ou écran de filet déformable, est une structure d'arrêt souple caractérisée par une dissipation d'énergie d'impact due essentiellement à la déformation du filet et à l'action de systèmes de dissipation d'énergie (figure EC2.1). Il diminue et stoppe la propagation de blocs rocheux pouvant avoir une grande énergie cinétique (50 kJ à 5 MJ). Les écrans pare-blocs sont couverts par l'agrément technique européen ETAG 27.

Figure EC2.1
Écran pare-blocs constitué d'un filet à anneaux



Crédit photo : guide technique du LCPC, Parades contre les instabilités rocheuses, 2001

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Perpendiculaire à la direction des blocs.

Terrassements possibles à l'implantation des supports et bétonnage éventuel en fondation de poteau.

Débroussaillage et abattage d'arbres limités aux emprises de l'écran, des haubans et de la zone de dynamisme fonctionnel.

Réalisation des ancrages de pied de support et des haubans par scellement direct, réseau de pieux explosés ou fondation bétonnée.

Adaptation de l'écran au relief par l'intermédiaire de bavette.

Mise en œuvre hélicoptée de l'écran en terrain accidenté.

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Aire de stockage, de préparation et zone d'hélicoptage.

Piste d'accès.

■ Impacts paysagers

L'ouvrage peut être retiré à tout moment sans impact visuel résiduel.

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Linéaire horizontal pouvant être important (> 100 mètres). En falaise, les filets se détachent sur le ciel.

Déboisement.

Hauteur d'écran pouvant atteindre 9 à 10 mètres.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

Perçus surtout par leur support, variable selon la saison et l'éclairage.

En vue proche :

- sensation de cage ;
- perspective cassée.

En vue lointaine :

- alignement de poteaux ;
- brillance de certaines parties de l'ouvrage (dissipateurs d'énergie, accastillage, etc.).

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Terrassement limité au strict minimum, peu de déboisement.

Implantation astucieuse de l'écran (figure EC2.2) en recherchant un déboisement limité.

Disposition en quinconce de manière à casser l'impact visuel linéaire et permettre le passage dans la pente de la faune.

Divers accastillages en matériau matifié.

Poteaux de support d'un coloris plus mat à préférer aux surcouches de peintures moins pérennes (figure EC2.3).

Préférer des filets de câbles, plus transparents en termes de paysage, aux filets à anneaux (la nature du filet de l'écran est fonction des matériaux mis en œuvre et approuvés lors de la validation à l'ETAG 27, ils ne sont pas modifiables par la suite).

Limitation de la longueur unitaire des écrans selon la configuration du terrain naturel.

Engazonnement des zones terrassées pour la pose des supports.

Implantation en forêt limitant l'impact paysager (figures EC2.4 et EC2.5).

Plantation éventuelle de la zone déboisée pour faciliter le reboisement en feuillus permettant une meilleure insertion visuelle (hormis dans la zone de dynamisme fonctionnel de l'écran).

Recolonisation naturelle des zones déboisées (côté nord) sous forme de friche et taillis envahissant les abords des filets.

Création d'une terrasse végétalisée à l'aval limitant la visibilité des écrans de filet (figure EC2.6) ou implantation au-dessus de la terrasse existante à végétaliser.

Figure EC2.2

Écran pare-blocs dissimulé au sein de la végétation – Thuès les Bains (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

Figure EC2.3

Détails de poteaux d'écrans pare-blocs peints – Tête de Chien (Alpes Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure EC2.4

Écran pare-blocs – Beausoleil (Alpes Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure EC2.5

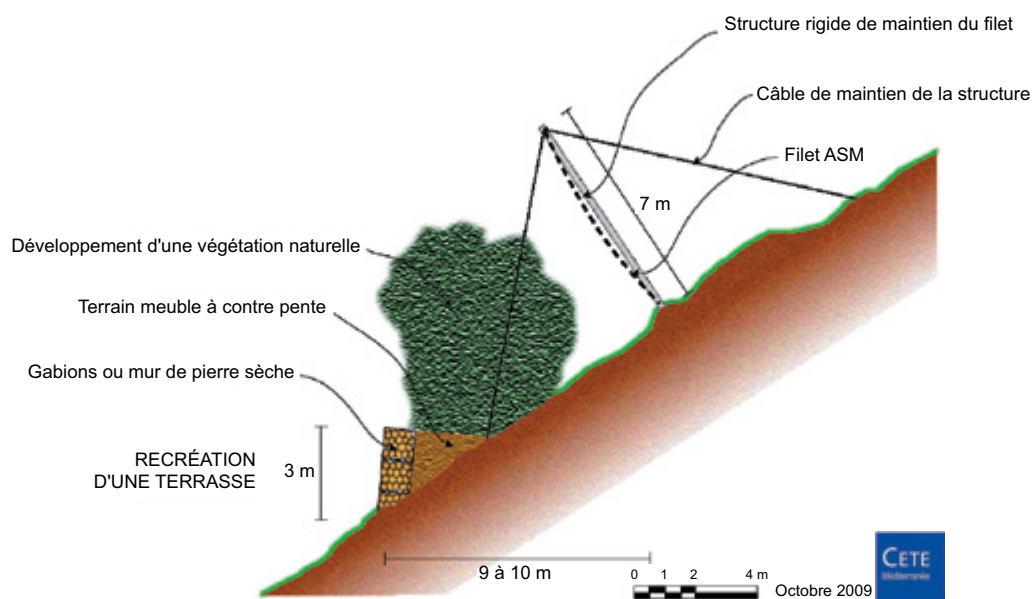
Écrans pare-bloc 5 MégaJoules masqués par la végétation – Clot Jaumal (Alpes Haute Provence) – vue lointaine à gauche et vue proche à droite



Crédit photo : Cerema

Figure EC2.6

Insertion paysagère d'un écran pare-blocs par création d'une plate-forme végétalisée à l'aval



Source : Cete Méditerranée

■ Entretien, pérennité

Visite régulière, annuelle de préférence, et curage régulier des matériaux accumulés à l'arrière de l'écran.

Remplacement des éléments endommagés et contrôle de la corrosion.

Entretien des pousses de végétation arbustive masquante.

■ Éléments de surcoût

Le surcoût dû à l'utilisation d'une peinture époxy à la place d'éléments galvanisés reste négligeable s'il est prévu à la commande.

Des surcoûts sont liés :

- à la végétalisation des abords des ouvrages ;
- à la surveillance de la végétation aux abords de l'écran afin de conserver uniquement les arbres de petites tiges ;
- à la création d'une terrasse avec terrain contrepenté végétalisé, en particulier en cas de reboisement.

Si l'on veut rompre la linéarité des écrans en les fractionnant, des surcoûts sont à prévoir pour chaque fractionnement d'écran :

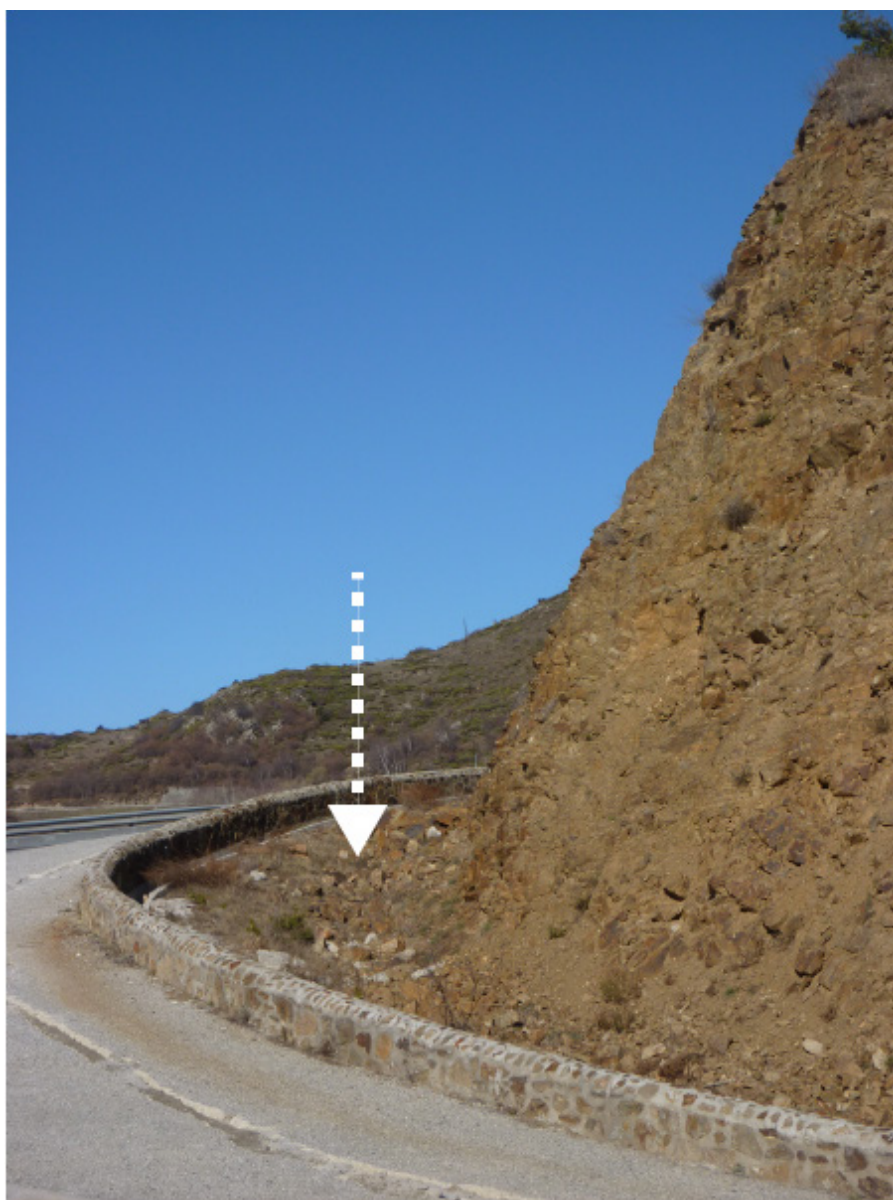
- un panneau de filet d'écran et un poteau d'extrémité avec haubans latéraux associés ;
- un recouvrement des écrans de 5 mètres minimum.

Piège à cailloux

Un piège à cailloux, ou fosse de réception, est un ouvrage en excavation par rapport à la structure à protéger (figure FR1.1) situé à l'amont de celle-ci. Il capte et stocke les pierres, les blocs isolés ou les éboulements en masse (figure FR1.2).

La mise en œuvre de cette technique nécessite une étude de stabilité approfondie car le piège à cailloux, du fait du terrassement, peut engendrer des instabilités nouvelles ou réactiver des mouvements anciens.

Figure FR1.1
Fosse de réception avec muret maçonné – RN 116 (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

Figure FR1.2

Piège à cailloux en arrière d'un muret en gabion (à gauche sur la photo) comblé par un éboulement – RN 1 (La Réunion)



Crédit photo : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Mise en œuvre en pied de talus.

Terrassement avec déblai, reprofilage du terrain avec déboisement et défrichage.

Excavation de matériaux.

Mise en œuvre de matériaux meubles en fond de fosse (dissipation d'énergie) ou surminage avec maintien des matériaux en place.

Réalisation d'un muret de séparation, d'une banquette ou d'un enrochement (exemple : glissière en béton armé) dont la hauteur s'ajoute à la protection apportée par la fosse et sépare le piège à cailloux de la chaussée.

Emprises variables à déterminer par le calcul.

Association fréquente avec des grillages ou filets pendus.

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur le chantier.

Terrassement avec stockage et/ou réemploi des matériaux.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste faible avec des parois d'excavation réalisées dans le milieu naturel et réemploi de matériaux du site.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- éloignement des usagers par rapport à la paroi ;
- ouverture du paysage.

En vue lointaine :

- linéarité du dispositif de séparation et de protection de la chaussée ;
- visibilité plus importante lorsque l'on se situe en amont de celui-ci sur le même versant.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Paroi du piège à cailloux présentant une conception en accord avec l'environnement direct.

Fond du fossé avec matériaux meubles du site (figure FR1.2).

Muret de bordure constitué de matériaux du site (maçonnerie), dans ce cas, préférer le béton désactivé au béton brut.

Revégétalisation sur pente inférieure à 60°.

■ Entretien, pérennité

La fosse doit être curée régulièrement et la végétation arbustive supprimée.

■ Éléments de surcoût

Réalisation d'un muret intégré dans le paysage (maçonnerie, béton désactivé, etc.).

Grillage et filet pendus

Un grillage ou filet pendu est une nappe de grillage ou de filet amarrée à quelques mètres en retrait de la crête du talus, suspendue le long de la paroi, et assurant ainsi le guidage des chutes de pierres jusqu'au pied (figure DE1.1). Il contrôle les trajectoires des pierres ou blocs issus du talus couvert et les guide le long de la paroi vers une zone de réception ou d'arrêt à la base du relief de type piège à cailloux, comme sur la figure FR1.2. Il permet en particulier d'éviter les rebonds aériens et la prise de vitesse.

Figure DE1.1
Grillage pendu avec piège à cailloux – Virage du Pallat – RN 116 (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Dévégétalisation de la paroi et de la crête.

Ancrage du grillage ou du filet en tête, par scellement direct ou réseau de pieux explosés.

Ancrages et câbles de rappel, si nécessaire en paroi.

Dispositif de limitation du débattement des nappes de grillage ou de filet.

Maintien par un câble horizontal amovible ancré ou éventuellement, lestage du grillage ou du filet en pied.

Fosse de réception de préférence en pied.

Lorsque l'emprise est limitée et qu'aucune fosse de réception n'est prévue, arrêter l'ouvrage à environ 1 mètre du sol pour éviter qu'il soit endommagé par des engins (épareuse, chasse-neige, etc.).

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Pistes d'accès et zone de stockage.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste de deux matériaux très différents : acier/rocher.

Mise à nu de la paroi lors de la dévégétalisation.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- structure métallique sur rocher naturel ;
- « voile » métallique pendu devant la paroi.

En vue lointaine :

- brillance du filet ou du grillage selon la luminosité à court terme ;
- atténuation du relief de la paroi rocheuse.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Les grillages et filets pendus restent plus visibles que les dispositifs équivalents plaqués car ils atténuent le relief de la paroi.

Des grillages ou filets avec des fils ou câbles les plus fins possibles (tout en respectant les caractéristiques de résistance mécanique préconisées par le dimensionnement) sont à préconiser.

Revêtement des fils par du PVC de couleur adaptée.

Nettoyage systématique lors de l'injection des coulures du produit de scellement.

Cachetage ou matification des têtes d'ancrages avec une peinture époxy.

Patine naturelle du filet ou du grillage avec les altérations climatiques (de 1 à 2 ans après la pose) (figure DE1.2).

Laisser reprendre une végétation de faible taille.

Recépage des extrémités des ancrages émergeant du rocher.

Chemin d'accès pouvant être utile aux randonneurs.

Mur de fosse (piège à cailloux) en matériaux locaux.

Figure DE1.2
Filet pendu 20 ans après la pose – en vue lointaine des talus, ils donnent un aspect lisse et grisé à la falaise – RN 1 (La Réunion)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

La base du dispositif doit être vidée et curé régulièrement.

Les arbustes pouvant déstabiliser le milieu rocheux et dégrader le grillage doivent être abattus.

Les déchirures dans les nappes doivent être réparées.

■ Éléments de surcoût

Surcoût variable pour la mise en place d'une fosse de réception.

Revêtement PVC.

Matification et cachetage des ancrages à prévoir lors de la passation du marché.

Grillage et filet déflecteurs (avec avaloir)

Le principe est similaire au système pendu. La différence réside dans la tête de la parade qui est surélevée par des poteaux ou équivalents, l'ensemble formant un avaloir. Une fenêtre de propagation vers la parade est alors créée, elle assure un captage des matériaux issus du talus ou du versant amont. Ils sont ensuite guidés vers une zone de réception ou d'arrêt à la base du relief (piège à cailloux), le système étant, de préférence, associé à un piège à cailloux en aval.

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Dévégétalisation de la paroi et de la crête.

Ancrage et haubanage des poteaux en crête par scellement direct ou réseau de pieux explosé.

Câble de rive (supérieur) repris dans les poteaux et ancré aux extrémités.

Ancrages et câbles de rappel, si nécessaire en paroi.

Lestage du dispositif en pied ou maintien par un câble horizontal amovible ancré.

Dispositif de limitation du débattement des nappes de filet.

Fosse de réception de préférence en pied.

Lorsque l'emprise est limitée et qu'aucune fosse de réception n'est prévue, arrêter l'ouvrage à environ 1 mètre du sol pour éviter qu'il soit endommagé par des engins (épareuse, chasse-neige, etc.).

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Pistes d'accès et zone de stockage.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste de deux matériaux très différents : acier/rocher.

Mise à nu de la paroi lors de la dévégétalisation.

Visibilité, souvent très forte, des éléments structuraux (poteaux métalliques).

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- structure métallique sur rocher naturel se détachant de celui-ci (figure DE2.1) ;
- voile métallique pendu devant la paroi ;

- visibilité forte des éléments de haubanage et des câbles en général.

En vue lointaine :

- brillance du filet ou du grillage selon la luminosité ;
- atténuation du relief de la paroi rocheuse ;
- alignement de poteaux «avaloirs» (faible hauteur), notamment si aucun traitement colorimétrique n'a été réalisé.

Figure DE2.1

Grillage déflecteur en œuvre sur la RN 85 – Cluses de Rouaine (Alpes Haute Provence)



Crédit photo : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Les grillages et filets pendus avec déflecteurs restent plus visibles que les dispositifs équivalents plaqués car ils modifient la perception du relief de la paroi.

Préconiser des grillages ou filets avec des fils ou câbles les plus fins possibles (tout en respectant les caractéristiques de résistance mécanique préconisées par le dimensionnement).

Coloration adaptée des poteaux « avaloirs » pour les masquer ou pour les afficher dans le paysage (figure DE2.2).

Revêtement des fils par du PVC de couleur adaptée.

Nettoyage systématique lors de l'injection des coulures du produit de scellement.

Cachetage des têtes d'ancrage ou matification avec une peinture époxy.

Patine naturelle du filet ou du grillage sous l'action du climat (de 1 à 2 ans après la pose).

Laisser reprendre une végétation de faible taille.

Recépage des extrémités des ancrages émergeant du rocher.

Chemin d'accès pouvant être utile aux randonneurs.

Mur de fosse (piège à cailloux) en matériaux locaux.

Figure DE2.2

Filet déflecteur en œuvre sur la RN 1 entre St Denis et La Possession (La Réunion). La couleur des poteaux est en accord avec la végétation du site



Crédit photos : Cerema

■ Entretien, pérennité

La fosse doit être vidée et curée régulièrement.

En l'absence de fosse de réception, l'ouvrage doit être purgé.

Les arbustes pouvant déstabiliser le milieu rocheux et dégrader le grillage doivent être abattus.

Les déchirures dans les nappes doivent être réparées.

■ Éléments de surcoût

Surcoût variable pour la mise en place d'une fosse de réception, principalement en fonction de l'emprise disponible.

Revêtement PVC pour le grillage.

Cachetage à prévoir dans le dossier de marché.

Casquette ou galerie pare-blocs

La galerie pare-blocs ou casquette est un ouvrage de transit assurant le passage des éboulements au-dessus de l'élément à protéger. Elle protège totalement, contre des blocs isolés ou des éboulements en masse, des portions d'itinéraires routiers ou ferroviaires, en déviant les masses par-dessus la voie sans chercher à les arrêter.

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Mise en œuvre lourde nécessitant l'interruption totale ou quasi-totale de la circulation durant la réalisation de l'ouvrage.

Parade nécessitant un dimensionnement de type génie civil.

Ouvrage de génie civil complexe, nécessitant dans la majorité des cas des fondations importantes à l'aval de la route.

Nécessité de mettre en place un dispositif de drainage important en arrière de l'ouvrage (surface d'appui avec le massif rocheux).

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Travaux préliminaires de confortement pour la sécurité du chantier.

Éventuellement mur de soutènement ou autre dispositif de soutènement en contrebas de l'ouvrage.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste de la forme géométrique de la parade par rapport au milieu environnant.

Différence de matériaux et de couleur par rapport au milieu.

Absence de végétaux.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- perception imposante de l'ouvrage ;
- fermeture du paysage lors de sa traversée.

