

**ANNEXE
TECHNIQUE**

Préfecture
des Yvelines

Direction
départementale des
territoires des
Yvelines

Juillet 2025

Porter à connaissance

Mouvements de terrain liés aux fronts rocheux

Commune de Carrières-sur-Seine



Direction Départementale des Territoires des Yvelines

DDT
Yvelines à vos côtés...

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	3
2. QUANTIFICATION DE L'ALÉA ET PRÉCONISATIONS ASSOCIÉES.....	3
3. RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE PRÉVENTION DES RISQUES.....	10
3.1. Règles générales de prévention des instabilités.....	10
3.2. Synthèse des recommandations par niveau d'aléa.....	10
3.3. Recommandations en matière d'urbanisme.....	12
4. RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE D'INFORMATION PRÉVENTIVE.....	12
5. FONDS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS.....	13
6. ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIES DE L'ALÉA.....	14
7. ANNEXE 2 : MESURES DE PRÉVENTION.....	15

1. Introduction

L'inventaire des fronts rocheux – classification des communes vis-à-vis de l'aléa – sur le département des Yvelines réalisé par le Cerema en 2019 à la demande de la DDT a identifié la commune de Carrières-sur-Seine, à partir de divers croisements de données (géologie, topographie, enjeux humains, historique des désordres, régime CAT-NAT mouvements de terrain), d'observations sur le terrain couplées à des images satellites, comme l'un des territoires prioritaires pour la réalisation d'une étude d'aléa. En effet, au moins 600 m linéaires, organisés en quatre fronts rocheux, avaient été recensés sur le territoire communal. Certains de ces fronts comportent des cavités.

Les fronts rocheux sont susceptibles de générer des instabilités : chutes de pierres et de blocs, éboulements, ou écroulements de falaise. Lorsque ces falaises présentent des cavages donnant accès à des cavités souterraines, anthropiques ou naturelles, elle-mêmes potentiellement sources d'affaissements ou d'effondrements, on parle de versants rocheux sous-cavés. L'aléa mouvements de terrain doit alors prendre en compte à la fois le versant et la cavité.

En 2020, la DDT a donc missionné le Cerema pour étudier l'aléa "versants rocheux sous-cavés" sur la commune de Carrières-sur-Seine, pour recenser les fronts rocheux sur le territoire communal d'une part, et cartographier l'aléa d'autre part.

L'analyse des données initiales et les visites de terrain se sont déroulées sur deux années consécutives, en 2021 et 2022, avec un important travail de recherche d'informations et d'échanges sur rendez-vous menés auprès des habitants. Le Cerema a remis sa cartographie de l'aléa "versant rocheux sous-cavé" à la DDT en février 2024.

Le présent porter-à-connaissance (PAC) a pour objet la transmission de cette cartographie de l'aléa à la commune accompagnée de recommandations concernant l'urbanisme, l'information préventive et le plan communal de sauvegarde.

2. Quantification de l'aléa et préconisations associées

Le travail cartographique préalable et les enquêtes auprès des Carillon-nes menés par le Cerema ont permis de visiter presque 70 sites, la plupart dans des résidences privées ou à l'arrière de maisons de ville.

A partir des 67 fiches terrains établies par le Cerema (annexe 9 du rapport d'étude), le tableau de synthèse suivant a pu être établi par la DDT. Il fournit, pour chacun des sites concernés par l'étude réalisée, l'aléa associé et les préconisations en matière d'entretien, de surveillance et de travaux.

