Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses

Cyril Mallet, Christophe Garnier, Nathalie Marçot

▶ **To cite this version:**

Cyril Mallet, Christophe Garnier, Nathalie Marçot. Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses. Géosciences, 2013, 17, pp.18-25. hal-01062219

HAL Id: hal-01062219
https://brgm.hal.science/hal-01062219

Submitted on 9 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses

Les falaises sont des écosystèmes littoraux riches et complexes en proie à une érosion côtière plus ou moins rapide. La présence d'enjeux anthropiques ou patrimoniaux conduit parfois à mener des actions afin de réduire, voire stopper le recul des falaises pour quelques dizaines d'années (durée de vie des ouvrages). Néanmoins, face à un recul inéluctable sur le long terme des falaises, les décideurs sont amenés à envisager d'autres stratégies que la protection : laisser faire, reculer ? Quelques suggestions de réponses illustrées par des exemples sont apportées dans cet article.

Cyril Mallet
BRGM Aquitaine
c.mallet@brgm.fr

Christophe Garnier
BRGM Aquitaine
c.garnier@brgm.fr

Nathalie Marçot
BRGM Provence–Alpes–Côte d'Azur
n.marcot@brgm.fr

Falaise de flysch, Corniche Basque (Ciboure) présentant des glissements banc sur banc et couverture d'altérites menaçant des habitations et infrastructures.

A flysch cliff at Corniche Basque (Ciboure, SW France) displaying bank over bank sliding and a mantle of weathered material endangering houses and infrastructures.

© BRGM – C. Garnier, 2010.

Les falaises rocheuses de bord de mer constituent un cas particulier de versant qui recule parallèlement à lui-même, laissant devant lui une plateforme rocheuse doucement inclinée vers la mer. Il existe trois types de falaises : les falaises vives (instables et régulièrement battues par la mer, d'où leur aspect d'escarpement raide), les falaises mortes (lorsqu'elles ne sont plus atteintes par les vagues, leur évolution est similaire aux falaises continentales) et les falaises en voie de stabilisation (état transitoire entre falaise vive et falaise morte). Les instabilités successives conduisent, en l'absence d'agent érosif externe actif, à l'établissement d'un profil d'équilibre.

Les falaises se distinguent par la multiplicité de leurs formes, structures et vitesses d'évolution, caractéristiques d'une importante diversité géologique (calcaire, marne, granite...), générant des milieux et des paysages littoraux riches et variés.

Principes de l'érosion des falaises

La nature des roches joue un rôle primordial dans le mode de dégradation des falaises et dans leur forme : les formations peuvent être meubles et donc fragiles (sables, limons, argiles, marnes, craie), laissant des formes « adoucies », ou elles peuvent être dures (calcaires, grès, roches volcaniques, granitiques, métamorphiques), donc moins