En vue lointaine :

- perception de fermeture de la vallée ;
- éléments géométriques dans le paysage.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

L'ouvrage doit faire l'objet d'un traitement architectural au même titre qu'un ouvrage ordinaire, et qui soit en cohérence avec le paysage (figure DE3.1).

Une végétalisation et/ou une couverture en matériaux meubles du toit de l'ouvrage sont à prévoir dès la conception (figure DE3.2).

Une partie de l'ouvrage peut être habillé par des matériaux d'intégration dans le site (figure DE3.3).

Le béton pourra soit être peint ou soit être coloré dans la masse.

Figure DE3.1

Casquette « architecturale » de protection des têtes de tunnel de l'Escalette – A 75 (Hérault)



Crédit photo : Cerema

Figure DE3.2

Galerie pare-blocs du Rocastron avec couverture – RD 6202 (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure DE3.3
Casquette pare-blocs avec parement et couverture – RD 6202 (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

La pérennité de l'ouvrage sera bonne si les règles de l'art sont respectées lors de sa mise en œuvre.

Le toit de l'ouvrage doit être curé, sauf s'il est réalisé en pente et si les blocs ne s'accumulent pas dessus.

Des visites régulières permettront de s'assurer du bon état général de l'ouvrage et de détecter d'éventuelle apparition de fissures, de défaut d'étanchéité, etc.

■ Éléments de surcoût

Un surcoût peut être causé par l'utilisation d'un dispositif de camouflage, tel que la création d'un mur d'habillage, la végétalisation du toit de l'ouvrage, la coloration du béton, etc.

Il peut aussi être dû au travail de réflexion sur la meilleure architecture à adopter pour une intégration optimale dans le paysage.

La purge consiste en l'élimination des pierres, blocs et masses les plus instables par des techniques adaptées n'entraînant pas un risque de déstabilisation de la zone à préserver. Elle réduit le risque de chutes à court et moyen termes (environ 15 ans) et permet éventuellement des interventions complémentaires (paroi sécurisée pour la protection du personnel et pour la réalisation de travaux).

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Objectifs :

- cas d'une zone instable sans possibilité de confortation en place ;
- choix de l'élimination de l'aléa.

Préparation :

- dévégétalisation ;
- sécurisation de la purge (maîtrise de la propagation) si nécessaire.

Purge par ordre croissant d'importance :

- manuelle (canne à purge, etc.) ;
- mécanique (éclateur, écarteur hydraulique, coussin, etc.) ;
- à l'explosif lent (ciment expansif) ;
- à l'explosif (microminage voire minage).

■ Travaux connexes

Piste d'accès pour évacuation des produits de purges.

Réalisation d'un merlon et d'une fosse pour réception des produits de purges.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Paroi avec cicatrice fraîche contrastant avec la paroi patinée plus ancienne (figure SM1.1).

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- cicatrice dans la paroi.

En vue lointaine :

- contraste de couleur au niveau de la cicatrice de départ.

Figure SM1.1

Cicatrice d'arrachement suite à purge manuelle – Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Contrôle de la trajectoire des blocs purgés ou héliportage des produits pour éviter de mutiler la végétation.

Évacuation des produits de purge afin de ne pas créer de zones de stockage artificielles.

■ Entretien, pérennité

Les phénomènes rocheux se reproduisent inéluctablement, par expérience environ tous les 15 ans.

■ Éléments de surcoût

Évacuation des produits de purges.

Reprofilage et abattage

Il s'agit de la modification du profil d'un talus ou d'un versant rocheux par ablation de volumes défavorables et/ou potentiellement instables. L'abattage supprime une masse bien individualisée dans la morphologie (ex. : chandelle, écaille, surplomb, etc.). Ces aménagements éliminent ce qui présente un risque direct ou indirect (saillie jouant le rôle de tremplin par exemple) afin d'améliorer la sécurité à moyen et long termes. Un exemple de talus reprofilé avec création d'un piège à cailloux est donné en figure FR1.2.

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Objectifs :

- traitement de surplombs ou d'aléas ;
- réalisation d'un piège à cailloux ;
- linéarisation d'infrastructure.

Calcul de stabilité du talus.

Reprofilage et abattage mécanique : brise-roche, marteau-perforateur, pelle mécanique, vérins, écarteur, éclateurs hydrauliques ou chimio-mécaniques, explosif, rescindement par sciage.

Réalisation de tirs amortis et de prédécoupage pour limiter les effets arrière donc réduire les possibilités d'évolution du talus.

Forage et couverture des tirs de mine.

Maîtrise de la trajectoire des produits de purges.

Évacuation des produits du reprofilage ou abattage.

Association possible avec une fosse de réception.

■ Travaux connexes

Piste d'accès pour engin de forage.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Paroi cassure fraîche.

Profil différent de celui d'un talus naturel.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- traces de cannes de prédécoupage (figure SM2.1) ;
- linéarisation de la paroi.

En vue lointaine :

- paroi en contraste avec son environnement ;
- pente de talus non cohérente.

Figure SM2.1

Marques de cannes de tir (localisation des traces en rouge sur la miniature à droite) – Ax-les-Thermes (Ariège)



Crédit photos : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Privilégier des reprofilages avec un profil cohérent avec l'environnement direct et le matériau rocheux de constitution en jouant avec la structure naturelle du massif (talus géomorphologique ou à profil structurel équilibré).

Maîtriser le prédécoupage afin de limiter les traces de trous de mine et limiter les effets arrière.

■ **Entretien, pérennité**

Surveillance de la décompression des matériaux nouvellement en surface qui sera limitée par un prédécoupage bien étudié.

Surveillance de l'altération des nouveaux matériaux affleurants.

Sécurisation à moyen et long termes.

■ **Éléments de surcoût**

Étude géomorphologique pour calculer la stabilité du talus et réaliser un profil aux caractéristiques proches de ceux existant naturellement.

Réalisation d'une fosse de réception (piège à cailloux) dont le coût sera faible si elle est prévue au marché.

Soutènement

SC1

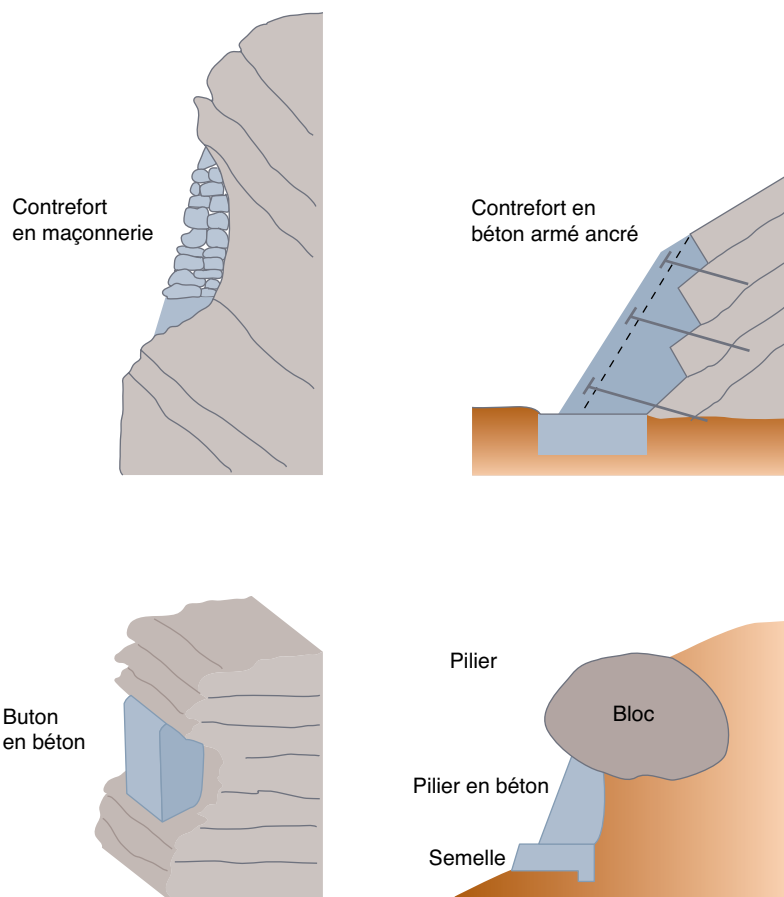
Un soutènement est une structure généralement massive assurant, seule ou associée à d'autres dispositifs (treillis, clouage, etc.), le confortement de volumes rocheux présentant un risque d'instabilité (figure SC1.1). Elle maintient en place une masse instable bien délimitée afin de bloquer tout mouvement de glissement ou basculement : surplomb, écaille, dièdre, banc à pendage aval ayant perdu sa butée et gros bloc isolé dans une matrice meuble, qui se déchausse par érosion. Elle assure une protection contre la poursuite de l'érosion régressive (figure SC1.2). Le terme buton est quelquefois utilisé pour parler de ce type d'ouvrage.

Figure SC1.1
Buton réalisé sur la RD 2205 (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure SC1.2
Différents types de soutènements



Source : guide technique du LCPC, Parades contre les instabilités rocheuses, 2001

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Assurer les fondations avec préparation préalable du sol.

Prévoir des ancrages complémentaires pour reprendre les efforts autres que de compression.

Réaliser une structure en maçonnerie, béton, béton armé ou structure métallique ; selon la géométrie de la structure, il s'agira de contrefort, de buton, pilier ou mur.

Drainer le dispositif (barbacanes, etc.).

Dévégétaliser la zone à traiter.

■ Travaux connexes

Étude complexe de l'ouvrage à réaliser (mécanisme de rupture de l'instabilité, conditions d'appui, dimensionnement interne).

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Ancrages de confortement pour reprendre d'éventuels efforts autres que ceux de compression.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste de forme : ouvrage géométrique dans le milieu naturel.

Contraste plus ou moins important entre le paysage et le matériau retenu pour la réalisation de la structure (maçonnerie, béton, etc.).

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- perception imposante de l'ouvrage ;
- en l'absence de traitement pour favoriser l'intégration, aspect coffré très géométrique du béton en juxtaposition d'un rocher plus naturel ;
- en l'absence de traitement pour favoriser l'intégration, teintes du rocher et de l'ouvrage souvent très différentes.

En vue lointaine :

- éléments géométriques dans le paysage ;
- ouvrages dont la couleur marque un paysage ;
- « verrue » dans le paysage.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Les teintes du béton doivent être adaptées à l'environnement de l'ouvrage.

Selon l'environnement (remparts, château, etc.), il est possible de réaliser un parement en pierres maçonnées (figure SC1.3) ou de réaliser un buton (ou autre ouvrage) directement en maçonnerie (figure SC1.4).

Lorsque cela est possible, des coffrages avec des formes en adéquation avec l'environnement direct seront réalisés (figures SC1.5 et SC1.6).

L'utilisation de béton désactivé est envisageable, mais peu recommandé du fait de son impact environnemental certain.

Il peut être réalisé un traitement architectural particulier de façon à rendre l'élément visible (figure SC1.7).

Figure SC1.3
Contrefort maçonné réalisé
au château d'Eze (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure SC1.4
Parements en pierres devant un mur de soutènement et les
butons (au deuxième plan) – Remparts de Lussan (Gard)



Crédit photo : Cerema

Figure SC1.5
Butons réalisés à la Tête de chien – La Turbie (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Figure SC1.6
Butons bétonnés dans les Alpes



Crédit photo : Cerema

Figure SC1.7
Butons bétonnés avec traitement « architectural » à Dinant (Belgique)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

La pérennité est très bonne, hormis dans le cas d'apparition de désordres à proximité immédiate de l'ouvrage.

Les systèmes drainants doivent être débouchés régulièrement.

Des inspections visuelles détaillées sont à prévoir régulièrement de manière à constater d'éventuelles dégradations (venues d'eau, fissuration, problème de stabilité, etc.).

■ Éléments de surcoût

Les éléments de surcoût peuvent avoir plusieurs sources :

- un travail de réflexion sur la meilleure architecture à adopter pour une intégration optimale dans le paysage ;
- la réalisation d'un parement en pierres (environ 200 €/m²) ;
- le choix d'un granulats d'origine locale.

Le surcoût dû à la coloration du béton est négligeable au regard du coût du m³ de béton.

Ancrage

SC2

L'ancrage est un dispositif de confortement. Il est constitué par une ou plusieurs armatures métalliques scellées dans le rocher et il assure la solidarisation d'un volume potentiellement instable avec le massif stable situé en arrière (figure SC2.1). L'ancrage empêche la chute de masses rocheuses par décollement ou glissement le long de discontinuités marquées. Il s'agit alors d'un dispositif autonome. Cette parade est considérée comme une parade active même si deux niveaux de mises en œuvre sont possibles :

- avec précontrainte et scellement en fond de trou (tirants), la mise en contrainte en tension des armatures est réalisée dès la mise en œuvre ;
- sans précontrainte mais scellement sur toute leur longueur (ancrages passifs¹⁵), les efforts ne se développent que s'il y a mouvement de la masse instable.

On notera que les ancres passifs peuvent être également utilisés comme moyen de fixation au rocher des dispositifs de protection contre les chutes de masses rocheuses (écran pare-blocs, grillage plaqué, etc.) comme sur la figure SC2.2.

Figure SC2.1
Ancrage d'emballotement à Rocamadour (Lot)



Crédit photo : Cerema

15. Terme consacré bien qu'il s'agisse d'une parade active telle que définit dans le paragraphe ci-dessus.

Figure SC2.2
Câblage d'une colonne – Tende (Gard)



Crédit photo : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Orientation des armatures afin d'optimiser leur travail en traction.

Forage au rocher.

Positionnement de la barre d'ancrage et des canules d'injection.

Injection des produits de scellement.

Ancrages :

- passifs (barre scellée sur toute la longueur, plaque d'appui serrée et écrou de blocage) ;
- actifs (barre scellée en fond de forage, mise en précontrainte, plaque d'appui ou massif de réaction, écrou de blocage).

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Dévégétalisation de la paroi à traiter et purge des blocs instables.

Piste d'accès et zone de stockage du matériel (ancrages, centrale d'injection, compresseur, etc.).

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Plaque d'appui métallique, avec traitement anticorrosion de type galvanisation à chaud, contrastant avec le milieu naturel.

Tête d'ancrage en relief et plus ou moins orthogonale à la paroi.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

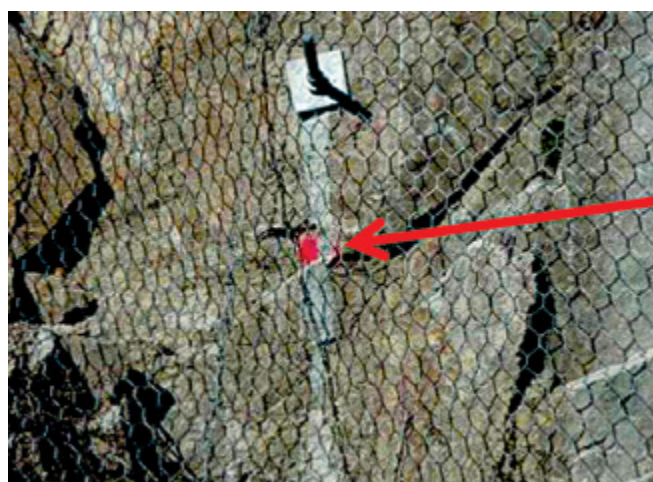
- visibilité de la tête d'ancrage et de la plaque d'appui ou massif de réaction ;
- coulures éventuelles du produit de scellement (figure S2.3).

En vue lointaine :

- scintillement des plaques métalliques avec traitement anticorrosion de type galvanisation à chaud.

Figure SC2.3

Ancrage avec coulures et plaque d'appui non patinée – RN 116 (Pyrénées-Orientales)



**Coulures
de coulis**

Crédit photo : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Matification des têtes d'ancrages (plaque d'appui, écrou de blocage et barre d'ancrage) avec une peinture époxy.

Cachetage des têtes d'ancrage, puis remplissage avec des matériaux de coloration adéquate.

Engravures au niveau des ancrages pour diminuer l'effet de saillie (figure S2.4).

Recépage des extrémités des ancrages émergeant du rocher.

Nettoyage systématique des coulures du produit de scellement lors de l'injection.

Figure SC2.4
Ancrages avec engravures limitant l'effet visuel – Pont du Gard (Gard)



Crédit photo : Cerema

■ **Entretien, pérennité**

Les têtes d'ancrage doivent être inspectées, tous les 10 ans, afin de prévenir toute corrosion.

Le cachetage est à refaire si celui-ci est altéré.

■ **Éléments de surcoût**

Recépage s'il n'est pas inclus dans la prestation de base.

Coût variable pour la matification à la peinture époxy et pour le cachetage.

Béton projeté

SC3

Le béton projeté est un dispositif de renforcement et de protection de surface constitué d'une coque de béton mise en place par projection (figures SC3.1 et SC3.2). Il protège et renforce une paroi rocheuse, déjà stable dans son ensemble, vis-à-vis des agents d'érosion, afin d'éviter toute dégradation superficielle pouvant engendrer des sous-cavages et des chutes de matériaux rocheux.

Figure SC3.1

Béton projeté autour de la Felsenkirche à Oberstein (Allemagne) : très peu visible en vue lointaine l'intégration paysagère du matériau est particulièrement remarquable



Crédit photo : Cerema

Figure SC3.2

Béton projeté à Darnétal (Seine-Maritime) sur un talus routier



Crédit photo : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Dévégétalisation.

Forage des clous.

Forage des drains subhorizontaux, barbacanes, etc.

Mise en œuvre de géocomposites de drainage s'arrêtant à un mètre du sommet au minimum.

Mise en œuvre d'une armature (treillis, etc.).

Projection du béton de teintes différentes.

Collecteurs d'eau en pied de dispositif drainant.

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur le chantier.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste important si la teinte est inadaptée à l'environnement.

Contraste entre deux matériaux : béton / rocher naturel.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- couleur « *béton* » (figure SC3.3) ;
- atténuation du relief de la paroi ;
- aspect homogène de la paroi ;
- drains apparents (barbacanes), problème de vieillissement, traces d'écoulement d'eau ;
- absence de végétation.

En vue lointaine :

- faible impact si la teinte est adaptée, sinon contraste de couleur important (figure SC3.4) ;
- artificialisation de la falaise.

Figure SC3.3
Béton projeté à Olette en contexte urbain (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

Figure SC3.4
Béton projeté teinté à Rocamadour (Lot)



Crédit photo : Cerema



■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Végétalisation avec des espèces indigènes grimpantes et non destructrices du matériau.

Teinte adaptée à l'environnement direct avec coloration dans la masse du béton projeté (figure SC3.4).

Drainage efficace afin d'éviter les surpressions hydrauliques et l'écaillage du béton.

Têtes de drains (barbacanes) de couleur adaptée.

■ Entretien, pérennité

Inspection visuelle et détaillée à prévoir périodiquement de manière à constater toute dégradation (venue d'eau, fissuration, etc.).

Curage du système drainant.

Vérification de l'adhérence au support (vides en arrière avec risque de circulation d'eau).

■ Éléments de surcoût

Faible surcoût dû à la teinte si demande intégrée au marché.

Surcoût de mise en œuvre d'un collecteur de pied (drainage par géocomposite de drainage).

Grillage et filet plaqués

Le grillage ou filet plaqué est une nappe de filet ou de grillage métallique plaquée contre le rocher et assurant la stabilité superficielle ou locale de la paroi rocheuse (figure SC4.1). Le dispositif agit par placage et évite tout départ de pierres (grillages) ou de blocs (filets). S'il y a une rupture (glissement ou décollement) le long d'une discontinuité du massif, tout mouvement de l'élément concerné doit rapidement être bloqué grâce au placage sur la paroi.

Le filet acier allié à haute limite élastique (HLE) est utilisé dans des matériaux meubles (éboulis, sols, etc.) afin de les stabiliser.

Figure SC4.1
Zone de sécurisation par grillage plaqué, avant et en fin de travaux – Prats-de-Mollo (Pyrénées Orientales)



Crédit photos : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Dévégétalisation de la surface à traiter.

Forage et scellement des ancrages de placage au rocher.

Mise en œuvre de nappe de grillage ou de filet.

Mise en œuvre de câbles en paroi pour optimiser le placage.

■ Travaux connexes

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur chantier.

Chemin d'accès et zones de stockage.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste de deux matériaux très différents : acier et rocher.