N° fiche	adresse	parcelle(s)	aléa	préconisations
1	5 allée du Pressoir	BT 74	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
2	3 allée du Pressoir (habitation semi-troglodytique)	BT 75	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et de la cavité

3	3 allée du Pressoir (cave)	BT 75	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
4	14 rue Victor Hugo	BT 67	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
5	12 rue Victor Hugo – école du Parc	BT 66	pas de front rocheux affaissement de la cour au sommet du front rocheux longeant les parcelles BT 66 et BT 67	
6	Club du Soleil - entrée	BT 131	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
7	Club du Soleil – cadran solaire 1989	BT 132 - troglo	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
8	Club du Soleil – front nord	BT 132 - fond	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front
9	Club du Soleil – front ouest	BT 132 - 89	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
10	Club du Soleil – front sud	BT 132 -70	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
11	Parking – rue Césarine Ballagny	BP 263	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de

				stabilité de la cavité sous un an
12	7 rue Césarine Ballagny	BP 264 + 265	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
13	12 rue Césarine Ballagny	BP 256	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
14	14 rue Césarine Ballagny	BP 257	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
15	18 rue Césarine Ballagny 106 rue Gabriel Péri	BP 261	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
16	18 bis rue Césarine Ballagny	BP 599	pas de front rocheux	
17	186 rue Paul Doumer	BM 2 + 3	pas de front rocheux	
18	88-94 rue Gabriel Péri – Vallée aux Génin	BP 296	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et de la cavité
19	66-68 rue Gabriel Péri – sous la plate-forme	BP 320 et 323	pas de front rocheux	
20	Résidence Victor Hugo	BT 89	faible (A et B)	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front
			moyen (C à F)	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
21	Résidence Monceau	BT 2	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire

				empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
22	5-7 passage Voltaire	BP 272 et 276	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
23	7 bis passage Voltaire	BP 277	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
24	7 rue du Moulin	BP 551	pas de front rocheux	
25	9 rue du Moulin	BP 519	pas de front rocheux	
26	11 rue du Moulin	BP 376 et 637	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
27	37 route de Chatou	BT 138 et 139	pas de front rocheux	
28	40 rue Victor Hugo	BT 90	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
29	42 rue Victor Hugo	BT 91	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
30	44 rue Victor Hugo	BT 133	pas de front rocheux	
31	44 bis rue Victor Hugo	BT 134	à déterminer	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Réalisation d'un diagnostic du front sous un an Mise en œuvre des préconisations issues du rapport de diagnostic
32	46 et 48 rue Victor Hugo	BT 93	pas de front rocheux	

33	50 rue Victor Hugo	BT 94	pas de front rocheux	
34	52 rue Victor Hugo	BT 95	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
35	56 bis rue Victor Hugo	BT 98	pas de front rocheux	
36	58 rue Victor Hugo	BT 100	pas de front rocheux	
37	62 rue Victor Hugo	BT 101	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
38	62 bis rue Victor Hugo	BT 102	pas de front rocheux	
39	64 rue Victor Hugo	BT 103 et 146	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an
40	66 rue Victor Hugo	BT 104	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
41	68 rue Victor Hugo	BT 105	pas de front rocheux	
42	70 rue Victor Hugo	BT 140 à 145	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
43	3 passage Emile Zola	BP 274	non concerné	Parcelle située en arrière du front rocheux – pans verticaux probables qui correspondraient à des parois de galeries souterraines
44	3 bis passage Emile Zola	BP 269 et 273	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an

45	7 rue Louis Leroux	BP 350		pas de front rocheux
46	9 rue Louis Leroux	BP 351		pas de front rocheux
47	85 bis rue Gabriel Péri	BP 392	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
48	85 rue Gabriel Péri	BP 393		pas de front rocheux
49	75 rue Gabriel Péri	BP 406 et 407	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
50	71 rue Gabriel Péri	BP 414 et 543		pas de front rocheux
51	53 rue Gabriel Péri	BP 430 et 443	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
52	39 rue Gabriel Péri	BP 442	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
53	37 rue Gabriel Péri	BP 571		pas de front rocheux
54	33 rue Gabriel Péri	BP 446 et 528	fort	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front Instrumentation des fractures ouvertes (front et cavité) Actions sur le front et la cavité pour améliorer l'état de stabilité sous un an
55	31 rue Gabriel Péri	BP 447	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front