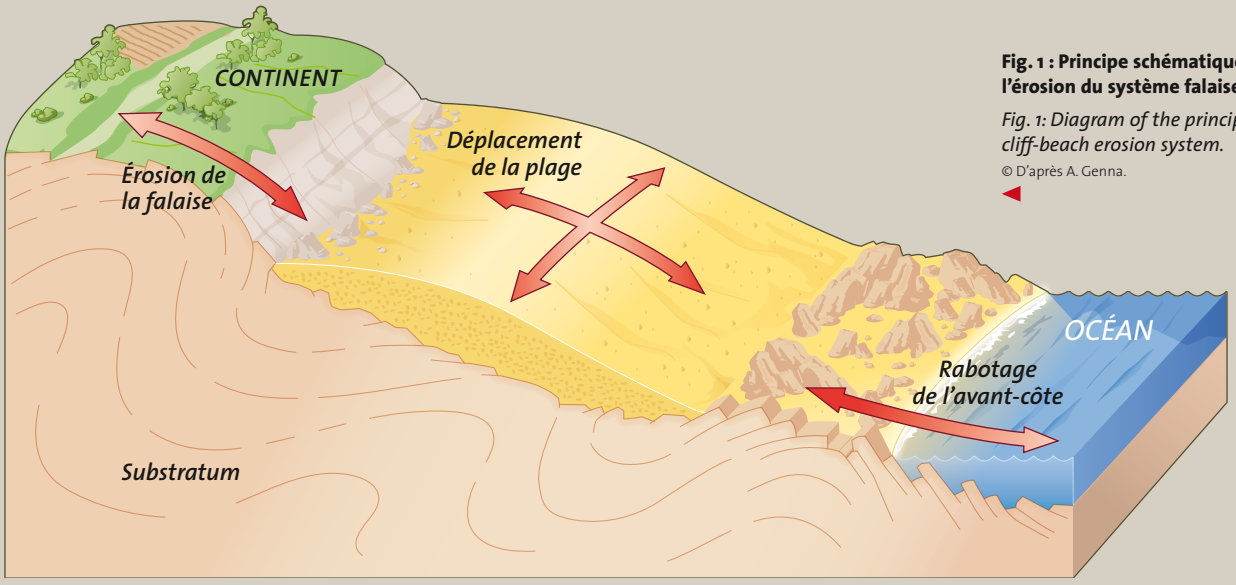


Fig. 1 : Principe schématique de l'érosion du système falaise-plage.

Fig. 1: Diagram of the principle behind cliff-beach erosion system.

© D'après A. Genna.

érodables, donnant généralement des formes plus abruptes. Dans les formations meubles, on retrouve généralement des glissements (ou coulées boueuses), alors que dans les formations dures, éboulements et chutes de blocs sont majoritaires. Les agents érosifs continentaux (ruissellement, gel...) et marins (vagues, courants de marée) influencent les dépôts de sédiments et la turbidité de l'eau.

Les falaises sont instables en raison de la conjonction de nombreux facteurs naturels, réunis en deux grands ensembles plus ou moins prégnants selon les sites *(figure 1)* :

– d'une part, les processus marins en pied de falaise qui, par l'action des vagues, entraînent une érosion sous-marine (estran) et aérienne (impact de la houle sur la falaise). Cette dynamique marine peut engendrer des sous-cavages déstabilisant la paroi sus-jacente. Les agents marins (houle et courants côtiers) entretiennent ce processus d'instabilité, en déblayant les matériaux éboulés et en empêchant la formation d'une butée stabilisatrice de pied ;
– d'autre part, les processus subaériens ou continentaux (vent, précipitations, infiltrations, météorisation des roches, haloclastie...) qui agissent sur la face de l'escarpement et au sommet de falaise. Ces processus favorisent par actions chimique et mécanique le démantèlement plus ou moins rapide de la matrice rocheuse, provoquant glissements de terrain *(figure 2)*, éboulements *(figure 3)*, effondrements, ravinements...

L'érosion peut être accentuée par les impacts anthropiques, par exemple :

– en haut de falaise, l'urbanisation s'accompagne parfois d'une hausse du toit de la nappe phréatique (irrigation des jardins, fuite des piscines...) et de rejets d'eau de ruissellement quelquefois incontrôlés. Le piétinement sur des sentiers a aussi un effet déstabilisateur ;
– sur les pentes de la falaise, l'aménagement de routes perturbe l'équilibre du versant par le jeu des terrassements (talutages et surcharges liées aux déblais) ;
– en pied de falaise, l'exploitation des galets entraîne un appauvrissement des cordons littoraux naturels qui ont un rôle de protection du pied de la falaise. Tandis que la création d'ouvrages de protection, comme les épis, perturbe les transits littoraux.

De par leur hauteur, les falaises font office de protection naturelle contre certains aléas côtiers dont les submersions marines en particulier. Le platier rocheux dissipe par ailleurs l'énergie mécanique des vagues, ce qui permet de limiter l'érosion en pied de versant. De plus, les matériaux provenant des mouvements de terrain (glissements, éboulements...) servent d'apports sédimentaires pour les plages avoisinantes, permettant éventuellement leur accrétion ou du moins limitant leur érosion. Le rôle des falaises en tant qu'« infrastructure » naturelle face aux risques côtiers est donc à préserver autant que possible.

« Le rôle des falaises en tant qu'« infrastructure » naturelle face aux risques côtiers est à préserver autant que possible. »

Fig. 2 : Glissement de terrain au sein de flyschs altérés, Guéthary (janvier 2004).

Fig. 2: Landslide within weathered flysch, Guéthary, SW France (January 2004).

© BRGM - C. Mathon.

Fig. 3 : Différents types d'instabilités de falaises côtières sur le littoral de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).

À gauche : Glissement banc sur banc sur grès, montrant une structure aval pendage (Le Pradet, Var).

À droite : Érosion différentielle dans une calcarénite, ayant entraîné un éboulement (Carry-le-Rouet, Bouches-du-Rhône).

Fig. 3: Different kinds of coastal cliff instabilities along shores in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region of France.