Mise à nu de la paroi lors de la dévégétalisation.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- structure métallique sur rocher naturel ;
- coulure du produit de scellement ;
- têtes d'ancrage.

En vue lointaine :

- brillance de la galvanisation du filet ou du grillage, des plaques d'appui et de l'accastillage selon la luminosité ;
- atténuation du relief de la paroi rocheuse.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Préconiser des grillages ou filets avec des fils ou câbles les plus fins possibles, tout en respectant les caractéristiques de résistance mécanique préconisées par le dimensionnement.

Revêtement des fils par du PVC de couleur adaptée (figure SC4.2).

Optimisation du placage pour épouser au mieux le relief de la paroi.

Positionnement des ancrages dans les creux.

Nettoyage systématique des coulures du produit de scellement lors de l'injection.

Cachetage ou matification des têtes d'ancrages avec une peinture époxy.

Patine naturelle du filet ou du grillage sous l'action du climat (de 1 à 2 ans après la pose).

Laisser reprendre la végétation de faible taille.

Recépage des extrémités des ancrages émergeant du rocher en conservant une longueur suffisante pour la maintenance.

Chemins d'accès lors des travaux pouvant être utiles aux randonneurs.

Figure SC4.2
Filet plaqué coloré – RD 28 – Cians (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

Purge des poches d'éboulis présentes.

Ligature aux niveaux des zones de grillage ou filet abîmé.

Abattage des arbustes pouvant déstabiliser le milieu rocheux.

■ Éléments de surcoût

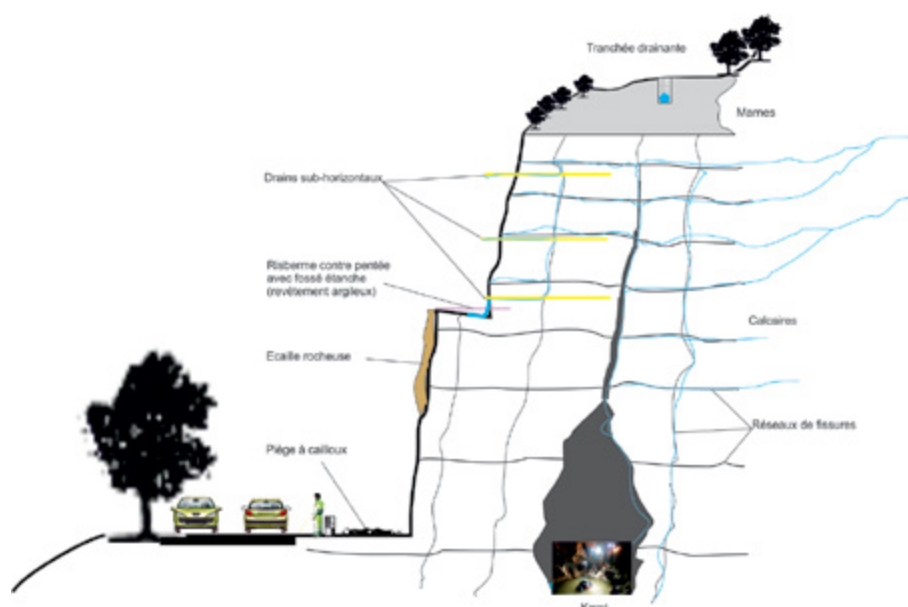
Cachetage ou matification par peinture.

Optimisation du placage à prévoir lors de la passation du marché, ce qui représente un surcoût négligeable.

Revêtement des fils en PVC.

Le drainage permet de collecter les eaux à l'intérieur du massif et dans la masse instable afin de les évacuer (figure DR1.1). Il diminue les pressions d'eau internes et améliore les caractéristiques de résistance des discontinuités. De plus, il évite les mises en charge brutales dans les discontinuités et abaisse le niveau de nappe : sous la zone sensible au gel (coin de glace) ou au niveau des plans de glissements potentiels.

Figure DR1.1
Schéma de principe d'un talus sécurisé et des systèmes drainants associés



Source : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Réalisation de forages (drainages sub-horizontaux, puits, tranchées, etc.).

Réalisation d'un terrassement avec pelle mécanique (tranchée drainante dans les matériaux de couverture, canaux, fossés à revêtement étanche, etc.).

Comblement et/ou recouvrement des terrassements par des matériaux drainants.

Mise en œuvre de barbacanes.

■ Travaux connexes

Pistes d'accès.

Purges préalables de sécurité pour le personnel intervenant sur le chantier.

Apport de matériaux drainants.

Stockage des matériaux excavés.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Contraste entre le PVC ou assimilé pointant hors du talus et le matériau naturel.

Linéarité des tranchées drainantes et fraîcheur des matériaux de recouvrement par rapport à l'environnement direct.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- barbacanes dépassant de la surface du talus (figure DR1.2) ;
- traces de coulures des produits de réalisation du dispositif de drainage si la mise en œuvre n'est pas correctement réalisée ;
- traces d'écoulement d'eau ou de stalactite de glace en période hivernale avec développement d'algues ou de mousses autour du point d'eau (couleur vert à noirâtre) ;
- visibilité des matériaux liés au terrassement.

En vue lointaine :

- linéarité des dispositifs (drains, tranchées drainantes, etc.) ;
- visibilité importante si les teintes des drains ou des matériaux de substitution et/ou de recouvrement sont inadaptées.

Figure DR1.2

Béton projeté avec drains apparents – Olette (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Éviter l'alignement des drains pour limiter l'effet visuel et optimiser par la même occasion leur positionnement.

Choisir des coloris de drains adaptés.

Recouper au plus court les drains pointant hors du talus tout en limitant les traces d'écoulement d'eau, ou accompagner l'écoulement de l'eau jusqu'à une zone moins visible.

Réemployer des matériaux locaux pour le recouvrement des dispositifs drainants au sol.

Revégétaliser les sols terrassés par des espèces autochtones ne dénaturant pas la fonction drainante des dispositifs.

■ Entretien, pérennité

Curage des drains.

Surveillance de la perméabilité des matériaux drainants.

■ Éléments de surcoût

Le surcoût sera négligeable si certaines dispositions sont prévues dans le marché (teintes, positionnement, réemploi des matériaux, revégétalisation, etc.).

Végétalisation - Boisement

DI1

L'établissement ou la reconstitution d'un couvert végétal herbacé ou arbustif dans un talus de terrain meuble permet de limiter l'érosion superficielle liée au gel-dégel et aux eaux de ruissellement et qui lessive le matériau rocheux de leur matrice et provoque des coulées boueuses lors de fortes précipitations. En luttant contre le ravinement, la végétalisation et le boisement sont alors considérés comme des parades actives (Guide pratique « Forêt de protection contre les aléas naturels – diagnostic et stratégie. » Cemagref, 2009). Il est à noter que le renouvellement d'un couvert arbustif peut engendrer des déstabilisations de matériaux rocheux en lien avec le développement des systèmes racinaires dans les fissures.

La mise en œuvre d'un filet acier allié à haute limite élastique permet de stabiliser les sols, donc d'assurer le maintien en place des éléments fins et, associée à des bionattes ou des géotextiles, d'implanter des semences pour une recolonisation végétale.

Par ailleurs, la protection naturelle des versants peut être renforcée par la création ou l'aménagement du couvert végétal (arbustif principalement). Cela peut réduire l'énergie cinétique des blocs, voire, dans le meilleur des cas, arrêter leur propagation. La végétation arbustive peut également stabiliser les blocs positionnés dans le versant. Dans ce cas, le boisement est assimilé à une parade passive.

On peut signaler le rôle joué par le RTM (ONF) qui, à sa création, avait pour mission d'acquérir et de boiser des zones à risques.

Il est cependant nécessaire de signaler que les boisements sont d'une efficacité réduite et que leur pérennité peut notamment être mise à mal par des incendies selon les régions ou par des éboulements successifs (figure DI1.1).

Le guide pratique « Forêt de protection contre les aléas naturels – Diagnostic et stratégie », propose des méthodologies de gestion des forêts de protection (Cemagref, 2009).

Figure D11.1
Tranchée déboisée suite à un éboulement rocheux – Vindrac-Alayrac (Tarn)



Crédit photos : Cerema

■ Caractéristiques de mise en œuvre de la parade

Végétalisation herbacée :

- mise en œuvre d'un système végétalisant (géotextile biodégradable, bionatte, toile de jute ou de coco, panneaux tridimensionnels) avec produits d'accompagnement possibles pour faciliter la prise (engrais, terre végétale, paille, écorce, gravier, etc.) ;
- ensemencement (engazonnement) ;
- association possible avec des grillages plaqués ;
- végétalisation difficile pour des pentes supérieures à 40-50° ;
- tenue des terrains de surfaces ;
- repousse et développement rapides de végétation arbustive naturelle (buis, genévrier, etc.).

Végétalisation arbustive :

- choix de la végétation arbustive en fonction du substratum (système racinaire plus ou moins profond) ;
- repousse et développement à moyen terme ;
- stabilisation des éboulis actifs ;
- stabilisation des terrains en surface ;

- réduction de l'énergie cinétique des chutes de matériaux rocheux et tenue des terrains de surfaces ;
- forêt dense, stable (branchage développé), avec peuplement hétérogène (renouvellement naturel et permanence dans le temps).

■ Travaux connexes

Excavation de matériaux pour la revégétalisation arbustive afin de favoriser la prise du système racinaire.

Choix d'un emplacement compatible avec l'aléa rocheux (trajectoire, présence de matériaux fissurés, etc.).

Végétalisation par projection, intégrant des adjuvants facilitant le maintien des graines et leur développement.

■ Impacts paysagers

Contrastes morphologiques milieu naturel/ouvrage

Dans le cas d'une zone à végétation herbacée (ex : couloir), la colonisation végétale modifie le paysage par un comblement préférentiel au niveau du couloir.

Impacts visuels : vue proche – vue lointaine

En vue proche :

- la végétalisation régulière mise en œuvre peut contraster les premières années dans l'environnement naturel du site.

En vue lointaine :

- la végétalisation rapide limite l'impact visuel des travaux.

■ Intégration paysagère, réduction des impacts

Plantation ou semis d'espèces indigènes.

Mélange des espèces pour donner un aspect naturel (palette végétale à adapter aux milieux considérés et aux contraintes techniques).

Limiter la linéarité des plantations (arbustes notamment) et favoriser une répartition aléatoire par le semis.

Associer une végétation à repousse et à développement rapides avec des espèces plus pérennes.

Des exemples de végétalisation sont donnés en figures DI1.2, DI1.3, DI1.4 et DI1.5.

Figure D11.2
Végétalisation d'un béton projeté – tunnel de Foix (Ariège)



Crédit photo : Cerema

Figure D11.3
Revégétalisation naturelle sur grillage plaqué (à 4 mois et à 18 mois) – Thuès entre Valls
(Pyrénées Orientales)



Crédit photos : Cerema

Figure D11.4
Revégétalisation naturelle sur colluvions et filet HLE (à 1 an) – Olette (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

Figure D11.5
 Revégétalisation naturelle sur filet à anneaux (à 10 ans) – Thuès-les-bains (Pyrénées Orientales)



Crédit photo : Cerema

■ Entretien, pérennité

La qualité du suivi durant les deux à trois premières années est très importante (complément en zone clairsemée, etc.).

Il faut contrôler le développement des systèmes racinaires des éléments arbustifs (effet de levier dans les fissures, déstabilisation de matériaux rocheux, etc.).

Les forêts doivent être défrichées pour limiter le risque d'incendie.

La solution est pérenne dans le cas d'une végétation bien installée avec une régénération assurée, la végétation naturelle herbacée et arbustive tend à reprendre à très court et court termes (entre 1 et 10 ans). Selon les régions (risque d'incendie, sécheresse, etc.) ou dans le cas de chutes répétées de matériaux rocheux, la solution est moins durable.

■ Éléments de surcoût

Études pédologique et écologique pour choisir les essences les plus adaptées.

Ensemencement et/ou plantations en l'absence de dynamiques naturelles.

Partie 4.
**Exemples de traitements de falaises
et d'intégration paysagère**

Présentation des études de cas

Un versant rocheux instable, qu'il soit naturel ou d'origine anthropique, peut faire l'objet de traitements en vue de réduire l'aléa vis-à-vis des personnes et des biens situés à l'aval. Les parades telles qu'elles ont été décrites précédemment doivent faire l'objet d'une réflexion en vue de leur intégration dans le paysage.

Sur les sites faisant l'objet d'un classement au titre des lois et règlements qui ont été précédemment énoncés, l'avis d'un paysagiste, d'un architecte, de l'architecte des bâtiments de France est obligatoire. Il en résulte des demandes spécifiques visant à l'intégration des protections dans le site. Suivant les cas, une ou plusieurs solutions techniques sont possibles ; une discussion peut alors être engagée entre l'équipe projet et les organismes de contrôle afin de retenir la solution technique la plus adaptée vis-à-vis de la sécurité, de son intégration dans le site et de son coût. Certaines solutions peuvent être plus facilement adaptées que d'autres.

Il n'en demeure pas moins que, pour tous travaux d'une certaine ampleur sur un site rocheux, même non réglementé, l'avis d'un paysagiste est opportun : le travail d'intégration n'entraîne pas nécessairement de surcoûts et n'est pas systématiquement synonyme de difficultés.

Cette dernière partie du guide décrit des études de cas en présentant la démarche retenue pour la mise en sécurité des sites vis-à-vis de l'aléa rocheux, tout en détaillant les dispositifs de protection et de connaissance à prendre en compte suivant la nature du site. Les lieux considérés peuvent être des sites à caractère patrimonial fort tels que Rocamadour et La Roque-Gageac ou beaucoup plus anonymes, à l'image de Salles-la-Source ou Rivières-sur-Tarn.

Présentation des études de cas

- Cas1 Salles-la-Source**
ZNIEFF I et II
Intérêt paysager particulier
- Cas2 Ile de la Réunion**
Patrimoine mondial de l'Unesco
ZNIEFF I et II
- Cas3 La Roque-Gageac**
Les plus beaux villages de France
ZNIEFF
ZPPAUP
- Cas4.1 Eyzies-de-Tayac-Sireuil – Falaise du Grand Roc**
Site inscrit
Site classé
ZNIEFF I
- Cas4.2 Eyzies-de-Tayac-Sireuil – Falaise Font-de-Gaume**
Site classé
ZNIEFF I et II
- Cas5 Falaise de la Tête de Chien**
Site Natura 2000
- Cas6 Villefranche-de-Conflent, Falaises de la RN 116**
Patrimoine mondial de l'Unesco
Opération Grand Site en cours
Les plus beaux villages de France
Cité médiévale classée
Parc naturel régional des Pyrénées catalanes
- Cas6.1 Falaise à l'ouest de Villefranche-de-Conflent**
ZNIEFF II
ZICO
SIC
ZPS
Site Natura 2000
- Cas6.2 Falaise à l'est de Villefranche-de-Conflent**
ZNIEFF II
- Cas7 Saint-Antonin-Noble-Val**
Site inscrit
Arrêté de protection de biotope
ZNIEFF I et II
- Cas8.1 Rivière-sur-Tarn – Puech de Fontaneilles**
Parc naturel régional des Grands Causses
ZNIEFF I
SIC
Site Natura 2000
Intérêt paysager particulier
- Cas8.2 Rivière-sur-Tarn – Vignals**
Parc naturel régional des Grands Causses
ZNIEFF I
Site inscrit
- Cas9 Salles-la-Source lieu-dit Laroque**
ZNIEFF I et II
- Cas10 Gorges de la Bourne**
Intérêt paysager particulier

Salles-la-Source (Aveyron)

Cas1

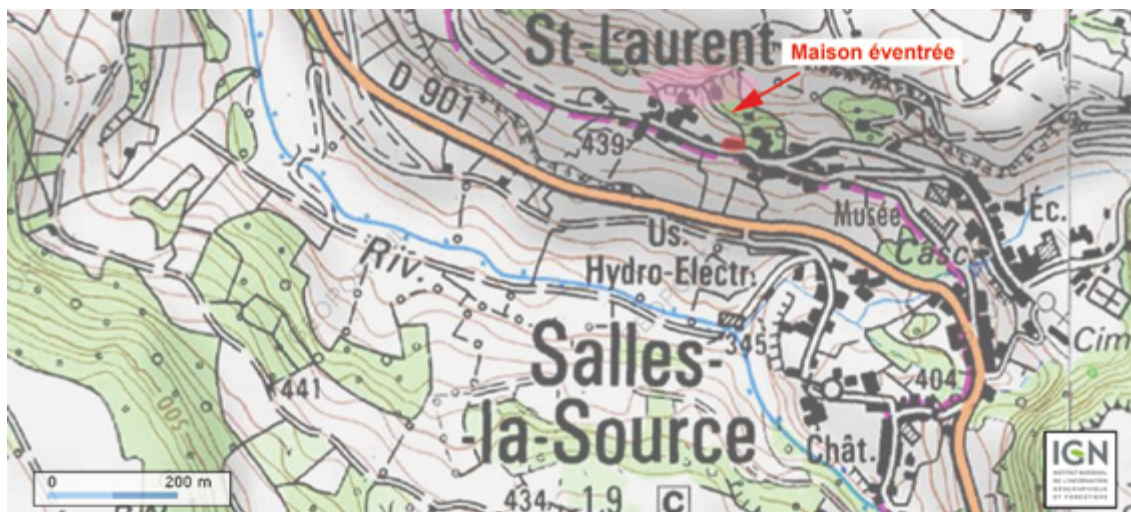
Salles-la-Source est un village situé au nord-ouest de l'Aveyron qui a été touché par des éboulements naturels exceptionnels en 2005 (figure Cas1.1). Avant cette date, aucun incident n'était à déplorer malgré la présence de cicatrice et de cône d'éboulis ancien. En juin 2005, une masse rocheuse se détache de la falaise et se propage sur la voie communale en éventrant une maison et en détruisant partiellement une grange. En août 2007, un bloc chute sur une habitation. Enfin, en décembre 2007, un éboulement au lieu-dit Laroque se produit.

Les études réalisées portent sur une caractérisation des aléas rocheux résiduels sur la falaise et le versant, et sur les traitements préventifs et curatifs à mettre en œuvre.

Les éléments de connaissances du territoire ont été recensés. La falaise bordant le Causse Comtal sur son flanc ouest fait partie d'un territoire présentant une richesse naturelle avérée :

- ZNIEFF de type I, paroi de Salles-la-Source : « *intérêt faunistique : couple de Faucon pèlerin à quelques mètres au-dessus des maisons, colonies de chauve-souris ; intérêt floristique : station méditerranéenne à *Hyssopus officinalis*, présence de *Linum alpinum leonii* – espèce nouvelle pour l'Aveyron – intérêt paysager : site pittoresque, parois avec résurgence et cascade -* » ;
- ZNIEFF de type II, le Causse Comtal et Causse de Lanhac : « *intérêt floristique remarquable : grande richesse et diversité de la flore avec près de 900 espèces recensées, notamment de nombreuses orchidées dont certaines très rares [...] et plusieurs taxons endémiques [...] ; intérêt faunistique, notamment ornithologique : présence remarquable de l'Oedicnème criard [...], ainsi que de nombreux oiseaux méditerranéens et/ou de steppes ; intérêts géomorphologique, paysager et spéléologique.* » (selon la Dreal Midi-Pyrénées) ;
- en bordure du Causse Comtal, le site est très typé et présente à ce titre un intérêt particulier, même si aucun classement ne couvre la zone.

Figure Cas1.1
Plan de situation de l'éboulement de juin 2005



Source : extrait d'une carte IGN

Contexte géologique

Les falaises sont composées de calcaires du Dogger (plus précisément d'âge Bajocien). Ces formations dominent Salles-la-Source et le rebord occidental du Causse. Elles sont constituées de calcaire dolomitique très altérable. À leur base, des marnes du Toarcien qui forment également la base de l'aquifère local piégé dans les calcaires. Cet aquifère se développe essentiellement sous forme de réseau karstique. La stratification de la falaise étant subhorizontale avec un faible pendage vers l'ouest, la commune se retrouve comme étant l'exutoire principal des eaux du massif.