56	29 rue Gabriel Péri	BP 448	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux et sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an
57	27 rue Gabriel Péri	BP 449	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
58	25 rue Gabriel Péri	BP 450	pas de front rocheux	
59	19 rue Gabriel Péri	BP 454 et 455	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
60	18 rue Gabriel Péri	BT 58 et 57	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
61	15 rue Gabriel Péri	BP 458	pas de front rocheux	
62	13 rue Gabriel Péri	BP 459	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
63	12 rue Gabriel Péri	BT 113	pas de front rocheux	
64	11 bis rue Gabriel Péri	BP 464	moyen	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an
65	11 rue Gabriel Péri	BP 460 et 463	faible	Règles générales de prévention des instabilités (cf paragraphe 3.1) Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front
66	9 rue Gabriel Péri	BP 465	pas de front rocheux	

67	7 rue Gabriel Péri	BP 466	pas de front rocheux
-----------	--------------------	--------	----------------------

3. Recommandations en matière de prévention des risques

3.1. Règles générales de prévention des instabilités

Les règles générales de sécurité pour les personnes vis-à-vis du risque mouvements de terrain liés aux fronts rocheux sont les suivantes :

- 1) limiter la présence en pied de falaise (éloigner du front rocheux les jeux pour enfants ou les bancs par exemple) ;**
- 2) ne pas approcher le pied de versant / falaise lors des fortes tempêtes venteuses (risque de déchaussement des blocs, chute d'arbres entraînant des chutes de matériaux) et pluvieuses (ruissellements accrus) et rester vigilant les jours suivants l'évènement météorologique ;**
- 3) utiliser un casque de sécurité lors d'une présence prolongée en pied de falaise – mais aussi en cave – (protection contre les chutes de pierres et blocs), notamment en l'absence de confortements réalisés dans les règles de l'art.**

Prévenir le risque de mouvements de terrain liés aux fronts rocheux et versants rocheux sous-cavés passe par leur entretien régulier par des entreprises spécialisées.

Les objectifs de ces travaux sont les suivants :

- a) maintenir et entretenir une végétation appropriée fixant les sols sans développement de racines en profondeur ;**
- b) entretenir les fossés en arrière de crête de talus ;**
- c) drainer les eaux de ruissellement ;**
- d) nettoyer et purger régulièrement la paroi ;**
- e) entretenir les murs de soutènement.**

La meilleure démarche préventive, en termes de stabilité des fronts rocheux, reste la maîtrise de l'environnement du coteau, en matière de végétation et surtout en matière d'eaux de ruissellement.

Un grand nombre de conseils pratiques et de fiches techniques sont disponibles sur le site internet du syndicat intercommunal Cavités 37 (<https://cavites37.com/entretien-et-confortements/>).

3.2. Synthèse des recommandations par niveau d'aléa

		Aléa faible	Aléa moyen	Aléa fort	Aléa à déterminer
Règles générales de prévention		Information / sensibilisation / bon sens Gestion de la végétation, des ruissellements et des cavités			
Massif dormant à peu actif	Sans cavité ou cavité stable	Surveillance visuelle tous les 2 ans de l'évolution du front	Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et de la cavité	-	Réalisation d'un diagnostic du front sous un an Mise en œuvre des préconisations issues du rapport de diagnostic
	Cavité instable ou très instable	-	Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et action pour améliorer l'état de stabilité de la cavité sous un an	Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front et suivi par instrumentation des fractures ouvertes (front et cavité) Actions sur le front et la cavité pour améliorer l'état de stabilité sous un an	
Massif actif ou frais	Sans cavité ou cavité stable	Surveillance visuelle annuelle de l'évolution du front	Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an	Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux sous un an	
	Cavité instable ou très instable	-	Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux ET sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an	Action sur le front pour limiter voire empêcher les chutes d'éléments rocheux ET sur la cavité pour améliorer son état de stabilité sous un an	

En complément de ce tableau de synthèse, les mesures de prévention du risque front rocheux sont détaillées en annexe 2, dans l'extrait du guide pratique Versants rocheux du ministère de l'Écologie (décembre 2014).

3.3. Recommandations en matière d'urbanisme

L'article L.101-2 du code de l'urbanisme dispose que l'action des collectivités publiques en matière d'urbanisme vise à atteindre, notamment, l'objectif de "prévention des risques naturels prévisibles".

Je vous invite donc à **annexer les cartes des aléas** (annexe 26 de l'étude du Cerema et annexe 1 du présent document) à **votre plan local d'urbanisme**.

Je vous invite également à **analyser en conséquence la nécessité de faire évoluer votre plan local d'urbanisme, afin :**

- de retranscrire les recommandations du PAC en prescriptions adaptées dans le règlement et les OAP dans les secteurs d'aléas ;
- d'adapter le rapport de présentation pour prendre en compte ces nouvelles prescriptions ;
- de mettre à jour l'état des risques dans l'état initial de l'environnement en intégrant la description des sites concernés par l'aléa fronts rocheux.

Dans l'attente de l'évolution éventuelle de votre PLU, **lors des demandes d'autorisations d'urbanisme concernant les zones d'aléa cartographiées en annexe 1**, et conformément à l'article R.111-2 du code de l'urbanisme, je vous recommande de **suivre les préconisations suivantes (inscription des prescriptions au permis de construire et vérification lors de la conformité) :**

- **veiller à l'intégration de barbacanes ou de tout autre dispositif de drainage au niveau des murs de soutènement ;**
- **veiller à la mise en œuvre et au bon fonctionnement et entretien des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux pluviales en contexte de crête urbanisée ;**
- **veiller au respect des recommandations en matière de surveillance et travaux mentionnées dans le tableau du paragraphe 3.2 pour la zone concernée.**

4. Recommandations en matière d'information préventive

Afin de sensibiliser et de responsabiliser les citoyens face aux risques liés aux fronts rocheux, je vous invite à réaliser les actions d'information préventives suivantes :

- mettre à jour le **document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM)** qui synthétise la description des phénomènes et leurs conséquences sur les personnes et les biens, et précise les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mises en œuvre ainsi que les moyens d'alerte en cas de survenance d'un risque. **Il conviendrait de diffuser le DICRIM très largement sur le territoire communal.** Conformément à l'article R.125-13 du code de l'environnement, le DICRIM est mis à jour en tant que de besoin et révisé, en tout état de cause, dans un délai qui ne peut excéder cinq ans.
- compléter le **plan communal de sauvegarde (PCS)** pour prendre en compte ce risque dans la gestion de crise et d'informer la population de son existence, conformément à l'article L.731-1 et suivants du code de la sécurité intérieure en :
 - recensant les risques connus et les moyens disponibles pour y faire face ;
 - déterminant les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes ;
 - organisant la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité ;
 - mettant en œuvre des mesures d'accompagnement, de soutien et d'information de la population.

- réaliser **une information périodique** sur les risques liés aux fronts rocheux via des réunions publiques ou par tout autre moyen approprié.

Cela peut être l'occasion de rappeler que la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile fait du citoyen un acteur de sa propre sécurité, notamment vis-à-vis des risques naturels.

L'article 1384 du code civil indique que *"l'on est responsable [...] du dommage que l'on cause par son propre fait"* et l'article 553 du même code précise que *"toutes constructions, plantations et ouvrages sur un terrain ou dans l'intérieur sont présumés faits par le propriétaire à ses frais et lui appartenir"* d'où l'importance de l'entretien et la surveillance des fronts rocheux et cavités à réaliser par les propriétaires et leur responsabilité associée.

Il s'agit d'évoquer les règles générales de prévention des instabilités (cf 3.1) et les recommandations par niveau d'aléa (cf 3.2).