En juin 2005, une masse rocheuse de 500 m³ se détache de la falaise surplombant Salles-la-Source (figure Cas1.2). Cet éboulement serait lié aux fortes contraintes thermiques. Ces contraintes auraient entraîné la rupture des principaux ponts rocheux qui maintenaient le contact avec la falaise, favorisant ainsi le départ des blocs.

La première masse éboulée a provoqué l'affaissement de la base de la falaise, composée de calcaire altéré et d'un remplissage limoneux-argileux. L'ensemble a basculé et glissé sur le terrain meuble sous-jacent. L'éboulement s'est propagé sur la voie communale, a éventré une maison puis s'est arrêté sur une grange qui a été partiellement détruite.

Figure Cas1.2
Éboulement du 23 juin 2005



Crédit photo : Cerema

Suite à cet éboulement, la première étape des travaux a consisté à nettoyer la zone et à évacuer les matériaux (figure Cas1.3). Ceux-ci ont été disloqués par micro-minage et en partie évacués vers des zones de dépôts autorisés. Un merlon a été réalisé à la base de la falaise avec le reste des produits éboulés. Cette réutilisation de matériaux évite un stockage et agit dans le sens du développement durable (diminution du transport de matériaux, diminution des prélèvements des ressources naturelles pour les besoins de la construction). Elle facilite également une bonne intégration de ce merlon dans le paysage grâce à une même teinte et une même nature de matériaux.

Figure Cas1.3
Vue de la zone débarrassée des éboulis, en 2013 : on distingue la cicatrice de teinte ocre sur la falaise



Crédit photo : Cerema

Plusieurs parades ont été appliquées pour traiter les risques résiduels à court terme sur le site (figures Cas1.4, Cas1.5 et Cas1.6). Les blocs instables au niveau de la cicatrice d'arrachement ont été éliminés par micro-minage (purgé). Les vibrations ont été contrôlées pour un respect de l'environnement et les blocs ont été emmaillotés à l'aide d'un géotextile et d'un grillage le temps des travaux pour éviter les projections sur la voie communale et les habitations (même si la présence du merlon diminue le risque de projection).

Figure Cas1.4

Identification des risques résiduels : le bloc instable au-dessus de la cicatrice a fait l'objet d'un micro-minage pour éliminer le risque résiduel



Crédit photo : Cerema

Figure Cas1.5

Identification des risques résiduels : dalle en situation instable en crête du coteau, à câbler



Crédit photo : Cerema

Figure Cas1.6

Identification des risques résiduels : colonnes en crête de coteau à emmailloter par filets de câbles et câblage



Crédit photo : Cerema

En falaise, les parois ont été débroussaillées et des arbres pouvant mettre en cause la stabilité de masses rocheuses ont été abattus. Cette suppression de la végétation permet de mettre en évidence de nouvelles instabilités. À la suite de ce travail, une purge manuelle de l'ensemble est réalisée avec la destruction de certains blocs à l'explosif.

Des ancrages passifs ont été mis en place pour clouer les masses rocheuses reconnues encore instables mais n'ayant pas été purgées. Des ancrages sont aussi utilisés pour fixer et plaquer les câbles et des filets. Les têtes d'ancrages sont peintes avec de la peinture anticorrosive époxy de la nuance RAL correspondant à la roche alentour. Elles sont ainsi traitées pour être peu visibles de loin.

Des câbles métalliques en acier galvanisé retiennent des masses instables (figure Cas1.7) et des nappes de filets de câbles métalliques en acier galvanisé emmaillotent des masses. Ces nappes sont liées entre elles par des câbles de liaison, de même nature que les câbles intérieurs des filets de câbles pour un aspect de cohérence et éviter une différence de couleur qui se remarquerait davantage dans le paysage. Ces câbles et nappes sont visibles de loin essentiellement par reflet du soleil. Ils sont cependant très visibles lorsque l'observateur est proche de la falaise. Au cours du temps, ils seront peu à peu matifiés et dissimulés par la végétation arbustive de type méditerranéen et ainsi, plus ou moins perçus selon la saison.

Un arrêté de péril a été publié rendant inconstructible la zone comprise entre la voie communale en aval et la falaise en amont. Cette zone permettra également une conservation du paysage au pied de la falaise. Enfin, une surveillance de la falaise en cas de pluies fortes ou d'orages est préconisée, ce qui permet d'agir dans le court terme sans modifier la structure de la falaise : l'alerte est donnée en cas de chute imminente.

En parallèle, des études sont menées pour évaluer l'aléa et un plan de prévention des risques naturels (cavité, éboulement, mouvement de terrain) a été prescrit pour cette commune.

L'intervention d'urgence sur ce site n'a pas permis de faire appel à un paysagiste et l'intégration paysagère n'a pas été étudiée à proprement parler. Cependant, une bonne mise en œuvre par placage a permis de limiter l'impact visuel (figure Cas1.7). À proximité de la falaise, seuls les câblages et les nappes de filets sont distingués dans le paysage. En vision lointaine, et d'un point de vue global par rapport au milieu naturel, ils sont perçus de manière variable selon leurs éclairages et la saison de l'année, qu'ils soient recouverts de végétation ou non.

Figure Cas1.7
Dispositifs de protection mis en place dans le paysage



Crédit photo : Cerema

Île de la Réunion, falaises surplombant la RN 1, actuelle route du littoral

Cas2

L'île de la Réunion est inscrite depuis 2010, pour partie (environ 40 % de son territoire), au patrimoine mondial de l'humanité, en raison « *des forêts subtropicales, des forêts tropicales humides et des landes constituant une remarquable mosaïque d'écosystèmes et de paysages visuellement séduisants* » (déclaration de l'Unesco). À ce titre, les falaises littorales de la montagne (au pied desquelles s'inscrit la RN 1, route littorale reliant St Denis à La Possession) présentent un intérêt écologique très fort.

La falaise ne constitue pas un site classé ou inscrit, mais sa spécificité en termes de biodiversité et la qualité du paysage qu'elle représente font que cet aspect a été pris en compte lors des dernières phases de mise en sécurité de la RN 1 vis-à-vis des chutes de blocs.

La route du littoral (RN 1) est ouverte à la circulation depuis le 1^{er} juin 1963. Aucune parade contre les chutes de blocs n'a été installée le long de l'itinéraire à deux voies. De 3 400 véhicules (trafic moyen journalier) entre 1963 et 1964, le trafic passe à 10 000 véhicules/jour en 1974. L'infrastructure est rapidement saturée et de fréquentes fermetures sont également occasionnées par les chutes de blocs et le débordement des ravines (de 19 à 75 jours de fermeture par an). Le chantier de mise à quatre voies est lancé en 1973 et la nouvelle route est mise en service le 5 mars 1976. Le trafic passe alors de 14 000 véhicules/jour à plus de 40 000 véhicules/jour aujourd'hui.

Des études pour des travaux de mises en sécurité de la route nationale ont été réalisées au vu de l'aléa chute de masses rocheuses, entre les PR 3+500 et 12+900 (figure Cas2.1). La capacité de retenue des ouvrages est limitée au cas des éboulements les plus fréquents et les plus largement représentés, soit le décrochement en tout point de la falaise d'une masse de rocher de 50 tonnes fractionnable en éléments indépendants caractérisés par un bloc de 5 tonnes et une distribution type de la blocométrie par les éléments de taille inférieure.

Figure Cas2.1
Plan de situation des falaises surplombant la RN 1



Source : © GEOPORTAIL

■ Contexte géomorphologique

L'île de la Réunion (50 km de large et 70 km de long), dans l'océan Indien, émerge à plus de 3 070 m d'altitude au niveau de l'ancien volcan, le Piton des Neiges, et à 2 631 m au Piton de la Fournaise, volcan encore en activité.

Contexte géologique

La falaise littorale fait partie du massif de la Montagne, massif le plus ancien de l'île. Les premiers centres éruptifs sont apparus au nord-ouest de l'île (massif de la Montagne) pour former le Piton des Neiges. Les centres éruptifs se sont ensuite déplacés pour former le volcan de la Fournaise. Après une succession de plusieurs effondrements, le volcan se trouve aujourd'hui dans le sud-est de l'île. C'est un volcan de type hawaïen, caractérisé par l'émission de laves très fluides construisant un cône en pente douce. Actuellement, les coulées de lave s'épandent vers l'est en direction de l'océan.

L'île est constituée d'un empilement de coulées basaltiques et de lits de scories :

l'unité inférieure (2,06 à 1,91 millions d'années) : constituée d'empilements de coulées massives, d'épaisseur métrique, séparées par des lits de scories ;

l'unité intermédiaire (1,07 Ma) : principalement détritique, constituée de conglomérats épais (anciennes alluvions et plus rarement éboulis) ; comblement des creux topographiques ;

l'unité supérieure (1,02 Ma) : composée d'une succession de coulées massives de puissance décamétrique et individualisées par des horizons scoriacés ; structure complexe, produits variés (coulées massives, coulées prismées, scories).

Le pendage général des coulées est de quelques degrés vers la mer (5 à 10 degrés). Seules les coulées de vallée peuvent présenter des pendages plus forts (jusqu'à 30 degrés).

Sur près de 14 km de longueur, la falaise est extrêmement sujette à l'érosion, phénomène activé par les embruns sur cette partie de l'île. Le profil de la falaise est très variable et il résulte dans ce secteur de la conjugaison de plusieurs phénomènes :

- le travail de sape de l'érosion marine, conduisant à des parois très verticales en pied de versant avec parfois un cône de matériaux éboulés à la base ;
- l'altération liée aux embruns ;
- l'érosion forte des thalwegs qui recouper plus ou moins profondément les fronts de falaise avec des accumulations de matériaux au droit des débouchés. Ce type d'érosion fragilise fortement les flancs de thalweg et plus particulièrement la zone de contact thalweg/front ;
- l'évolution propre des fronts par sous-cavage dans les scories avec mise en surplomb des coulées basaltiques qui conduit, par régressions successives, à la constitution de panneaux instables ;
- le réseau de fractures de refroidissement, verticales dans les couches de basaltes, favorise également le départ de blocs.

L'existence de coulées massives complique ce schéma. Elles se traduisent souvent par des singularités morphologiques : avancées, hautes parois verticales intercalées dans un versant. Lorsqu'elles fossilisent d'anciennes vallées, elles jouent un rôle hydrogéologique important (sources).

Les travaux routiers des années 1960 et 1970 ont conduit à d'importants abattages qui sont, en fait, à l'origine d'une grande partie des parois verticales visibles en pied de falaise.

■ Travaux de mise en sécurité

Impact des travaux déjà réalisés

À partir des années 1990, de nouveaux ouvrages de protection contre les chutes de blocs ont été réalisés, en complément des fosses et gabions réalisés au préalable. Ils consistent principalement en la réalisation d'ouvrages souples déformables associant fonctionnellement des écrans déflecteurs en falaise, des écrans en partie basse, des filets plaqués ainsi que d'autres traitements plus ponctuels.

C'est ainsi que seront mis en œuvre des filets pendus, des déflecteurs (filets pendus sur poteaux), des écrans déformables de filets qui sont particulièrement visibles dans le paysage (figure Cas2.2). En fait, ces ouvrages sont constitués de nappes de filets, mais sont généralement précédés de la mise en œuvre de lés de grillage à grande maille (100 × 120 mm) pour assurer la sécurité des opérateurs et peuvent être complétés par le placement de lés de grillage à petite maille (60 × 80 mm) pour permettre l'interception des pierres et petits blocs (impératif imposé pour la définition des ouvrages de protection : « *dispositif complémentaire devant présenter une bonne efficacité vis à vis des petits éléments* »).

Les photographies suivantes illustrent l'impact de ces protections sur le paysage.

Figure Cas2.2

Pointe de la Ravine à Malheur avant et après sécurisation. En vision de loin (depuis la mer), les dispositifs de protection (nappes de filet et de grillage) donnent un aspect lisse et grisé aux falaises. En vision de près, outre l'aspect grisé, les poteaux des déflecteurs sont très visibles.



Crédit photos : Cerema

Adaptation des dispositifs de mise en sécurité

La zone d'étude est entièrement classée en ZNIEFF répartie de la façon suivante :

- ZNIEFF de type I (zones de superficie limitée avec un intérêt biologique remarquable) :
 - les falaises littorales proprement dites, falaises de la route en corniche (est et ouest) ;
 - la ravine Lafleur ;
 - la ravine à Malheur ;
 - la ravine de la Grande Chaloupe ;
 - la ravine Jeanneton – terrain Couilloux ;
 - la grande ravine (montagne).
- ZNIEFF de type II (grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes) :
 - hauts de la Réunion.

Ces inventaires mettent en évidence l'intérêt de ces secteurs pour la flore qui est présente (végétation semi-sèche) ainsi que la présence potentielle de colonies d'oiseaux de mer.

La prise en compte de ces zones et secteurs a conduit à modifier le projet de mise en sécurité pour intégrer des mesures de réduction des impacts, notamment par :

- des aménagements spécifiques pour les oiseaux :
 - limitation de la superposition des filets ;
 - précaution dans la pose des filets ;
 - aménagement de fenêtres de transparence.

- la limitation des risques de collision avec les oiseaux :
 - câbles utilisés uniquement en phase de chantier ;
 - réduction (autant que possible) de la hauteur des haubans pour les filets déflecteurs.
- la limitation des surfaces débroussaillées pour limiter l'impact sur la végétation.
- la limitation des dérangements du rythme de vie de la faune :
 - choix de la période de travaux ;
 - parcours de vol de l'hélicoptère.

Ces mesures visent à limiter l'impact sur la faune et la flore. En parallèle, l'architecte de la DDTM (ex-DDE) a mené une réflexion concernant l'intégration des dispositifs dans leur environnement : il a ainsi été demandé que les poteaux des filets déflecteurs soient d'une couleur jaune en référence à la couleur des mâts de chocas (figure Cas2.3), espèce végétale spécifique de ce secteur, particulièrement visible dans le paysage.

À partir de 2003, et pour la première phase de mise en sécurité de la route de littoral, de nouveaux poteaux ont fait leur apparition dans les dispositifs de protection contre les chutes de blocs de type écrans de filets pare-blocs et filets déflecteurs (figure Cas2.4).

Figure Cas2.3
Détail des chocas



Crédit photos : Cerema

Figure Cas2.4
Propositions d'intégration des poteaux des filets déflecteurs (couleur jaune)



Crédit photos : Cerema

■ Bilan

Aux dires de l'exploitant local (DDTM), personne ne se plaint de la couleur des poteaux, même si la ressemblance avec les tiges de chocas est discutable. Le principal intérêt pour l'exploitant est qu'il est finalement plus facile de repérer les poteaux penchés nécessitant un entretien spécifique.

Bien que la route du littoral sur l'île de la Réunion n'ait pas fait l'objet d'une réflexion particulière quant à l'intégration des dispositifs de protection contre les chutes de blocs, la réflexion sur la mise en sécurité a été menée pour que les ouvrages, de toute façon très visibles dans le paysage, s'intègrent au mieux.

La Roque-Gageac, fort troglodyte (Dordogne)

Cas3

La commune de La Roque-Gageac (416 habitants) se situe au nord-est du bassin aquitain dans le département de la Dordogne (figure Cas3.1). Ce village est installé en rive droite de la rivière Dordogne au cœur du Périgord noir. Il est labélisé « Les plus beaux villages de France », ce qui explique son attrait touristique constant. Le tourisme constitue un aspect majeur de l'économie locale (environ 2 millions de visiteurs par an), notamment au travers des visites de ses forts et maisons troglodytes (figure Cas3.2).

La commune présente de nombreux sites classés. Elle est incluse dans différentes zones de protection environnementale et patrimoniale, notamment dans une zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF) et une zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP).

Figure Cas3.1
Ortho-photographie et plan de situation de la zone d'étude



Sources : extrait d'une carte IGN

Contexte géologique

Le village de La Roque-Gageac ainsi que la Dordogne reposent sur la partie inférieure et marneuse des formations du Coniacien. Cette lithologie est propice à la création de replats dans le paysage.

La falaise qui surplombe le village est constituée de la partie à dominante gréseuse des formations calcaires de cet étage géologique. Elle est parcourue de réseaux de fractures, de diaclases et de réseaux karstiques.

Les calcaires gréseux du Coniacien, d'une hauteur moyenne de 60 à 80 m, peuvent se diviser, à l'échelle régionale, en trois ensembles :

- à la base : un banc dur de 25 m de calcaire gréseux micritique et bioclastique à débris de bryozoaires ;
- au milieu : un banc tendre de 6 à 10 m de même lithologie ;
- en tête : un banc dur de 45 m de même lithologie montrant des faisceaux de stratifications obliques et entrecroisées.

Par le passé, le village La Roque-Gageac a subi plusieurs éboulements de grandes masses (1920, 1957, 1994) ayant entraîné mort d'hommes et dégâts importants. Le 7 janvier 2010, une partie du toit du fort troglodyte (320 tonnes) qui domine le village s'est effondrée. Une masse de 350 tonnes est demeurée en équilibre instable dans la cavité. La partie du village directement à l'aplomb est évacuée.

Figure Cas3.2

Vue de la falaise et des abris troglodytes qui constituent l'attrait touristique du village. En encadré rouge, la zone à l'origine de l'éboulement de 2010



Crédit photo : Cerema

À la suite de cet éboulement, une reconnaissance a été ordonnée dans l'urgence. Elle a été réalisée par le laboratoire régional des ponts et chaussées de Toulouse (actuellement Cerema). L'objectif était de caractériser l'aléa résiduel lié aux éléments encore en suspens : parties du toit et éboulis (figure Cas3.3).

Figure Cas3.3

Détail de la zone éboulée formant une cicatrice visible au niveau du toit de l'abri troglodyte et des éboulis à son pied



Crédit photo : Cerema

L'analyse des aléas résiduels vise à permettre dans un premier temps d'évaluer les risques encourus par les sauveteurs éventuellement dépêchés sur le site d'une part, et d'autre part, de permettre ou non la levée des mesures de précautions qui ont pu être prises sur le site pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

L'aléa résiduel est concentré au niveau du toit de l'abri troglodyte et est constitué de trois éléments :

- une partie du toit, que nous nommerons poutre (partie gauche du toit sur la figure Cas3.3 et figure Cas3.4) ;
- la partie éboulée du toit (figures Cas3.5 et Cas3.6) ;
- le nouveau toit de l'abri dont la stabilité doit être évaluée.

La poutre (320 tonnes) est découpée et désolidarisée sur l'ensemble de ses faces (figure Cas3.4). Une partie des éboulis se trouve en équilibre précaire, appuyée sur une barrière en bois de la courtine du fort comme on peut le voir sur la figure Cas3.6. La majeure partie repose sur le plancher du fort et la possible propagation des éboulis menace directement le village en aval.

L'ensemble de ces éléments a conduit à considérer que l'aléa était très élevé et pouvait survenir dans un délai qui va d'imminent à court terme. Phénomène aggravant, les bancs constituant le nouveau toit de l'abri, sont soumis à des effets conduisant à la poursuite du mouvement d'évolution régressive avec le rééquilibrage des contraintes au sein du massif.

Figure Cas3.4

Vue du toit de la cavité formant une poutre résiduelle. Les géotechniciens examinent le décollement du banc et évaluent l'aléa résiduel



Crédit photo : Cerema

La conjonction de la présence de la poutre en équilibre précaire et des éboulis sous celle-ci constitue un aléa majeur. C'est pourquoi il était nécessaire de réaliser des travaux d'urgence permettant d'évacuer une partie des produits éboulés, de stabiliser l'autre partie, puis de limiter le risque de propagation sur le village et sur la route départementale. Ces travaux conditionnent la réouverture des zones neutralisées dans le bourg.

Figure Cas3.5

La tour troglodyte, dont la maçonnerie a été fortement ébranlée, ne résisterait pas aux vibrations générées par la chute de la poutre – Produits éboulés au premier plan de la photo



Crédit photo : Cerema

Figure Cas3.6

Éboulis instables menaçant le village



Crédit photo : Cerema

Très rapidement, un écran pare-blocs de capacité 5 MJ a été mis en œuvre (figure Cas3.7). Les éboulis ont été évacués ou stabilisés in situ à l'aide de câbles (figure Cas3.8). La poutre a fait l'objet d'une instrumentation de contrôle de déplacement, de même que les bancs constituant le nouveau toit du fort.

Figure Cas3.7

Écran pare-blocs mis en œuvre dans l'urgence



Crédit photo : Cerema

Figure Cas3.8

Éboulis stabilisés



Crédit photo : Cerema

Ces travaux représentent une solution temporaire de sécurisation, ne pouvant pas prendre en compte les aspects paysagers, environnementaux et patrimoniaux. L'étude d'une confortation pérenne de l'abri troglodyte devra être menée ultérieurement et devra intégrer les aspects suivants :

- Géotechnique :
 - stabilisation de la poutre ;
 - stabilisation du toit ;
 - évacuation des éboulis.
- Patrimonial :
 - conservation de la tour ébranlée ;
 - éventuelles fouilles archéologiques dans le plancher du fort.
- Paysager :
 - conservation de l'aspect pittoresque et de l'intérêt patrimonial des falaises de La Roque-Gageac.
- Biotope :
 - présence de chiroptères, de genettes, etc.

Les pièces rédigées en vue du lancement d'une consultation pour sélectionner un maître d'ouvrage délégué intègrent ces différents aspects.

Les Eyzies-de-Tayac-Sireuil (Dordogne)

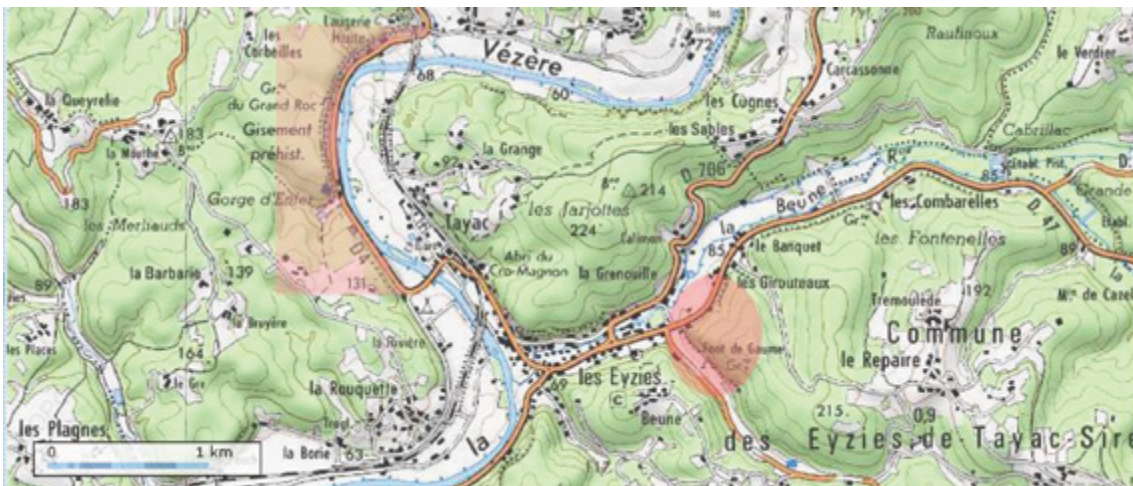
Cas4

La falaise du Grand Roc, sur la rive droite de la Vézère, et la falaise de Font-de-Gaume, sur la rive gauche de la Beune, sont situées sur la commune des Eyzies-de-Tayac-Sireuil à l'est du département de la Dordogne (figure Cas4.1). Un diagnostic géotechnique des falaises concernant l'aléa chute de masses rocheuses a été réalisé.

Pour le premier site, l'objectif unique a été la sécurisation de la falaise et de ses abords.

Pour le second site, l'étude fait suite à une demande de la DDT de Dordogne souhaitant mettre en valeur la falaise tout en assurant une sécurisation du site. Les différents travaux préconisés dans ces deux sites n'ont pas encore été réalisés à ce jour.

Figure Cas4.1
Situation des falaises du Grand Roc et de Font-de-Gaume



Source : extrait d'une carte IGN

■ Cas 4.1 - Les Eyzies-de-Tayac-Sireuil, falaise du Grand Roc

La falaise du Grand Roc, de 50 à 70 m de haut, borde la route départementale 47 (figure Cas4.2). Différents espaces paysagers et naturels à valeur patrimoniale sont intégrés dans ce site :

- la falaise du Grand Roc de Laugerie et du Bil et leurs abords immédiats : site inscrit ;
- le Grand Roc et de Laugerie : site classé, avec grottes et abris préhistoriques ;
- la Gorge d'Enfer : site classé ;
- le coteau des Eyzies et de Manaurie : zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I. Secteur présentant de fortes capacités biologiques, un bon état de conservation et constituant de grands intérêts biologiques ou écologiques.

Figure Cas4.2

Vue d'ensemble de la falaise du Grand Roc



Crédit photo : Cerema

La ZNIEFF de type I est délimitée dans ces falaises puisqu'elles présentent une « juxtaposition de milieux présentant des groupements d'espèces à affinités méditerranéennes et [...] à affinités médio-européennes et sub-montagnardes ». Les affleurements rocheux sont favorables à la nidification ou à l'hivernage de certains oiseaux peu nombreux au niveau régional (choucas des tours, faucon pèlerin, tichodrome échelette, martinet noir, etc.). Il n'a pas été demandé de prise en compte particulière du paysage eu égard à ces sites remarquables. L'objectif a donc été, sans augmenter le budget initial, de proposer des travaux d'impact visuel limité.

Contexte géologique

La falaise est constituée de calcaire grossier bioclastique ou sableux du Coniacien. En crête, ce calcaire est recouvert d'un calcaire silteux à glauconie et d'un calcaire gréseux bioclastique du Santonien inférieur. Ils présentent tous les deux une stratification subhorizontale et sont découpés par un réseau de diaclases subverticales.

Les agents climatiques (gel/dégel, précipitations, vent) altèrent et creusent préférentiellement les couches tendres de la falaise (phénomène de sous-cavage), ce qui accentue la mise en relief des calcaires plus résistants. L'érosion étant un phénomène continu, les volumes mis en jeu sont progressivement importants.

Des karsts et des grottes (ou abris) se sont développés par dissolution des calcaires sous l'effet des infiltrations d'eau météoriques. Ce phénomène provoque également l'agrandissement des diaclases subverticales accentuant le découpage de la paroi en dièdres. Cette géométrie favorise ensuite les instabilités de blocs sous l'effet de leur propre poids.

Un diagnostic de la falaise a été réalisé car des chutes de pierres se produisent régulièrement dans le versant. Dans le passé, des chutes de blocs et des éboulements rocheux se sont propagés sur le pied de talus et la chaussée de la route départementale 47. L'aléa chutes de masses rocheuses est variable selon les zones d'exposition et peut être de faible à très élevé. Les enjeux dans cette zone sont les sites touristiques (grotte du Grand Roc, Gorge d'Enfer, Laugerie-Haute), la route et les habitations adossées aux falaises (figure Cas4.2).

Les traitements préconisés sur l'intégralité de la falaise ont débuté par la purge et le nettoyage de la végétation à la fois en crête de falaise et sur ses parois. Ceci permet de rendre un aspect plus minéral à la falaise.

Ensuite, différents techniques ont été recommandées selon le volume des blocs et leurs configurations :

- Pour les blocs individualisés d'un volume inférieur à 1 m³, les écailles et les produits de desquamation : après une purge manuelle des blocs les plus instables, pose de grillage plaqué (figure Cas4.3). Ce procédé est moins visible qu'un grillage pendu et il reprend la morphologie de la paroi en se confondant avec la roche au bout d'un an environ.

Figure Cas4.3

Zone où la pose de grillage plaqué est recommandée après une purge manuelle des blocs les plus instables



Crédit photo : Cerema

- Pour les blocs entre 1 et 20 m³ : câblages ou emmaillotements par des filets de câbles (figure Cas3.4). Pour les blocs se situant dans un versant rocheux avec de la végétation, l'emmaillotement ou les câblages ne sont visibles qu'en vision proche, voire pas du tout lorsque la végétation les masque complètement. Ils peuvent être perçus en vision lointaine selon leur exposition et l'éclairage du soleil.

Figure Cas4.4
Blocs superposés à emmailloter



Crédit photo : Cerema

- Pour les blocs entre 3 et 5 m³ : purge par micro-minage précédée d'un emmaillotement des blocs pour limiter les projections et les propagations éventuelles.
- Bancs individualisés par des fissures mais encore solidaires de leurs socles : clouage par ancrage passif (figure Cas4.5). Les têtes de clouages sont matifiées avec de la peinture époxy anticorrosive. La couleur est choisie en fonction de la teinte de la roche patinée alentour dans le nuancier RAL et mise en œuvre au plus proche des conditions de l'ACQPA. Cette peinture, non néfaste pour l'environnement, dissimule les ancrages. Ils sont donc peu visibles en vision proche et lointaine.

Figure Cas4.5
Écaille à ancrer



Crédit photo : Cerema

Bien qu'aucune prescription n'ait été fournie par un paysagiste ou l'ABF, les différentes mesures de protection conduiront à une intégration satisfaisante dans le paysage, et ce, sans surcoût.

■ Cas 4.2 - Les Eyzies-de-Tayac-Sireuil, falaise de Font-de-Gaume

La falaise de Font-de-Gaume (figure Cas4.6), haute de 25 à 30 m sur 130 m de long, présente, tout comme la falaise du Grand Roc, différents attraits paysagers et environnementaux :

- la grotte de Font-de-Gaume : site classé, avec une grotte préhistorique ornée de peinture rupestre ;
- le vallon de Font-de-Gaume : ZNIEFF de type I. Il regroupe « *différents sites rupestres d'expositions diverses [...] couronnés de boisements dont la composition est fonction de l'exposition. Outre l'intérêt botanique, ces sites permettent l'hivernage (ou) et la nidification d'oiseaux rares, d'origine montagnarde pour les premières ou inféodés aux milieux rocheux pour les seconds aux basses altitudes. Difficilement accessibles, elles permettent le maintien de mammifères tel que la genette.* » (selon la Dreal Aquitaine) ;
- la Grande Beune (Beune Nord) : ZNIEFF de type II, avec un secteur présentant de fortes capacités biologiques, un bon état de conservation, de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ainsi que des potentialités biologiques importantes. « *Cet ensemble linéaire de parcelles plus ou moins marécageuses [...] composé d'un tapis végétal est fonction des actions anthropiques qui conditionnent les oscillations des facteurs hydrique et photique. Il a un grand intérêt paysager, les pentes boisées, les falaises encadrent le fonds de la vallée tourbeuse. Des sites archéologiques et architecturaux remarquables et exceptionnels font partie de l'ensemble préhistorique de la vallée de la Vézère d'intérêt culturel mondial.* » (Dreal Aquitaine).

Contexte géologique

La falaise de Font-de-Gaume se situe dans le même contexte géologique que la falaise du Grand Roc et est composée d'alternance de calcaires de dureté variable. Elles présentent toutes les deux une stratification subhorizontale et sont découpées par un réseau de diaclases subverticales.

La présence de ce réseau de diaclases, couplé aux facteurs d'altération, entraîne la mise en surplomb d'une grande partie de la falaise avec un découpage en colonne ou en écaille, particulier à ce secteur. Les diaclases évoluant par l'action combinée de la végétation arbustive, de l'infiltration des eaux météoriques et des agents climatiques, individualisent de grandes masses rocheuses qui glissent sous l'effet de leur propre poids.

Un projet paysager a été mené par l'ABF, la Dreal et le musée de la préhistoire sur la falaise de Font-de-Gaume. Ce projet a conduit à la décision de rendre l'aspect minéral supposé existant à l'époque préhistorique par une action de dévégétalisation.

Un diagnostic géotechnique de la falaise a été prescrit pour évaluer les aléas chute de masses rocheuses, aléas qui se sont révélés variables selon les zones. Les enjeux forts sur ce site sont le chemin d'accès à la grotte préhistorique et les habitations en bas de la falaise.

Figure Cas4.6

Falaise de Font-de-Gaume

Photo prise dans les années 1960

Photo prise en octobre 2008



Crédit photos : Cerema

La suppression de la végétation qui masque la falaise, son pied et le rebord du plateau, doit être menée en suivant certaines recommandations :

- Les zones à déboiser doivent faire au préalable l'objet d'une reconnaissance en présence du maître d'œuvre et du coordinateur environnement pour maintenir le site dans le meilleur état possible.
- Le personnel doit être spécialisé dans les travaux acrobatiques, tant pour les travaux d'élagage ou d'abattage d'arbres, que pour les travaux de confortement rocheux. L'appel à ces professionnels qualifiés évite la création de pistes d'accès dans des zones peu accessibles et garantit la sécurité de l'intervention.
- Les déchets de débroussaillage et d'abattage doivent être rassemblés et stockés dans des zones définies au préalable, respectant le site, la faune et la flore. Il peut être recommandé de stocker les troncs en andains afin de ne pas charger le paysage.
- Les déchets verts peuvent être soit broyés sur place soit évacués en décharge selon un plan garantissant le respect de l'environnement.
- Les souches doivent être dévitalisées à l'aide d'un produit agréé par le maître d'œuvre.
- Une politique de vigilance incendie pendant les travaux doit être mise en place : interdiction de brûlage des déchets sur chantier, obligation d'un extincteur par points chauds, interdiction de certains travaux, etc.
- L'accès à la grotte doit être sécurisé pendant la période des travaux.

À la suite des actions de déboisement, la purge des blocs instables a été réalisée, soit manuellement soit à l'aide de ciment expansif pour fragmenter les blocs.

Plusieurs dispositifs de traitement de l'aléa ont ensuite été préconisés selon la configuration et la taille des aléas :

- les surplombs rocheux, les blocs désolidarisés et les écailles font préférentiellement l'objet de clouage. Pour faciliter l'intégration paysagère de ces dispositifs, il a été recommandé de cacheter les têtes de clous avec un mortier de ciment d'une teinte se rapprochant de la couleur du calcaire patiné ;
- un buton maçonné, et non bétonné, a été recommandé en stabilisation d'une écaille pour s'intégrer au mieux dans le versant rocheux ;
- les blocs désolidarisés empilés seront câblés ou emmaillotés par filets de câbles. Ces deux techniques sont peu visibles en vision lointaine (elles le sont principalement par reflet du soleil). Pour les blocs situés dans le versant, en l'absence d'accès, les protections seront peu visibles depuis les zones circulées.

Les confortements retenus, par leur transparence paysagère, permettent une bonne intégration au site.

Falaise de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes)

Cas5

La falaise de la Tête de Chien est située sur les communes de la Turbie et de Cap d'Ail, au-dessus de la principauté de Monaco (figures Cas5.1 et Cas5.2). Cette falaise se situe sur un site Natura 2000 (site d'intérêt communautaire – corniches de la Riviera) et présente des espèces florales (nivéole de Nice) et fauniques protégées.

Figure Cas5.1
Plan de situation du site de la Tête de Chien



Source : © GEOPORTAIL

Figure Cas5.2
Site de la Tête de Chien avant travaux



Crédit photo : Cerema

À l'aval du site se trouvent de nombreux enjeux tels que des habitations, l'hôpital de Monaco, etc.

De nombreux éboulements ont affecté le site par le passé :

- 6 décembre 1993 : en aval du chemin du Signal, un éboulement s'est produit au niveau de la falaise sous le fort ; une partie des blocs s'est arrêtée au niveau de la petite falaise de Réveïra, les autres blocs ont parcouru environ 400 m, impactant en fin de course deux villas ;
- 19 juillet 1997 : des blocs d'un volume total de 20 m³ (les plus gros faisant près de 6 m³) se sont détachés d'un petit escarpement à plus de 470 m de hauteur en aval du fort et ont parcouru une distance d'environ 400 m avant d'être arrêtés par la route ou par des habitations ;

- 15 septembre 1998 : une écaille d'un volume d'environ 10 m³ s'est détachée de la partie inférieure de l'extrémité sud-est de la falaise de la Tête de Chien ; elle s'est fractionnée dans sa course en éléments inférieurs au mètre cube. Le volume des blocs arrêtés sur le chemin du Signal varie de 0,1 à 0,2 m³, ils ont parcouru une distance de près de 200 mètres ;
- En 2006 : un volume d'environ 3 m³ se détache de la paroi sans dégâts pour les habitations.

L'ensemble de ces événements ainsi que les obligations relatives aux PPR mouvements de terrain en cours sur les communes de la Turbie et de Cap d'Ail ont amené ces communes, à travers le Sivom de Villefranche-sur-Mer, à réaliser des travaux de mise en sécurité du site.

Contexte géologique

Le site est caractérisé, en partie supérieure, de l'ouest vers le nord, par une succession de barres rocheuses de 10 à 30 m de haut (Loubière), par une falaise jusqu'à une centaine de mètres de haut (Tête de Chien) et par une succession de petites barres rocheuses de quelques mètres à une vingtaine de mètres de haut (en amont du quartier des Révoires). En partie médiane vers l'est, les falaises forment des escarpements de 10 à 50 m de haut créant une morphologie de versant très irrégulière dans tout ce secteur. Les concavités y jouent un rôle important dans la propagation des blocs en concentrant les trajectoires.

De part et d'autre de cette zone, le versant est plus régulier et composé d'un substratum rocheux calcaire, plus ou moins altéré, localement recouvert en partie inférieure par des éboulis et des brèches d'épaisseur mal connue.

Les falaises et escarpements sont constitués de calcaires parfois dolomités du Jurassique, stratifiés en bancs décimétriques à métriques, très massifs pour les plus épais (Tête de Chien).

Du point de vue structural, la Tête de Chien est une écaille de l'arc de Nice chevauchant vers le sud l'avant-pays volcanique de cap d'Ail (Oligocène et Miocène). Elle est formée par une charnière anticlinale, d'orientation nord-sud.

La mise en sécurité du site a nécessité la mise en place de parades actives et passives :

- parades actives : ancrages de confortement et filet plaqué ;
- parades passives : écrans pare-blocs.

■ Intégration paysagère

Le classement en site Natura 2000 protège essentiellement la faune et la flore et non le paysage en tant que tel.

Lors de la décision de mise en sécurité du site, il n'était pas encore entré dans les mœurs d'avoir recours à un paysagiste pour l'intégration des parades. Néanmoins, dans un souci de préservation du site, des travaux de camouflage ont été réalisés : peinture des poteaux des écrans (figure Cas5.3) et positionnement des têtes d'ancrages dans des engravures.

Figure Cas5.3

Travail de camouflage des poteaux par différentes peintures à gauche – poteaux en vue lointaine à droite – Site de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes)



Crédit photos : Cerema

Lors de la réalisation des travaux, des adaptations des solutions techniques pour la préservation de la faune et de la flore ont également été mises en œuvre telle que le fractionnement des lignes d'écrans afin de rompre les grands linéaires (figure Cas5.4).

Figure Cas5.4

On distingue trois lignes d'écrans sur le versant, disposition permettant de rompre les grands linéaires – Site de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes)



Crédit photo : Cerema

Villefranche-de-Conflent, falaises surplombant la RN 116 (Pyrénées Orientales)

Cas6

Villefranche-de-Conflent est une cité médiévale classée, située dans la haute vallée du Conflent (Pyrénées-Orientales) (figure Cas6.1). Elle est inscrite au patrimoine mondial de l'Unesco pour ses forts construits par Vauban. Une opération « grand site » y est menée avec le site du Canigou. La cité de Villefranche-de-Conflent se situe dans le parc naturel régional des Pyrénées Catalanes et est labélisée « Les plus beaux villages de France ».

À l'ouest de la commune, des études de mises en sécurité de la route et de la voie ferroviaire au vu de l'aléa chute de masses rocheuses ont été réalisées. Dans le cadre de ces études, la covisibilité de sites particuliers (patrimoine mondial de l'Unesco, sites classés, etc.) n'a pas ajouté de contraintes aux propositions de mise en sécurité. Afin d'assurer l'intégration paysagère des parades mises en œuvre, le maître d'ouvrage a dû contacter les propriétaires concernées par les dispositifs et les organismes publics s'occupant du classement des sites.

À l'est de la commune, pour gérer ce même aléa, des écrans pare-blocs ont été posés en accord avec l'architecte des bâtiments de France sans contrainte particulière même en covisibilité.

Figure Cas6.1

Plan de situation des falaises



Source : extrait d'une carte IGN

Contexte géologique

La falaise est constituée de formations fossilifères du Paléozoïque (Silurien au Carbonifère inférieur) nommées Supergroupe de Villefranche. Cet ensemble, au cœur du synclinal de Villefranche, est composé de très nombreuses roches :

- formations allochtones :
 - marbre flambé de Villefranche ;
 - calcaires à griottes ocre rouge ;
 - calcaires gris supragriottes ;
 - différents faciès de Flysch.
- formations autochtones :
 - schistes noirs carburés.