Pour les versants rocheux sous-cavés, il s'agit également de rappeler, que conformément à l'article 552 du code civil, la propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous. De ce fait, la responsabilité de la bonne exécution des travaux de consolidation des cavités souterraines et leur prise en charge financière incombe, sauf situation de propriété particulière, au propriétaire des terrains de surface. Il en est de même pour l'entretien des ouvrages de protection ou de consolidation.

De plus, selon l'article L.563-6 du code de l'environnement, toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes et aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'État dans le département et au président du conseil départemental les éléments dont il dispose à ce sujet.

5. Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs

La commune de Carrières-sur-Seine fait partie des communes visées par l'arrêté préfectoral du 5 août 1986 pris au titre de l'ancien article R.111-3 du code de l'urbanisme qui vaut PPRN.

Par conséquent, et conformément au guide relatif à la mobilisation du fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) de décembre 2021, les mesures suivantes peuvent faire l'objet d'un financement :

- **les études et actions de prévention ou de protection contre les risques naturels des collectivités territoriales (mesure codifiée EAPCT).**

Cette mesure bénéficiant aux collectivités territoriales a pour vocation première d'améliorer la sécurité des personnes face aux risques naturels et de réduire les dommages aux biens assurés.

Vous trouverez toutes les informations relatives aux financements possibles par le FPRNM (conditions d'éligibilité, affectataire des crédits, taux de financement maximum, etc.) sur les sites internet du ministère en charge de la prévention des risques naturels et de la DRIEAT :

<https://www.ecologie.gouv.fr/financement-prevention-des-risques-naturels-et-hydrauliques>

<https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/aides-financieres-sur-les-risques-naturels-le-a155.html>

La directrice départementale des territoires

6. Annexe 1 : cartographies de l'aléa









7. Annexe 2 : mesures de prévention (extrait du guide pratique Versants rocheux du ministère de l'écologie - décembre 2014)

Gestion du risque

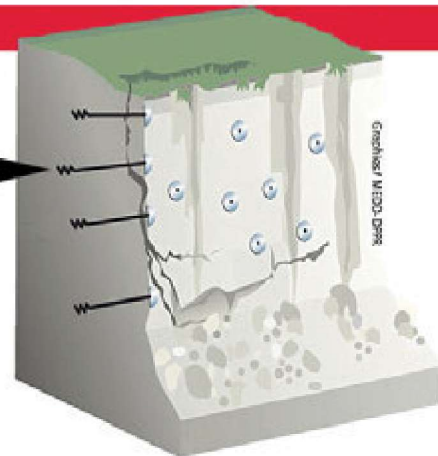
Réduction de la vulnérabilité

Les parades

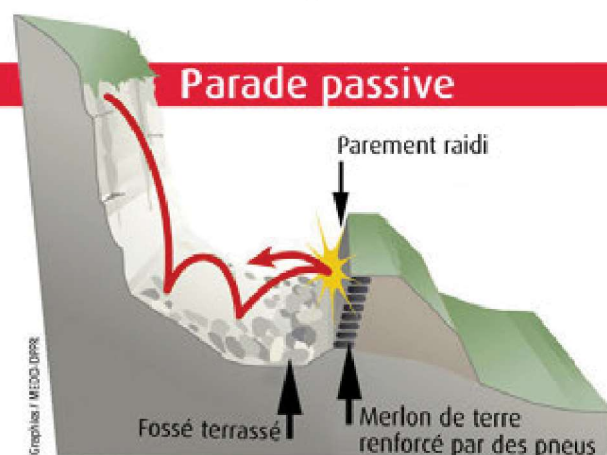
Les parades sont des dispositifs techniques permettant de réduire la survenue et/ou les conséquences d'un aléa, en protégeant ainsi les enjeux exposés. De nombreuses techniques existent (on se référera notamment au guide du LCPC sur les parades, [8]), les principales sont exposées ci-après. Il existe deux grands principes de protection : les parades actives et les parades passives (schémas ci-dessous).

Parade active

Tirants ancrés dans la partie stable du massif

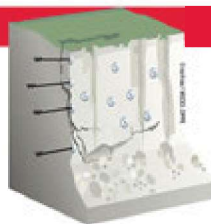


Parade passive



La mise en œuvre de tels dispositifs nécessite des études spécifiques notamment pour les dimensionner.

Gestion du risque



Parades actives

Les parades actives sont définies comme des actions s'opposant au déclenchement du phénomène (action sur l'aléa de rupture). On tente donc de maintenir en place les éléments rocheux instables par différents moyens. Les plus fréquemment utilisés sont présentés ci-dessous.



©Clichés INERIS

Mur de confortement et tirants en pied, Modane, Savoie.

Confortement par clouage ou tirants

Les ancrages sont des armatures en acier, mises en place dans des trous forés, traversant entièrement la masse instable et pénétrant suffisamment dans le rocher plus stable pour que ce dernier reprenne les efforts. Le clouage passif ne joue un rôle que s'il y a déplacement des masses rocheuses (ce sont les « épingles » ou « boulons ») tandis que la précontrainte des tirants limite le déplacement du massif à stabiliser. Ces dispositifs nécessitent la prise en compte de la corrosion pour assurer leur pérennité.



Intervalle de coût : 50 à 150 €/mètre linéaire

Confortement par mur ou massif bétonné

Ces ouvrages (piliers, contreforts, butons) s'opposent au détachement et à l'éboulement de blocs, d'écaillles ou de surplombs rocheux en réalisant un support rigide qui en assure le blocage. Leur intégration dans le paysage doit être examinée.



Coût fréquent et [intervalle de coût] : 550 €, [500 à 1000 €/mètre cube]



©Clichés INERIS

Pose d'un filet métallique, Bourgogne.

Confortement par grillage ou filet plaqué ancré

La masse instable est emmaillotée dans une nappe de grillage ou de filet maintenue en place par un système de câbles et d'ancrages. La mise en place d'un ceinturage au moyen de câbles ou de chaînes seuls est déconseillée. La zone d'ancrage doit offrir une garantie de stabilité en cas de reprise des efforts dus au poids de la masse rocheuse instable qui peut se désolidariser de la paroi, même si elle y est plaquée initialement.



Coût fréquent et [intervalle de coût]: 70 €, [50 à 90 €/mètre carré (avec ancrage)]



© DR

Mise en place de béton projeté.

Confortement par béton projeté

Ce confortement s'applique dans le cas de masses rocheuses stables mais dont la dégradation et la fracturation superficielle entraîne la chute de pierres. La technique consiste à projeter une couche de béton à prise rapide contre la paroi, souvent associé à un grillage ou treillis soudé, afin de la protéger de l'érosion. L'esthétique de ce dispositif est discutable, même en utilisant du ciment coloré.



Coût fréquent : 50 €/mètre carré (avec treillis)

Gestion du risque



Parades passives

Les parades passives décrites ci-dessous ne s'opposent pas au déclenchement du phénomène mais visent à intercepter les trajectoires des blocs (action sur la propagation).



© DR

Merlon de protection de la RN 90, Aigueblanche, Savoie.

Les digues pare-blocs ou merlons pare-blocs

Ces dispositifs sont utilisés pour arrêter les blocs qui roulent et/ou rebondissent et dont les énergies mises en jeu ne peuvent pas être absorbées par d'autres moyens. Ce sont des écrans massifs constitués de terrains meubles et donc déformables avec un fossé côté amont pour piéger les blocs. Les aspects fonciers et terrassement sont à prendre en compte. Leur implantation et leur dimensionnement nécessitent une étude trajectographique.



Intervalle de coût d'un merlon de hauteur et largeur au sommet 3 m, de longueur 50 m : 40 à 60 k€



© DR

Filets dynamiques dans les gorges de l'Arly, Savoie.