Le réseau de discontinuité est dense. Il laisse apparaître d'importants éperons rocheux et des blocs instables de volumes variables. Les processus d'altération et le découpage de la paroi en dièdres volumineux le long de ces discontinuités fragilisent ce versant et sont la cause des chutes de blocs. Les discontinuités évoluent avec le développement de la végétation.

■ Cas 6.1 - Falaise à l'ouest de Villefranche-de-Conflent

La falaise à l'ouest de Villefranche-de-Conflent s'élève jusqu'à 500 m au-dessus de la route nationale 116 sur un linéaire d'environ 2000 m de long. En plus de faire partie du parc naturel régional des Pyrénées catalanes, cette falaise associe d'autres classements paysagers et environnementaux :

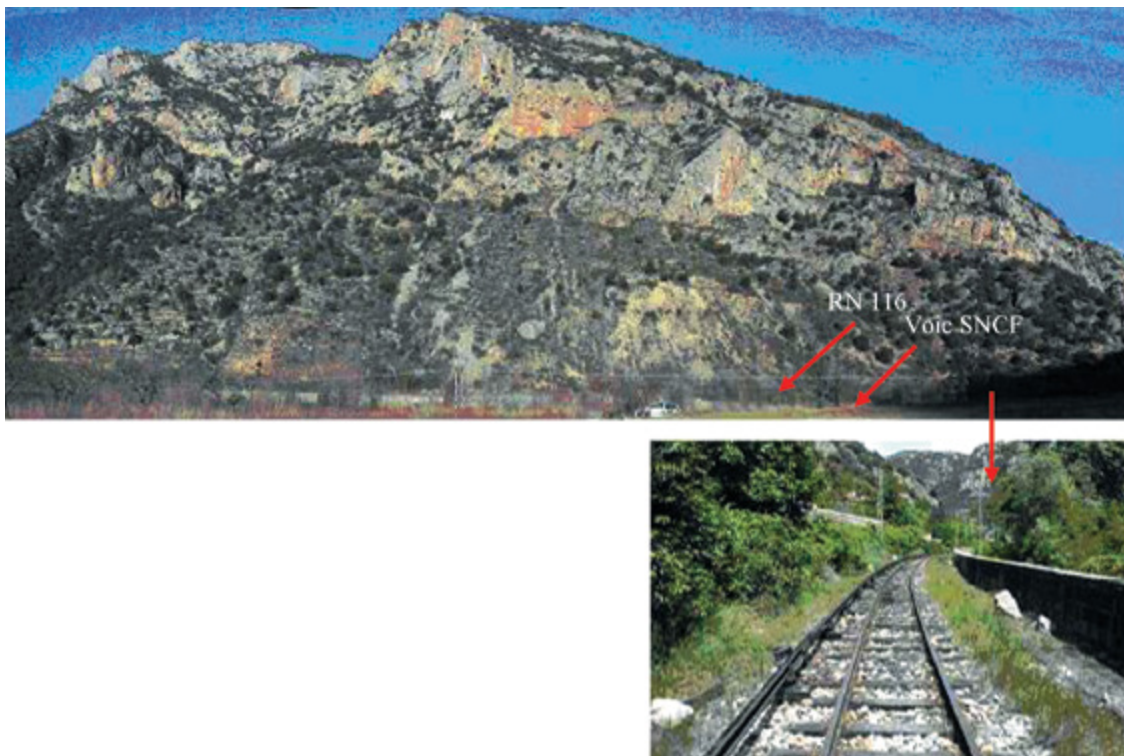
- Massif du Madres-Mont Corona : zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) et ZNIEFF de type II. Ce massif a un intérêt floristique : « *ce massif abrite de nombreuses espèces rares, reliques ou endémiques [...]. C'est aussi la seule station connue au monde pour l'*Hormatophyllapyrenaïca* (Corbeille d'Argent des Pyrénées), espèce relique du tertiaire. [...] Le support de roches mères, sous une gradation des conditions météorologiques, depuis un climat méditerranéen à Villefranche sur la frange sud, jusqu'à un climat nettement océanique sur la portion nord, permet la croissance d'une flore très diversifiée comportant un nombre très important d'espèces endémiques pyrénéennes et de reliques glaciaires.* » Il présente aussi un intérêt faunistique pour des oiseaux en régression (le grand coq de bruyère, l'aigle royal) ou inscrits sur le livre rouge (la perdrix grise, le hibou grand-duc) ; et également pour les grands carnivores (l'ours, le lynx, le chat sauvage, la genette, le desman des Pyrénées). Le substrat est composé d'une « *grande diversité de structures, de faciès et de nature de roches (calcaires et siliceuses), riches en fossiles. Il présente un très important réseau spéléologique [...]* – et est d'intérêt pré et protohistorique). » (selon la Dreal Languedoc-Roussillon) ;

- Massif de Madres-Coronat : site à importance communautaire (SIC) et zone de protection spéciale (ZPS, site Natura 2000). La ZPS est définie ici car ce massif a « *un fort intérêt écologique pour 17 espèces inscrites à l'annexe I de la directive oiseaux dont le gypaète barbu. D'autres espèces connues ailleurs sur le massif pyrénéen, le fréquentent épisodiquement et pourraient y trouver des sites favorables à la nidification.* » (Dreal Languedoc-Roussillon).

La falaise, découpée par de nombreuses discontinuités, laisse apparaître d'importants éperons rocheux et des blocs instables de volume variable (de 0,01 m³ à plusieurs dizaines de mètres cubes). De nombreux blocs ont traversé la chaussée et se sont retrouvés ensuite sur la voie ferrée (figure Cas6.2) dans un secteur où le merlon de protection n'est pas présent. La partie ouest de la zone d'étude est protégée en pied de versant par des zones d'atterrissement formant des pièges à cailloux. Sur tout le versant, les enjeux sont liés à la RN 116 et à la voie ferrée. Aucune habitation n'est construite en pied de falaise.

Figure Cas6.2

Vue d'ensemble de la falaise surplombant la RN 116 – zoom sur voie SNCF où l'on aperçoit quelques blocs



Crédit photos : Cerema

Le diagnostic géotechnique de la falaise a conduit à des préconisations de traitements. Quatre écrans pare-blocs de 1,5 MJ ont été positionnés dans le versant en plus des six écrans de 5 MJ de capacité nominale. Les mises en œuvre ont été réalisées préférentiellement en quinconce pour éviter une linéarité, une répétitivité dans le paysage et rappeler le rythme des terrasses de cultures aujourd'hui abandonnées. Ces parades rocheuses seront surtout visibles par leurs supports les premières années, en vision proche et lointaine. Les filets sont peu visibles de loin. La végétalisation les

dissimulera ensuite derrière une barrière végétalisée à une distance appropriée pour son bon fonctionnement. De plus, une purge manuelle a été effectuée pour éliminer les masses rocheuses en crête, au niveau de l'emprise des écrans, et ceux instables dans le versant. Les instabilités mises à jour lors de la dévégétalisation seront aussi purgées. Enfin, une colonne rocheuse (figure Cas6.3) a été purgée et confortée par un filet à anneaux. La colonne rocheuse étant située en hauteur, ce filet est peu visible de la vallée. Il sera visible de loin selon la saison (principalement en hiver) et selon l'ensoleillement.

Figure Cas6.3
Colonne rocheuse à emmailloter avec filet anti-sous-marin



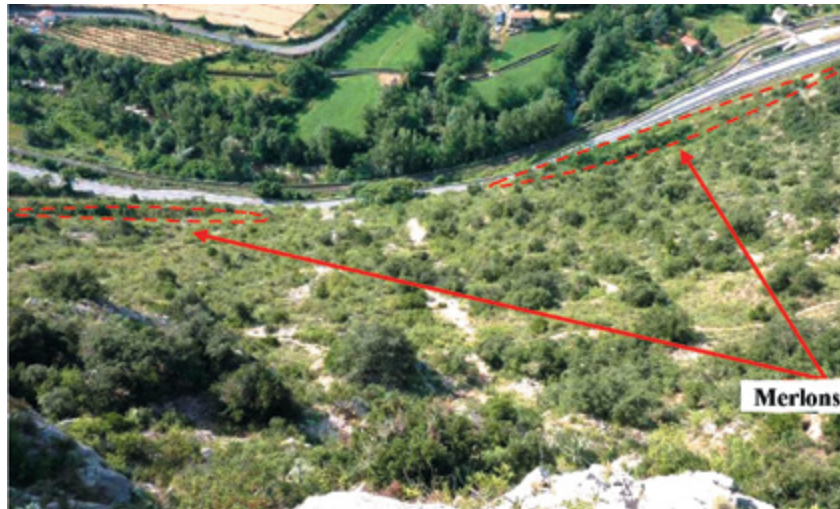
Crédit photos : Cerema

Des purges au ciment expansif et par micro-minage ont été réalisées au niveau de l'emplacement du filet acier allié à haute limite élastique et pour certains blocs présents dans le versant. Ils ont été préalablement emmaillotés pour limiter la projection de blocs, voire la destruction de la faune et de la flore.

De par sa composition en acier de couleur mat, le filet ne se reflète pas au soleil ; en vision lointaine, il demeure ainsi peu visible dans le versant. Les têtes d'ancrages réalisées sont peintes après matification avec une référence de couleur définie selon le nuancier RAL correspondant à la teinte du calcaire.

Le merlon déjà présent devra être recalibré et prolongé. Celui-ci est peu visible car bien végétalisé ; il est aperçu uniquement lorsque l'observateur se situe dans la fosse de réception et dans les quelques mètres qui le surplombent. Son redimensionnement sera réalisé avec la volonté de conserver l'intégration paysagère, et une plantation de semences locales de couverture sera utilisée (figure Cas6.4).

Figure Cas6.4
Merlon discontinu végétalisé déjà existant



Crédit photo : Cerema

Lors des travaux de sécurisation, une barrière grillagée a été placée au niveau du talus rocheux qui borde la route, uniquement pendant la durée des travaux, pour assurer la sécurité de la chaussée. Enfin, les crêtes et les emprises des écrans, filets, barrières et grillages, ont été dévégétalisées pour leur bon fonctionnement, mais ne déstructurent en rien le paysage et l'intégration des parades dans la falaise.

Au-delà de leur utilité en tant que parades rocheuses, les écrans pare-blocs mis en œuvre (figure Cas6.5) permettent également de rappeler les nombreuses terrasses qui couvraient ce territoire jusqu'à la première guerre mondiale.

Figure Cas6.5
Vue aérienne des travaux finis : les écrans sont disposés en quinconce pour rappeler le rythme des cultures en terrasses



Crédit photo : Cerema

■ Cas 6.2 - Falaise à l'est de Villefranche-de-Conflent

Toujours dans le périmètre du parc naturel régional des Pyrénées catalanes, une ZNIEFF de type II, le massif de l'Ambouilla et Canalettes, est associée à la falaise à l'est de Villefranche-de-Conflent. Elle présente un intérêt d'ordre « *faunistique : une avifaune remarquable niche dans ce périmètre comprenant des espèces protégées et inscrites sur le livre rouge des espèces menacées comme le hibou grand-duc ou l'alouette lulu.* » De nombreux chiroptères (protégés au niveau européen) ont été observés. D'un point de vue floristique, « *les escarpements rocheux abritent des espèces très rares qui sont liées aux rocailles et qui n'existent que dans la partie orientale des Pyrénées. Ces escarpements sont d'une manière générale une zone d'accueil et de refuge pour bon nombre d'oiseaux et de chiroptères. C'est un des sites les plus riches pour l'avifaune de tout le massif du Canigou.* » (Dreal Languedoc-Roussillon).

Sur cette falaise, des écrans pare-blocs ont été posés en 2005 au-dessus de la RN 116 pour limiter la propagation des blocs dans le versant et sécuriser la route. La présence de nombreux blocs dans ces écrans, de volume inférieur à 3 m³, montre leur utilité.

Cette partie de la falaise étant en covisibilité avec les forts Vauban inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco, le projet d'aménagement concernant les écrans a été soumis à l'architecte des bâtiments de France. Aucune prescription particulière n'a été demandée. Les parades ont donc été posées horizontalement dans la falaise en visibilité forte pour les observateurs proches. En vision lointaine, ce sont principalement leurs supports qui ressortent du paysage (figure Cas6.6). La visibilité des parades permet de mettre en évidence le traitement de l'aléa chutes de masses rocheuses et facilite une prise de conscience du risque rocheux sur la falaise par les habitants et les touristes.

Figure Cas6.6
Écrans pare-blocs en covisibilité avec les forts Vauban



Vue lointaine depuis le fort aval



Fort Vauban inscrit au Patrimoine mondial de l'UNESCO



Vue proche

Crédit photos : Cerema

Saint-Antonin-Noble-Val, Roc Deymié (Tarn-et-Garonne)

Cas7

La commune de Saint-Antonin-Noble-Val est située au nord-est du département du Tarn-et-Garonne (figure Cas7.1). Les falaises du Roc Deymié, au-dessus de la route départementale 75, produisent régulièrement des chutes de blocs. En 2000, certains blocs se sont propagés jusqu'en rive droite de l'Aveyron, balayant deux routes départementales. En 2004, le bilan de l'évaluation de l'aléa chutes de masses rocheuses sur le reste de la falaise avec le contrôle de la partie concernée par les éboulements rocheux a été réalisé. Des propositions de mises en œuvre pour sécuriser toute la zone ont été soumises à la commune.

Figure Cas7.1
Plan de situation de Roc Deymié



Source : extrait d'une carte IGN

Cette falaise de Roc Deymié, de 40 à 50 m de haut, assimile plusieurs éléments à intérêts patrimoniaux divers :

- gorges de l'Aveyron et de la vallée de la Vere : site inscrit ;
- dans le cours d'eau de l'Aveyron : arrêté de protection de biotope ;
- Roc Deymié : ZNIEFF de type I. Cette zone a un « *intérêt floristique : station méditerranéenne avec cortège floristique du chêne pubescent et du chêne vert, grande diversité et richesse floristique avec des espèces originales et souvent rares, nombreuses d'orchidées* ».
- gorges de l'Aveyron : ZNIEFF de type II. Ces gorges ont un « *intérêt faunistique ornithologique : nombreuses espèces d'oiseaux méditerranéennes telles que la fauvette passerinette, le hibou petit-duc, la pie grièche écorcheur et à tête rousse, des oiseaux rupestres comme le faucon pèlerin, le hibou grand-duc. Intérêt mammalogique également : forte densité de genettes et de fouines, colonie de* ».

mise-bas et d'hivernage de chauve-souris dans les cavités karstiques. D'un point de vue floristique, intérêt biogéographique et écologique : nombreuses stations méditerranéennes et présence d'espèces montagnardes. Niveau paysager, esthétique et patrimoniaux, ce sont des sites pittoresques (grandes parois calcaires) et touristiques (fontaines pétrifiantes). » (Dreal Midi-Pyrénées).

Contexte géologique

La falaise est constituée de calcaire du Dogger inférieur (Bajocien dans sa partie supérieure et Aalénien à sa base, 175 à 167 Ma) reposant sur des marnes schisteuses grises. L'ensemble de ces formations présente une stratification subhorizontale.

Des systèmes de diaclases subverticales découpent les parois en dièdres. L'infiltration des eaux météoriques dans les discontinuités provoque l'individualisation des dièdres et leurs décollements de la paroi. Ce phénomène accompagné de l'érosion des couches tendres sous-jacentes (phénomène de sous-cavage) déclenche leurs glissements.

Sur l'ensemble de la falaise, les aléas sont classés d'un niveau faible à très élevé. Les enjeux humains sont les routes départementales 75 et 958 et la rive droite de l'Aveyron, fortement fréquentée pour les sports aquatiques.

L'inscription du site et ces différents classements n'ont eu aucune répercussion sur les prescriptions techniques. Le choix des parades a donc été adapté pour avoir le moins d'impact possible sur le paysage.

Dans un premier temps, les zones présentant un risque élevé à très élevé à court terme ont été sécurisées selon les modalités suivantes :

- Pour les blocs individualisés d'un volume $< 1 \text{ m}^3$: purge manuelle principalement (figure Cas7.2).

Figure Cas7.2
Blocs instables de $0,3 \text{ m}^3$ à purger manuellement



Crédit photo : Cerema

- Pour les blocs de volume compris entre 1 et 15 m³ (voire exceptionnellement jusqu'à 32 m³) : purge par micro-minage, avec emmaillotement par câbles pour les blocs > 4 m³ (figure Cas7.3) emmaillotement de câbles fixés par des systèmes de fixation mécanique (type chevilles) pour les masses inférieures à 10 m³ et sur ancrage pour les masses supérieures à 10 m³. L'emmaillotement limite le risque de projection lié à l'emploi d'explosifs ; il limite également la propagation de masses rocheuses dans le paysage et le risque de destruction de faune et/ou de flore.

Figure Cas7.3
Écaille de 8 m³ à purger par micro-minage



Crédit photo : Cerema

- Pour les blocs de dimensions réduites, individualisés par des fissures mais encore solidarisés ponctuellement au massif (figure Cas7.4) : clouage par ancrages passifs avec dissimulation des têtes par de la peinture époxy anticorrosive avec le nuancier de RAL équivalent à la couleur du calcaire environnant.

Figure Cas7.4
Empilement de blocs individualisés et en surplomb à ancrer



Crédit photo : Cerema

Dans un deuxième temps, et afin de traiter les aléas résiduels, des dispositifs de type piège à cailloux avec chambre à éboulis et des écrans de filets capables de retenir des masses importantes (5 MJ) ont été préconisés. Il s'agit des parades les plus efficaces pour capter les trajectoires des blocs détachés et offrir une gestion de l'aléa chutes de masses rocheuses sur du long terme.

Les écrans sont disposés linéairement, en pied de falaise pour un complément de sécurité. La linéarité des écrans, bien visible dans le paysage au moment de leur mise en œuvre, sera dissimulée au cours du temps par la végétation (plantée ou non). L'implantation de la végétation a été définie à une distance suffisante pour assurer le bon fonctionnement des écrans. Les écrans restent toutefois assez visibles en vision proche. La pose d'une barrière grillagée en aval de la route, positionnée selon l'avancement des travaux, peut offrir une protection supplémentaire.

Rivière-sur-Tarn (Aveyron)

Cas8

Rivière-sur-Tarn est une commune située au sud-est du département de l'Aveyron (figure Cas8.1). Elle fait partie du parc naturel régional des Grands Causses. Deux grandes zones d'instabilités sont présentes et figurent en zones rouges sur le plan de prévention des risques : les sites de Fontaneilles et de Vignals.

Figure Cas8.1
Plan de situation des sites de Fontaneilles et de Vignals



Source : extrait d'une carte IGN

Contexte géologique

Le versant est composé d'une formation marneuse noire feuilletée formant le glaciis liasique (Domérien – Toarcien, 184 à 175 Ma). Un horizon de calcaire argileux finement lité, appelé communément schistes cartons, s'individualise en pied de falaise. Cet horizon très altérable présente souvent une frange superficielle plus argileuse.

Les plateaux et les buttes témoins sont constitués de calcaire du Dogger inférieur (Aalénien – Bajocien, 175 à 168 Ma). Le calcaire de l'Aalénien est représenté par des calcaires plus ou moins marneux, puis par des calcaires francs, tandis que celui du Bajocien est souvent dolomitisé.

La stratification de ces formations sédimentaires est subhorizontale.

■ Cas 8.1 - Rivière-sur-Tarn, Puech de Fontaneilles

Les falaises de Fontaneilles surplombent la voie communale n°1 (VC.1) à 30 m de haut. En plus d'être situées dans le parc naturel régional des Grands Causses, elles intègrent différents classements environnementaux :

- Puech de Fontaneilles : ZNIEFF de type I, présentant un « intérêt floristique certain avec notamment la présence de *Genistavillarsii* (genêt) et *Saxifragacebennensis* (espèce endémique, saxifrage des Cévennes), ainsi qu'une remarquable station de *Campanulaspeciosa* (campanule) » ;
- Buttes témoins des avant-causses : SIC (Natura 2000), révélant des parois et corniches en calcaires du Jurassique, « recouverte de pelouses-landes et de taillis de chênes pubescents [...] avec une grande variété de paysages : intrication de secteurs cultivés avec des zones naturelles » ;
- Il s'agit d'un paysage très typique des altérations des séries du Jurassique dans les secteurs des gorges du Tarn et de la Jonte.

Ces falaises sont à l'origine de nombreux éboulements dont les derniers se sont produits en 2006. Ces terrains ont fait l'objet d'un des premiers classements au titre de la loi de 1890 sur la restauration des terrains de montagne.

En janvier 2006, suite à des éboulements, un diagnostic géotechnique de la falaise et une évaluation des aléas de rupture du massif rocheux ont été réalisés. Différentes zones d'instabilités ont été observées présentant un aléa très élevé avec un délai allant d'imminent à court terme (figure Cas8.2) :

- Les zones présentant une probabilité d'apparition imminente d'un nouvel aléa sont composées de colonnes et de dièdres désolidarisés du massif par des fissurations subverticales d'environ 1 m de large, qui se sont ouvertes à la suite de l'éboulement (phénomène de décompression). Les volumes représentés sont de l'ordre de 160 m³ à 4 800 m³.
- Les zones d'instabilités à court terme sont représentées par de gros surplombs solidarisés et des blocs instables de faible volume sur les parois.

Figure Cas8.2
Vue d'ensemble sur la falaise



Crédit photo : Cerema

L'aléa de rupture étant très élevé à court terme, il n'était pas envisageable de penser à conforter la falaise. Le piège à cailloux existant n'a pas été suffisant pour le volume de l'éboulement. Une solution a donc consisté à purger, par minage ou manuellement, les aléas les plus importants depuis la crête (ceux dont le risque de propagation au-delà de la VC.1 était au moins aussi probable que l'apparition d'une chute de bloc).

En parallèle, une réflexion devait être menée sur la déviation ou la destruction de la voie avec une neutralisation et une acquisition des terrains en aval au titre de la loi restauration des terrains en montagne (RTM).

Au mois d'octobre 2006, dix mois après l'événement, une réévaluation des aléas sur le site est faite à la suite d'un éboulement de 150 m³ dont l'origine est due à un basculement du rocher de La Quille dans la zone d'instabilité imminente (figure Cas8.3). L'aléa rupture du massif rocheux n'ayant pas évolué depuis janvier, il est resté qualifié de très élevé avec un délai d'apparition imminent. Le volume des zones instables reste très élevé (de l'ordre 200 m³) et la forme géométrique du cône d'éboulis aggrave le risque, car les blocs qui tomberaient pourraient sans problème atteindre la voie communale (effet tremplin).

Figure Cas8.3
Zone d'instabilité imminente avec la cicatrice de l'éboulement d'octobre 2006



Crédit photo : Cerema

Suite à ces éboulements, des études concernant les mesures de protection à adapter sur la falaise ont été réalisées.

La solution de la purge des chandelles a été abandonnée car ces colonnes représentent des volumes trop importants (entre 500 et 1 000 m³) pour travailler en sécurité.

La possibilité de créer un fossé de réception et un merlon correctement dimensionné en amont immédiat de la VC.1 a été étudiée. Un merlon réalisé avec les matériaux issus

du minage s'intégrerait au mieux dans le paysage (même nature de matériaux, même couleur) et éviterait un stockage inutile. De plus, un écran pare-blocs serait mis en place en complément sur le merlon. Cependant, malgré la protection proposée il subsiste un risque résiduel non nul pour les usagers de la route. Une solution d'évitement a donc été préconisée avec la réalisation d'une déviation de la voie communale. Le tracé neuf ayant un coût plus faible que les possibles parades à mettre en place, cette solution permet de conserver le paysage du Puech de Fontaneilles dans son intégrité. L'étude géotechnique et le chiffrage de toutes les solutions ont ainsi permis de retenir la solution la plus valorisante pour le site et la plus sécurisante pour les usagers.

■ Cas 8.2 - Rivière-sur-Tarn, Vignals

Vignals est localisé au sud du site inscrit : *rochers et hameau de Peyrelade*. Il fait également partie du parc naturel régional des Grands Causses et du Puech de Fontaneilles (ZNIEFF de type I).

Au début de l'année 2005, un éboulement sur un secteur de 150 mètres de long, avec des volumes de blocs supérieurs à 30 m³, voire 50 m³, s'est propagé à l'arrière d'un manoir (figure Cas8.4).

Figure Cas8.4
Éboulement au manoir de Vignals et vue rapprochée de la falaise



Crédit photos : Cerema

Suite à cet événement, des études sur les mesures de protection à mettre en place au niveau du chemin d'accès et des bâtisses du manoir de Vignals ont été réalisées.

Deux solutions étaient envisageables :

- mettre en place une procédure d'expropriation avec déconstruction du manoir de Vignals à partir du fonds de prévention des risques naturels majeurs ;
- mettre en place des ouvrages de protection.

Compte-tenu des volumes d'éboulement en jeu (20 000 m³ sur une surface de 2 470 m²), seule la réalisation d'un merlon de 150 m² de surface sécuriserait le manoir. Le risque de franchissement du merlon serait très faible, voire nul. Cependant, la sécurité des

personnes situées entre le manoir et le merlon ne serait pas assurée, particulièrement pour un usage d'accueil, le propriétaire ayant des projets de gîte.

La deuxième possibilité est donc privilégiée. L'expropriation du domaine représente un coût inférieur à la mise en place du barrage, le classement du manoir au titre des monuments historiques ayant été refusé (une procédure d'inscription est en cours). De plus, le merlon de dimension importante dissimulerait une partie du paysage, et une partie de la vue depuis le manoir serait beaucoup plus fermée.

Reste cependant à sécuriser le chemin d'accès. Les aléas rupture de masses rocheuses de la falaise ont été évalués d'élevés à très court terme avec une énergie à intercepter de 400 kJ maximum. Des écrans pare-blocs pourront être placés avec dévégétalisation de leurs emprises sur l'ancienne voie d'accès à la carrière, légèrement en amont de la voie d'accès au manoir. Leur linéarité ne se démarquera pas du paysage, cette voie étant déjà tracée. Leurs supports seront visibles de loin et de près, mais ils seront par la suite progressivement dissimulés par la végétation. Les blocs les plus instables, de faibles volumes, seront purgés ou confortés selon des études à venir.

Salles-la-Source, lieu-dit Laroque (Aveyron)

Cas9

Au lieu-dit de Laroque, au nord de Salles-la-Source (figure Cas9.1), les sites du Causse Comtal et Causse de Lanhac sont classés en ZNIEFF de type II.

Figure Cas9.1
Plan de situation de l'éboulement au lieu-dit Laroque



Source : extrait d'une carte IGN

Contexte géologique

La falaise est composée de travertins (ou tufs) qui sont des concrétions calcaires déposées à la résurgence de source d'eau souvent dures.

En décembre 2007, un pan rocheux de travertins s'est décroché de la falaise au niveau de la cascade de Laroque (zone rouge, c'est-à-dire non constructible du PPR) (figure Cas9.2). La rupture s'est produite sur une longueur de 20 mètres et sur une hauteur équivalente. Le volume éboulé est de 2 500 m³ environ. Ce sont les infiltrations d'eau à l'arrière du massif, ajoutées au poids des concrétions calcaires, qui ont entraîné ce mouvement. Après l'effondrement, un chaos composé des éboulis s'est stabilisé au pied de la cicatrice, sur d'anciennes terrasses agricoles et sur la voie communale. L'eau s'écoule entre les blocs et se diffuse très largement dans la combe à l'aval. La crête, formée de plusieurs surplombs, est fragilisée par des fissures de décompression qui, à très court terme, pourraient être à l'origine d'autres chutes de blocs.

Figure Cas9.2
Éboulement du 10 décembre 2007 au niveau de la cascade de Laroque



Crédit photos : Cerema

L'étude a préconisé dans un premier temps une meilleure gestion de la circulation des eaux de surface jusqu'à leur exutoire.

Pour les instabilités résiduelles, une purge des crêtes a été réalisée. Étant composée de travertins, cette roche tendre a été facilement évacuée par pelle mécanique ou à l'aide d'un brise-roche de puissance moyenne (figure Cas9.3). Ainsi, l'aléa a été supprimé. La falaise a été modifiée par la purge des masses rocheuses instables, mais l'ensemble est cohérent avec ce qu'il était avant l'éboulement.

Figure Cas9.3
Vue générale et zones à purger en surplomb



Crédit photo : Cerema

Gorges de la Bourne, RD 531 (Isère, Drôme)

Cas10

La route départementale RD 531 relie Pont-en-Royans à Villard-de-Lans en empruntant les gorges de la Bourne dans le Vercors (figure Cas10.1). Elle s'inscrit dans un cadre naturel exceptionnel, lui conférant un attrait touristique remarquable (figure Cas10.2).

Figure Cas10.1
Plan de situation des gorges



Source : © GEOPORTAIL

Figure Cas10.2
Vue des gorges



Crédit photo : bureau d'étude SAGE INGENIERIE

Dans ces gorges, le 30 janvier 2004, un encorbellement d'environ 2 000 m³ s'est brutalement désolidarisé de la paroi tuant les deux occupants d'un véhicule. Suite à cet événement, des études ont été lancées sur l'ensemble de l'itinéraire des gorges en vue de sécuriser cette route vis-à-vis de ce type d'aléa. À environ 300 mètres en amont de la zone de l'éboulement, un compartiment présentant des conditions morphologiques, géologiques et structurales exactement identiques avec la zone de l'éboulement a été repéré (figures Cas10.3 et Cas 10.4). Ce compartiment suspect (réplique parfaite de la zone de l'éboulement de 2004) a fait l'objet d'investigations précises visant à caractériser de manière objective et rationnelle ses conditions d'équilibre actuelles.

Contexte géologique

La route est dominée par un versant rocheux constitué par une succession de 3 falaises calcaires datées de l'Urgonien, séparées entre elles par des vires marneuses recouvertes d'éboulis.

Les calcaires urgoniens sont constitués essentiellement par des calcaires à rudistes, riches en débris coquilliers (milieu récifal). La structure monoclinale des calcaires urgonien (couches d'orientation nord-sud globalement pentées de 10° vers l'est) est perturbée localement par des surfaces de discordance sédimentaire qui forment des biseaux bien reconnaissables (discordance traduisant des arrêts de sédimentation suivis éventuellement d'une phase d'érosion avant une nouvelle reprise de sédimentation).

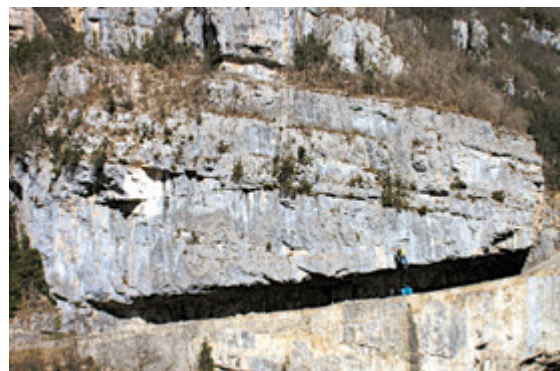
L'analyse structurale réalisée sur une quarantaine de mesures à la boussole a permis d'identifier quatre familles de discontinuité principales.

Figure Cas10.3
Éboulement 2004 à gauche, zone étudiée à droite



Crédit photo : bureau d'étude SAGE INGENIERIE

Figure Cas10.4
Zone étudiée, vue de face



Crédit photo : bureau d'étude SAGE INGENIERIE

Le diagnostic de la falaise et de ce surplomb a été réalisé par le bureau d'étude SAGE ingénierie (société alpine de géotechnique) en combinant plusieurs approches complémentaires basées sur des méthodes classiques (observations de terrain, relevés structuraux, etc.) et des techniques plus récentes (radar, tomographie sismique, morphologie numérique type LIDAR).

Les reconnaissances géophysiques ont fourni des informations complémentaires sur la géométrie et la continuité des réseaux de fractures à l'arrière du surplomb étudié. Ces résultats ont permis d'écarter la menace de rupture en masse du surplomb et d'élaborer une stratégie de sécurisation adaptée aux risques en présence, en ciblant les travaux au droit des zones les plus menaçantes repérées sur les deux limites latérales de l'encorbellement. La solution technique retenue et mise en œuvre a consisté à conforter les deux zones instables par des tirants d'ancrages actifs, ancrés et mis en tension dans la zone supposée saine à l'arrière des surplombs.

Dans un premier temps, des purges manuelles ont permis d'éliminer les masses les plus instables. Des micro-minages localisés ont été réalisés en exploitant au maximum les failles et les fractures naturelles du rocher (pré-découpage naturel). Un écran de filet pare-bloc et une barrière grillagée ont été mis en place au niveau d'une vire. L'application d'une peinture verte sur les poteaux des ouvrages visibles depuis la route a permis de dissimuler encore mieux les écrans. Ils sont désormais bien masqués à l'arrière d'une bande de végétation et sont peu visibles depuis la route. Une colonne instable de 100 m³ a été emmaillotée par un filet anti-sous-marin plaqué. Le plaquage des grillages et des filets avec une densité forte d'ancrage de placage réduit considérablement l'impact visuel. Les nappes sont plaquées le plus finement possible à la paroi en épousant la forme naturelle du rocher, afin d'éviter ainsi toute formation de poches ou ventres proéminents.

Dans un deuxième temps, des tirants d'ancrages mono-barres ont été réalisés et mis en tension en vue d'appliquer une contrainte stabilisatrice garantissant la conservation des ponts de matière sur les plans de fractures arrière (83 tonnes environ par barre).

Un soin particulier a été apporté pour camoufler les têtes de tirants d'ancrages dans la falaise. Pour cela, la solution retenue a consisté à intégrer les têtes d'ancrages par sur-carottage, tout en les laissant accessibles pour contrôler leur tension par lecture manométrique indirecte (figures Cas10.5 et Cas10.6)

Figure Cas10.5

Vue pendant les travaux – le sur-carottage se distingue par les creux circulaires en falaise, ce qui permet de dissimuler les têtes des tirants d'ancrage



Crédit photo : bureau d'étude SAGE INGENIERIE

Figure Cas10.6
Vue après travaux



Crédit photo : bureau d'étude SAGE INGENIERIE

Annexes

Références

Bommel A., Boussafir Y., Brillaud V., Guy D., Malassingne O., Varillon J. (2008). Concilier terrassements, géotechnique et enjeux paysagers : une note d'information du Setra. Actes des Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, JNGG'08 – Nantes, 18-20 juin 2008. Éditions LCPC n°C1502520.

Durand M.-H. (2007). Vademecum du droit du paysage. Rapport de stage. Ministère de l'Écologie du Développement et de l'Aménagement Durables. 108 pages.

Ladier J., Rey F., Hurand A., Berger F., Calès G., Simon-Teissier S. (2009). Forêt de protection contre les aléas naturels – diagnostic et stratégie. Guide pratique Cemagref. Éditions Quae. 112 pages. ISBN13 978-2-7592-0351-2

LCPC (1998). Stabilisation des glissements de terrain - Guide technique. Collection Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées. Édition LCPC.

LCPC (2001). Parades contre les instabilités rocheuses – Guide technique. Collection environnement risques naturels. Éditions LCPC.

Setra (2004). Les outils de protection des espaces naturels en France - Aspects juridiques liés aux opérations routières. Guide technique. 79 pages. Éditions Setra réf. 0416. ISBN 2-11-093435-2

Setra (2008). Insertion d'une infrastructure routière ; concilier terrassements et enjeux paysagers. Note d'information n°84, Économie, Environnement, Conception.

Setra (2008). Paysage et infrastructures de transport – guide méthodologique. 115 pages. Éditions Setra. ISBN 978-2-11-094638-6

Riskydrogé (2006). Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance. Rapport final. Investigations, instrumentation et parades en matière de risques hydrogéologiques : état des connaissances dans l'Arc alpin. Programme INTERREG III A Projet n°179 (ex n°046).

Les textes législatifs et réglementaires relatifs à la protection du paysage et de son environnement évoluent en permanence ; il est donc difficile d'en donner une liste exhaustive à jour. Nous invitons le lecteur à se reporter aux sites internet suivants.

Les arrêtés, codes, décrets, ordonnances et certaines lois peuvent être consultés sur le site Internet : <http://www.legifrance.gouv.fr/> et les Directives européennes sur : <http://eur-lex.europa.eu/>

La « Convention européenne du paysage, Florence, 2000 » (*décret n°2006-1643 du 20 décembre 2006*) est consultable sur le site suivant : www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/Landscape/default_fr.asp

Autres sites d'intérêt sur le sujet :

whc.unesco.org

www.caue.org

www.conservation-nature.fr

www.developpement-durable.gouv.fr/atlas-de-paysages.html

www.developpement-durable.gouv.fr/observatoires-photographiques-du.html

www.developpement-durable.gouv.fr/-paysages-.html

www.geoportail.fr

www.grandsitedefrance.com

www.les-plus-beaux-villages-de-france.org

infoterre.brgm.fr

inpn.mnhn.fr

www.monumentum.fr

www.monuments-nationaux.fr

www.parcsnationaux.fr

www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr/fr/accueil/

www.reserves-naturelles.org

Glossaire

A

Accastillage : ensemble des accessoires ou des parties métalliques qui compose un ouvrage.

Aléa : le mot aléa vient du latin alea qui signifie coup de dés. De façon générale, ce terme peut être défini comme la probabilité de manifestation d'un phénomène naturel donné, sur un territoire donné, dans une période de référence donnée.

Andain : mise en forme en bande continue de matière végétale.

B

Bionatte : géomatériau composé de fibres végétales tressées favorisant l'accrochage et la repousse de la végétation sur ce substrat.

C

Confortation : action visant à conforter un ouvrage ou un terrain instable par la mise en œuvre de confortement.

Confortement : technique et/ou ouvrage permettant de réduire un aléa sur une partie du territoire. Une parade est une technique de confortement dont le terme est souvent associé à la protection contre les aléas rocheux.

D

Délitage : type de dégradation dans le plan de sédimentation.

Desquamation : type de dégradation superficielle générant des départs de roche en petites plaques ou lamelles.

Dévégétalisation : action de supprimer la végétalisation en place.

Dièdre : angle et par extension, le bloc rocheux de forme prismatique limité par deux (voire plusieurs) fissures ou plans de faille.

Discontinuité : ensemble des cassures ou interruptions délimitant des masses rocheuses.

E

Emmailloter, emmaillotement : action de couvrir entièrement un bloc, comme un maillot.

Enjeu : dans le bassin de risques, personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc., présents et à venir, susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel et d'en subir les préjudices ou les dommages.

F

Fauchage : mécanisme de basculement par infléchissement de bancs rocheux sub-verticaux dans le sens de la pente, par un phénomène d'appel au vide.

Flambement : mécanisme de déformation par fléchissement, puis de rupture d'une colonne rocheuse de forme très allongée, sous son propre poids.

G

Géocomposite, géotextile : produit manufacturé assemblant des textiles (géotextile) et/ou des éléments en plastiques (PVC, etc.) utilisé pour des ouvrages géotechniques.

Géotechnique : ensemble des applications des connaissances concernant les propriétés des sols, des roches et des ensembles géologiques, notamment en vue de la construction de routes, d'ouvrages d'art, de bâtiments, etc.

I

Intégration paysagère : travail spécifique d'aménagement d'un ouvrage ou d'une infrastructure visant globalement à la mise en valeur du paysage.

M

Matification : action naturelle ou non permettant de rendre plus mat un matériau brillant ou d'aspect métallique.

Micro-minage : technique de minage maîtrisée permettant la réduction de très petits volumes (blocs).

P

Parade : mesure de protection contre un mouvement de terrain.

Paysage : désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations et dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. Un paysage est le résultat de l'organisation et de la composition d'éléments de territoire intégrant la géographie, la nature et la culture au travers de l'œuvre humaine (occupation du sol, bâti).

Prédécoupage : technique spécifique de réalisation d'un talus à l'explosif permettant de maîtriser la géométrie du talus.

Protection paysagère : la convention européenne du paysage de Florence instaure des droits et des responsabilités visant à protéger, gérer et promouvoir les paysages qui nous entourent. La protection implique au minimum le respect des dispositions de protection mises en œuvre sur le territoire qui permettent la prise en compte du paysage dans un projet d'aménagement du territoire.