Les écrans de filets pare-blocs

Ce sont des filets métalliques, assemblés en panneaux et supportés par des montants rigides haubanés. Ils sont efficaces pour arrêter des blocs isolés ou des éboulements de quelques blocs. Leur implantation et leur dimensionnement nécessitent une étude trajectographique. Ils nécessitent également une inspection périodique régulière.

Les écrans de filets mis en place par un maître d'ouvrage public doivent être marqués CE. Ils doivent notamment avoir satisfait aux critères de réussite d'essais d'impact en vraie grandeur tels que décrits dans le Guide d'Agrément Technique Européen ETAG027 (septembre 2013).



Intervalle de coût : 600 à 2500 € le mètre linéaire selon la classe d'énergie, à adapter en fonction de l'énergie des blocs



La mise en place de parades (quelles qu'elles soient) ne supprime pas la totalité du risque. Il existe en effet toujours un aléa résiduel. De plus la pérennité de ces parades passe par un entretien régulier. Une visite périodique de ces ouvrages de protection est indispensable.

Gestion du risque

Réduction de la vulnérabilité

L'entretien des parois rocheuses et des dispositifs de protection

L'entretien de la falaise ou du versant est fondamental lorsqu'il s'agit de limiter les dégradations et de maîtriser certains facteurs naturels ou anthropiques qui peuvent déclencher un éboulement. Une inspection périodique de ces parois est particulièrement adaptée.

Les principaux facteurs concernés sont la présence d'eau et l'action de la végétation.



Purge manuelle

L'entretien peut consister à dégager et purger des pierres et blocs instables à intervalle régulier (Photographie ci-contre). Ces actions sont généralement entreprises par des sociétés de travaux acrobatiques suite à la réalisation d'une étude spécifique ; il est important qu'elles soient supervisées par un spécialiste, notamment pour éviter que des volumes plus importants soient rendus instables par cette technique ou qu'elle engendre l'accélération de la dégradation de la falaise.



Rejointoiement de la maçonnerie d'un parement

Dans certaines configurations où la falaise rocheuse est associée à d'anciennes constructions (murs, murailles), il peut être nécessaire de procéder au rejointoiement des pierres constitutives de ces murs avec un mortier de nature adaptée, et d'en améliorer le drainage (Photographie ci-contre).

Nombre d'éboulements ou chutes de blocs sont la résultante d'un apport d'eau important, soit du fait des conditions climatiques (pluviométrie importante, voire exceptionnelle), soit anthropique (fuite de canalisations, maîtrise déficiente des eaux de ruissellement). Une bonne gestion des eaux est primordiale, notamment en amont de la falaise, pour que celles-ci ne la dégradent pas ou n'engendrent pas d'instabilités. Il est également très important de vérifier régulièrement le bon état et l'étanchéité des réseaux (eau pluviale, assainissement) en amont des fronts rocheux.

Gestion du risque

© Clichés Cérama Dier Normandie Centre



Rôles de la végétation
Rôle destabilisant (destabilisation d'un bloc
par les racines)

L'entretien de la végétation présente sur la falaise est également recommandé. La végétation a un impact négatif sur la stabilité (croissance des racines dans les fractures, effet mécanique lié à l'action du vent dans les arbres, surcharge ponctuelle en tête de coteau) et peut de plus masquer les instabilités éventuelles. Mais la végétation joue également un rôle positif sur la falaise (interception et absorption des eaux de pluie et déviation vers le contrebas, effet régulateur de la teneur en eau du sol, rétention de matériaux rocheux dégradés) comme sur la pente qui se trouve en aval de la zone d'éboulement (ralentissement et action sur la trajectoire des blocs).

© Clichés Syndicat Cavités 37



Rôles de la végétation
Rôle stabilisant (mise en place d'un couvre sol
limitant la dégradation d'un coteau)

Les mesures doivent donc être établies au cas par cas et intégrer les effets à la fois bénéfiques et négatifs de la végétation, afin de tendre vers une situation d'équilibre. Ainsi il est préconisé la coupe régulière des arbustes, l'abattage des arbres trop proches de la tête du coteau ou à système racinaire pivotant*, éventuellement la mise en place d'une plantation rase de type couvre-sol régulant la teneur en eau et retenant la roche altérée et les petits blocs.

L'ensemble de ces mesures nécessite une coordination entre les propriétaires d'une falaise ou d'un coteau.

Enfin, les parades mises en place sont des ouvrages à part entière qui, à ce titre, doivent faire l'objet d'une maintenance (visites, inspections, entretien, réparations), faute de quoi leur efficacité risque de se perdre.

*Système racinaire pivotant

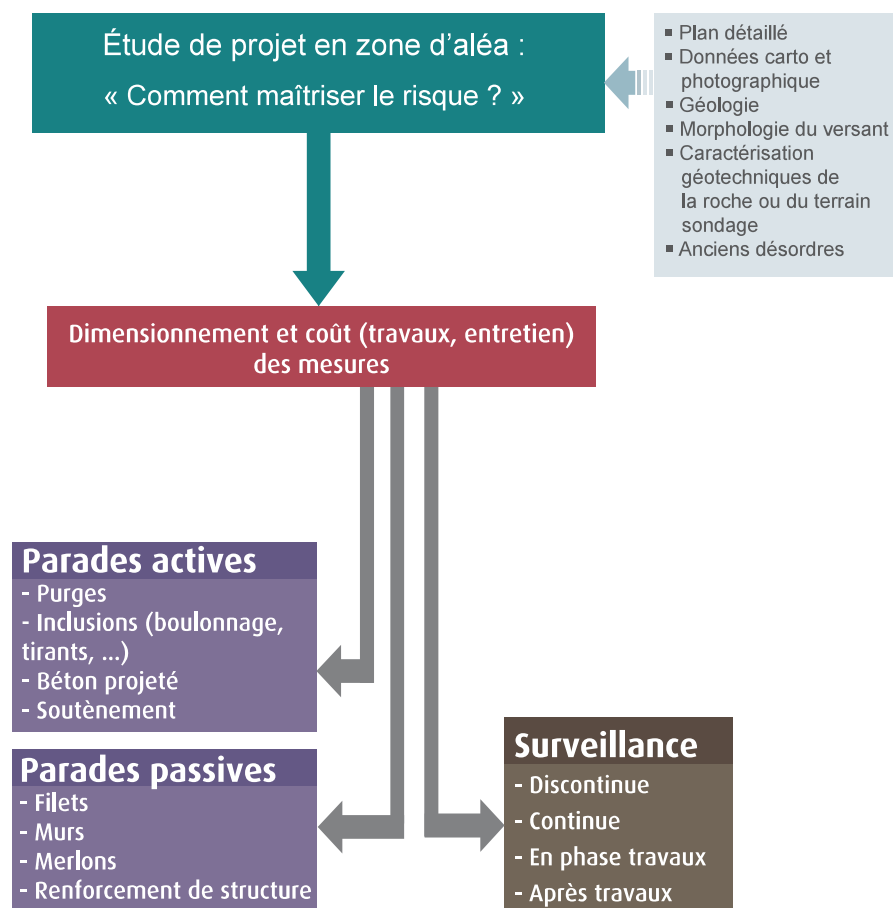
Une racine pivotante est une racine de plante relativement droite, fuselée et qui s'implante verticalement dans le sol. Elle forme un axe à partir duquel d'autres racines plus fines poussent latéralement (exemple : la carotte).

Gestion du risque

Réduction de la vulnérabilité

Mise en oeuvre des mesures de prévention

La vulnérabilité des enjeux ne peut être réduite que si les mesures de prévention existantes sont coordonnées, appropriées au contexte du site et mises en place au bon moment. Le schéma ci-dessous résume les différentes mesures pour maîtriser le risque.



Les différentes mesures de préventions à mettre en place en zone d'aléa