R

RAL : Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen, ou RAL, est un système de codification des couleurs développé en 1927 par l'institut allemand pour l'assurance qualité et le marquage associé. Ce nuancier est utilisé principalement pour les couleurs de peinture (source Wikipédia).

Recépage : action d'éliminer la partie inutile ou impropre d'un élément métallique ou en béton d'un ouvrage ; la partie à éliminer est en général saillante.

Reprofilage : les talus font l'objet d'une conception géotechnique et/ou paysagère définissant une pente pour lequel ils seront stables. L'action de reprofiler consiste à modifier le profil du talus.

Revégétalisation : reprise de la croissance d'espèces végétales soit sur un substratum préparé à cet effet, soit spontanément.

Risque naturel : il se caractérise comme la confrontation d'un aléa (probabilité de manifestation d'un phénomène donné) et d'un enjeu (présence de biens, d'activités et/ou de personnes). La délimitation des zones exposées aux risques, fondée sur un critère de constructibilité et de sécurité, s'effectue donc à partir de ce croisement.

S

Surminage : action d'ameublir des roches ou des matériaux indurés par l'action des explosifs au-delà de la surface que l'on cherche à obtenir. Cette action se concrétise par un creusement par forage au-delà de cette limite et par la pose d'explosifs supplémentaires.

Sous-cavage : creusement accentué d'une roche plus tendre par rapport à une roche plus dure dont le relief est accentué. Cela conduit à créer des petites cavités ou grottes sous un surplomb dont l'équilibre est à terme menacé.

Abréviations

ABF	Architecte des bâtiments de France
ACQPA	Association pour la certification et la qualification en peinture anticorrosion
AVAP	Aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine
APB	Arrêté de protection de biotope
ASM	Anti sous-marin
CAUE	Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement
CDNPS	Commission départementale de la nature, des paysages et des sites
Cete	Centre d'études techniques de l'équipement (devenu Cerema le 01/01/2014)
Cemagref	Centre national du machinisme agricole du génie rural, des eaux et des forêts (devenu Irstea le 01/11/2011)
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Cerfa	Centre d'enregistrement et de révision des formulaires administratifs
CNPN	Conseil national de protection de la nature
CRPS	Commission régionale du patrimoine et des sites
CSMH	Commission supérieure des monuments historiques
CSSPP	Commission supérieure des sites, perspectives et paysages
DDE	Direction départementale de l'équipement
DDT	Direction départementale des territoires
DDTM	Direction départementale des territoires et de la mer
Docob	Document d'objectifs
Drac	Direction régionale des affaires culturelles
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EBC	Espaces boisés classés
ETAG	European technical approval guidelines
Feder	Fonds européen de développement régional
HLE	Haute limite élastique
Ifsttar	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
INPN	Inventaire national du patrimoine naturel
Irstea	Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
ISMH	Inventaire supplémentaire des monuments historiques
lidar	Light detection and ranging (technologie de mesure à distance basée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau de lumière renvoyé vers son émetteur)
LCPC	Laboratoire central des ponts et chaussées (devenu Ifsttar le 01/01/2011)

LPO	Ligue de protection des oiseaux
MEEM	Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer
MNHN	Muséum national d'histoire naturelle
ONF	Office national des forêts
PLU	Plan local d'urbanisme
PNR	Parc naturel régional
POS	Plan d'occupation des sols
PSMV	Plan de sauvegarde et de mise en valeur
PPR	Plan de prévention des risques
RTM	Restauration des terrains de montagne
SCOT	Schéma de cohérence territoriale
Setra	Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements
SIC	Site d'importance communautaire
Sivom	Syndicat intercommunal à vocation multiple
SNCF	Société nationale des chemins de fer
UDAP	Unité départementale de l'architecture et du patrimoine
Unesco	Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture
ZICO	Zone importante de conservation des oiseaux
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique
ZPPAUP	Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager
ZPS	Zone de protection spéciale
ZSC	Zone Spéciale de Conservation

Liste des figures

Figure 2.1 – Équipe projet – organisation pour un projet type.....	13
Figure 4.1 – Couverture du guide LCPC de 2001.....	23
Figure BA1.1 – Merlon.....	53
Figure BA1.2 – Schéma de principe d’insertion paysagère d’un merlon : le talus aval est particulièrement soigné.....	56
Figure BA1.3 – Merlon en Pneusol – face amont – fosse de réception (vision résiduelle des pneus).....	56
Figure BA1.4 – Intégration paysagère d’un merlon à Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales) – l’ouvrage est totalement intégré dans le versant.....	56
Figure BA2.1 – Mise en œuvre de gabions provisoires sur la RN 116 – virage du Pallat (Pyrénées Orientales).....	59
Figure BA2.2 – Mur de gabions réalisé en pied de falaise bordant la RN 1 St Denis – La Possession (La Réunion).....	60
Figure EC1.1 – Écran statique de filet.....	63
Figure EC1.2 – Barrière fixe grillagée – Fontpédrouse (Pyrénées Orientales).....	64
Figure EC1.3 – Barrière (>15 ans) plus ou moins masquée par la végétation – Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales).....	65
Figure EC2.1 – Écran pare-blocs constitué d’un filet à anneaux.....	67
Figure EC2.2 – Écran pare-blocs dissimulé au sein de la végétation – Thuès les Bains (Pyrénées Orientales).....	69
Figure EC2.3 – Détails de poteaux d’écrans pare-blocs peints – Tête de Chien (Alpes Maritimes).....	69
Figure EC2.4 – Écran pare-blocs – Beausoleil (Alpes-Maritimes).....	69
Figure EC2.5 – Écrans pare-bloc 5 MégaJoules masqués par la végétation – Clot Jaumal (Alpes Haute Provence) – vue lointaine à gauche et vue proche à droite.....	70
Figure EC2.6 – Insertion paysagère d’un écran pare-blocs par création d’une plate-forme végétalisée à l’aval.....	70
Figure FR1.1 – Fosse de réception avec muret maçonné – RN 116 (Pyrénées Orientales) ...	73
Figure FR1.2 – Piège à cailloux en arrière d’un muret en gabion (à gauche sur la photo) comblé par un éboulement – RN 1 (La Réunion).....	74
Figure DE1.1 – Grillage pendu avec piège à cailloux – Virage du Pallat – RN 116 (Pyrénées Orientales).....	77
Figure DE1.2 – Filet pendu 20 ans après la pose – en vue lointaine des talus, ils donnent un aspect lisse et grisé à la falaise – RN 1 (Réunion).....	79
Figure DE2.1 – Grillage défecteur en œuvre sur la RN 85 – Clues de Rouaine (Alpes Haute Provence).....	82
Figure DE2.2 – Filet défecteur en œuvre sur la RN 1 entre St Denis et La Possession (La Réunion). La couleur des poteaux est en accord avec la végétation du site.....	83
Figure DE3.1 – Casquette « architecturale » de protection des têtes de tunnel de l’Escalette – A 75 (Hérault).....	86
Figure DE3.2 – Galerie pare-blocs du Rocastron avec couverture – RD 6202 (Alpes-Maritimes).....	86
Figure DE3.3 – Casquette pare-blocs avec parement et couverture – RD 6202 (Alpes-Maritimes).....	87

Figure SM1.1 – Cicatrice d'arrachement suite à purge manuelle – Villefranche-de-Conflent (Pyrénées Orientales)	90
Figure SM2.1 – Marques de cannes de tir (localisation des traces en rouge sur la miniature à droite) – Ax-les-Thermes (Ariège).....	92
Figure SC1.1 – Bouton réalisé sur la RD 2205 (Alpes-Maritimes).....	95
Figure SC1.2 – Différents types de soutènements.....	96
Figure SC1.3 – Contrefort maçonné réalisé au château d'Eze (Alpes-Maritimes).....	98
Figure SC1.4 – Parements en pierres devant un mur de soutènement et les boutons (au deuxième plan) – Remparts de Lussan (Gard)	98
Figure SC1.5 – Boutons réalisés à la Tête de chien – La Turbie (Alpes-Maritimes).....	98
Figure SC1.6 – Boutons bétonnés dans les Alpes.....	99
Figure SC1.7 – Boutons bétonnés avec traitement « architectural » à Dinant (Belgique).....	99
Figure SC2.1 – Ancrage d'embaillotement à Rocamadour (Lot).....	101
Figure SC2.2 – Câblage d'une colonne – Tende (Gard).....	102
Figure SC2.3 – Ancrage avec coulures et plaque d'appui non patinée – RN 116 (Pyrénées-Orientales)	103
Figure SC2.4 – Ancrages avec engravures limitant l'effet visuel – Pont du Gard (Gard).....	104
Figure SC3.1 – Béton projeté autour de la Felsenkirche à Oberstein (Allemagne) ; très peu visible en vue lointaine – l'intégration paysagère du matériau est particulièrement remarquable.....	105
Figure SC3.2 – Béton projeté à Darnétal (Seine-Maritime) sur un talus routier	105
Figure SC3.3 – Béton projeté à Olette en contexte urbain (Pyrénées Orientales)	107
Figure SC3.4 – Béton projeté teinté à Rocamadour (Lot).....	107
Figure SC4.1 – Zone de sécurisation par grillage plaqué, avant et en fin de travaux – Prats-de-Mollo (Pyrénées Orientales).....	109
Figure SC4.2 – Filet plaqué coloré – RD 28 – Cians (Alpes-Maritimes).....	111
Figure DR1.1 – Schéma de principe d'un talus sécurisé et des systèmes drainants associés...113	113
Figure DR1.2 – Béton projeté avec drains apparents – Olette (Pyrénées Orientales).....	114
Figure DI1.1 – Tranchée déboisée suite à un éboulement rocheux – Vindrac-Alayrac (Tarn)	118
Figure DI1.2 – Végétalisation d'un béton projeté, tunnel de Foix (Ariège)	120
Figure DI1.3 – Revégétalisation naturelle sur grillage plaqué (à 4 mois et à 18 mois) – Thuès entre Valls (Pyrénées Orientales).....	120
Figure DI1.4 – Revégétalisation naturelle sur colluvions et filet HLE (à 1 an) – Olette (Pyrénées Orientales).....	120
Figure DI1.5 – Revégétalisation naturelle sur filet à anneaux (à 10 ans) – Thuès-les-bains (Pyrénées Orientales)	121
Figure Cas1.1 – Plan de situation de l'éboulement de juin 2005.....	128
Figure Cas1.2 – Éboulement du 23 juin 2005.....	129
Figure Cas1.3 – Vue de la zone débarrassée des éboulis, en 2013 : on distingue la cicatrice de teinte ocre sur la falaise.....	129
Figure Cas1.4 – Identification des risques résiduels : le bloc instable au-dessus de la cicatrice a fait l'objet d'un micro-minage pour éliminer le risque résiduel.....	130
Figure Cas1.5 – Identification des risques résiduels : dalle en situation instable en crête du coteau, à câbler.....	130
Figure Cas1.6 – Identification des risques résiduels : colonnes en crête de coteau à embailloter par filets de câbles et câblage.....	131

Figure Cas1.7 – Dispositifs de protection mis en place dans le paysage.....	132
Figure Cas2.1 – Plan de situation des falaises surplombant la RN 1.....	134
Figure Cas2.2 – Pointe de la Ravine à Malheur avant et après sécurisation. En vision de loin (depuis la mer), les dispositifs de protection (nappes de filet et de grillage) donnent un aspect lisse et grisé aux falaises. En vision de près, outre l'aspect grisé, les poteaux des déflecteurs sont très visibles.....	136
Figure Cas2.3 – Détail des chocas.....	137
Figure Cas2.4 – Propositions d'intégration des poteaux des filets déflecteurs (couleur jaune).....	138
Figure Cas3.1 – Ortho-photographie et plan de situation de la zone d'étude.....	139
Figure Cas3.2 – Vue de la falaise et des abris troglodytes qui constituent l'attrait touristique du village. En encadré rouge, la zone à l'origine de l'éboulement de 2010.....	140
Figure Cas3.3 – Détail de la zone éboulée formant une cicatrice visible au niveau du toit de l'abri troglodytique et des éboulis à son pied.....	140
Figure Cas3.4 – Vue du toit de la cavité formant une poutre résiduelle. Les géotechniciens examinent le décollement du banc et évaluent l'aléa résiduel.....	141
Figure Cas3.5 – La tour troglodyte, dont la maçonnerie a été fortement ébranlée, ne résisterait pas aux vibrations générées par la chute de la poutre – Produits éboulés au premier plan de la photo.....	142
Figure Cas3.6 – Éboulis instables menaçant le village.....	142
Figure Cas3.7 – Écran pare-blocs mis en œuvre dans l'urgence.....	142
Figure Cas3.8 – Éboulis stabilisés.....	142
Figure Cas4.1 – Situation des falaises du Grand Roc et de Font-de-Gaume.....	145
Figure Cas4.2 – Vue d'ensemble de la falaise du Grand Roc.....	146
Figure Cas4.3 – Zone où la pose de grillage plaqué est recommandée après une purge manuelle des blocs les plus instables.....	147
Figure Cas4.4 – Blocs superposés à emmailloter.....	148
Figure Cas4.5 – Écaille à ancrer.....	148
Figure Cas4.6 – Falaise de Font-de-Gaume.....	150
Figure Cas5.1 – Plan de situation du site de la Tête de Chien.....	153
Figure Cas5.2 – Site de la Tête de Chien avant travaux.....	153
Figure Cas5.3 – Travail de camouflage des poteaux par différentes peintures à gauche – poteaux en vue lointaine à droite – Site de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes).....	155
Figure Cas5.4 – On distingue trois lignes d'écrans sur le versant, disposition permettant de rompre les grands linéaires – Site de la Tête de Chien (Alpes-Maritimes).....	155
Figure Cas6.1 – Plan de situation des falaises.....	157
Figure Cas6.2 – Vue d'ensemble de la falaise surplombant la RN 116 – zoom sur voie SNCF où l'on aperçoit quelques blocs.....	159
Figure Cas6.3 – Colonne rocheuse à emmailloter avec filet anti-sous-marin.....	160
Figure Cas6.4 – Merlon discontinu végétalisé déjà existant.....	161
Figure Cas6.5 – Vue aérienne des travaux finis : les écrans sont disposés en quinconce pour rappeler le rythme des cultures en terrasses.....	161
Figure Cas6.6 – Écrans pare-blocs en covisibilité avec les forts Vauban.....	162
Figure Cas7.1 – Plan de situation de Roc Deymié.....	163
Figure Cas7.2 – Blocs instables de 0,3 m ³ à purger manuellement.....	164
Figure Cas7.3 – Écaille de 8 m ³ à purger par micro-minage.....	165
Figure Cas7.4 – Empilement de blocs individualisés et en surplomb à ancrer.....	165

Figure Cas8.1 – Plan de situation des sites de Fontaneilles et de Vignals	167
Figure Cas8.2 – Vue d'ensemble sur la falaise.....	168
Figure Cas8.3 – Zone d'instabilité imminente avec la cicatrice de l'éboulement d'octobre 2006.....	169
Figure Cas8.4 – Éboulement au manoir de Vignals et vue rapprochée de la falaise	170
Figure Cas9.1 – Plan de situation de l'éboulement au lieu-dit Laroque.....	173
Figure Cas9.2 – Éboulement du 10 décembre 2007 au niveau de la cascade de Laroque...	174
Figure Cas9.3 – Vue générale et zones à purger en surplomb	174
Figure Cas10.1 – Plan de situation des gorges	175
Figure Cas10.2 – Vue des gorges.....	175
Figure Cas10.3 – Éboulement 2004 à gauche, zone étudiée à droite.....	176
Figure Cas10.4 – Zone étudiée, vue de face	176
Figure Cas10.5 – Vue pendant les travaux – le sur-carottage se distingue par les creux circulaires en falaise, ce qui permet de dissimuler les têtes des tirants d'ancrage.....	177
Figure Cas10.6 – Vue après travaux.....	178

Fiche bibliographique

Collection techniques et méthodes		Sous-collection guide technique	
ISSN 2492-5438	ISBN Papier 978-2-85782-712-2 Pdf 978-2-85782-713-9 Ebook 978-2-85782-714-6		Réf. GT12
Titre Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux			
Auteurs Ifsttar et Cerema			
Contributeurs Baptiste Ansaldo, Alain Guglielmetti, Patrick Baro, Yasmina Boussafir, Jean-Louis Durville, François Hédou, Marie Malascrabes, Amandine Orsini, Didier Virely			
Date de publication Mai 2016		Langue Français	
Résumé Concilier paysage et technique n'est pas chose impossible. Le présent guide technique propose une méthode permettant l'intégration paysagère des dispositifs de protection contre les chutes de blocs. Il précise les adaptations à mettre en œuvre dans le cas de sites protégés ou à fort caractère patrimonial, pour lesquels les parades rocheuses peuvent générer certains impacts visuels. Les principes de l'intégration paysagère des parades rocheuses sont d'abord présentés, en insistant sur la mise en place d'une équipe projet associant entre autres, paysagistes et géotechniciens. Les dispositions et cadres réglementaires s'appliquant en matière de protection du paysage et du patrimoine sont ensuite rappelées en énumérant les textes à caractère obligatoire et ceux qui restent incitatifs. Puis les principales parades rocheuses existantes sont détaillées : chaque dispositif fait l'objet d'une fiche présentant la technique, les impacts paysagers propres à la technique et un ensemble de préconisations pouvant les atténuer. Enfin, des études de cas sont présentées en fin de document afin d'éclairer sur les éléments et les réflexions qui ont guidé les préconisations en matière d'intégration paysagère des dispositifs de protection.			
Mots clés paysage, chutes de blocs, protection, parade, intégration paysagère			
Nbre de pages 196			

Publication data form

Collection techniques and methods		Sub-collection technical guide	
ISSN 2492-5438	ISBN Print 978-2-85782-712-2 Pdf 978-2-85782-713-9 Ebook 978-2-85782-714-6		Réf. GTI2
Title Integration of rockfall mitigations into the landscape			
Authors Ifsttar and Cerema			
Contributors Baptiste Ansaldi, Alain Guglielmetti, Patrick Baro, Yasmina Boussafir, Jean-Louis Durville, François Hédou, Marie Malascrabes, Amandine Orsini, Didier Virely			
Publication date May 2016		Language French	
Summary It is not impossible to conciliate landscape and technique. This technical guide provides a method for integrating protection devices against rockfalls in the landscape. It specifies which adaptations may be implemented in cases of protected or heritage sites on which rockfall mitigations may cause visual impacts. The principles for integrating rockfall mitigations into the landscape are presented first, and the necessity of having a project team gathering, among others, landscape architects and geotechnicians is underlined. An overview of regulatory measures and frameworks applying to landscape and heritage protection is then given, listing both mandatory measures and incentives. A third part gives a detailed description of the main current rockfall mitigations : for each device, a specification sheet describes its technical features, the landscape impacts linked to the device and a set of recommendations aimed at reducing those impacts. The last chapter presents case studies which throw light on the elements and discussions which have led to recommendations for integrating protective devices into the landscape.			
Key Words landscape, rockfalls, protection, mitigation, landscape integration			
Number of pages 196			

Concilier paysage et technique n'est pas chose impossible. Le présent guide technique propose une méthode permettant l'intégration paysagère des dispositifs de protection contre les chutes de blocs. Il précise les adaptations à mettre en œuvre dans le cas de sites protégés ou à fort caractère patrimonial, pour lesquels les parades rocheuses peuvent générer certains impacts visuels.

Les principes de l'intégration paysagère des parades rocheuses sont d'abord présentés, en insistant sur la mise en place d'une équipe projet associant entre autres, paysagistes et géotechniciens. Les dispositions et cadres réglementaires s'appliquant en matière de protection du paysage et du patrimoine sont ensuite rappelées en énumérant les textes à caractère obligatoire et ceux qui restent incitatifs. Puis les principales parades rocheuses existantes sont détaillées : chaque dispositif fait l'objet d'une fiche présentant la technique, les impacts paysagers propres à la technique et un ensemble de préconisations pouvant les atténuer. Enfin, des études de cas sont présentées en fin de document afin d'éclairer sur les éléments et les réflexions qui ont guidé les préconisations en matière d'intégration paysagère des dispositifs de protection.



LES COLLECTIONS DE L'IFSTTAR



ISSN : 2492-5438
Ref : GT12
Photo credit : Cerema
Mai 2016