Left: Bank over bank sliding on sandstone revealing a downward-dipping structure (Le Pradet, Var Department).

Right: Differential erosion of calcarenite resulting in collapse (Carry-le-Rouet, Bouches-du-Rhône Department).

© BRGM – N. Marçot, 2010.

Cartographie de l'aléa érosion

L'aléa correspond à la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité données, sur une période de référence fixée. L'apparition d'un phénomène de type mouvement de terrain est le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs :

– les facteurs permanents ou de prédisposition : géologie, pente, fracturation, altération... ;
– les facteurs déclencheurs ou aggravants : épisodes pluvieux importants, action de la houle, intervention anthropique (terrassements, modification des écoulements...).

La cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » repose sur une identification des zones sensibles aux différents types de mouvements de terrain, ainsi que sur une estimation de leur fréquence et de leur intensité *(voir encadré p. 23)*. Contrairement à l'analyse des données physiques, la cartographie est souvent

« Un seul événement est susceptible d'entraîner un recul de plusieurs mètres du sommet de falaise. »

une démarche interprétative (étude des critères de prédisposition quantifiables ou qualifiables : géologie, pente, hauteur de versant, fracturation...), mais qui peut résulter d'une analyse d'un modèle numérique combinant les différents paramètres précédents pour les associer logiquement les uns aux autres et en déduire un niveau d'aléa. Ces approches interprétatives ou numériques permettent d'établir une présomption spatiale d'apparition des phénomènes. Les éventuels ouvrages de protection existants ne sont pas pris en compte dans cette étape de qualification des aléas. Le niveau d'aléa d'une zone donnée traduit la potentialité de cette zone à être affectée par des phénomènes de type glissements de terrain, éboulements, chutes de blocs... (MATE/METL, 2010). La largeur de la bande côtière prise en compte dans la cartographie de l'aléa correspond à la zone directement ou potentiellement affectée par des instabilités (un seul événement étant susceptible d'entraîner un recul de plusieurs mètres du sommet de falaise).

La méthode la plus classiquement utilisée consiste à effectuer une analyse du milieu physique en deux temps : la réalisation d'un inventaire des mouvements de terrain anciens ou actuels, et l'analyse de la prédisposition du site à la survenue d'instabilités (potentialité). Cette méthode, et la transcription en niveaux d'aléas correspondants, est présentée dans le *tableau 1*. Une autre méthode d'expertise, la plus souvent utilisée en croisement avec l'analyse des critères physiques, consiste à apprécier le niveau de parade requis pour faire face au phénomène prévisible (stratégie de protection adaptée). Ainsi, par exemple, à partir du *tableau 1*, un expert attribuera un niveau d'aléa faible lorsque les mouvements de terrain seront d'ampleur limitée et/ou lorsque les parades seront supportables par un particulier.

À titre d'exemple, une étude de qualification de l'aléa a été réalisée en 2004-2008 (financement BRGM, Région, DREAL) sur le littoral de la région PACA dont

Tableau 1 : Critères de définition des niveaux de l'aléa « mouvements de terrain » utilisés dans le cadre de l'étude stratégique de gestion du trait de côte en Aquitaine.

D'après Aubié *et al.*, 2011.

Table 1: Criteria for determining the levels of ground movement risk used in the framework of the strategic analysis of coastline management in the Aquitaine region.

From Aubié *et al.*, 2011.

Niveau d'aléa	Critères	
	Contexte physique	**Parades envisageables**
Nul à faible	Pas de phénomène de mouvement de terrain connu.	Pas de parade nécessaire.
Faible	Phénomènes connus d'ampleur limitée. La présomption d'apparition de mouvements de terrain est faible et les critères de prédisposition de la falaise sont satisfaisants (faible hauteur de falaise, pente faible...).	Parades supportables financièrement par un propriétaire individuel (maître d'ouvrage individuel).
Moyen	Phénomènes connus d'ampleur et de fréquence moyenne dépassant le cadre de la parcelle, et caractéristiques physiques défavorables (géologie, altération, pendage, venues d'eau...).	Parades supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (maître d'ouvrage collectif).
Fort	Zones jugées instables (mouvements de terrain actifs) nombreux glissements de terrain recensés et/ou d'ampleur importante. Caractéristiques physiques défavorables.	Parades d'un coût très important et/ou techniquement difficile (maître d'ouvrage collectif dans le cadre d'un projet de grande ampleur).

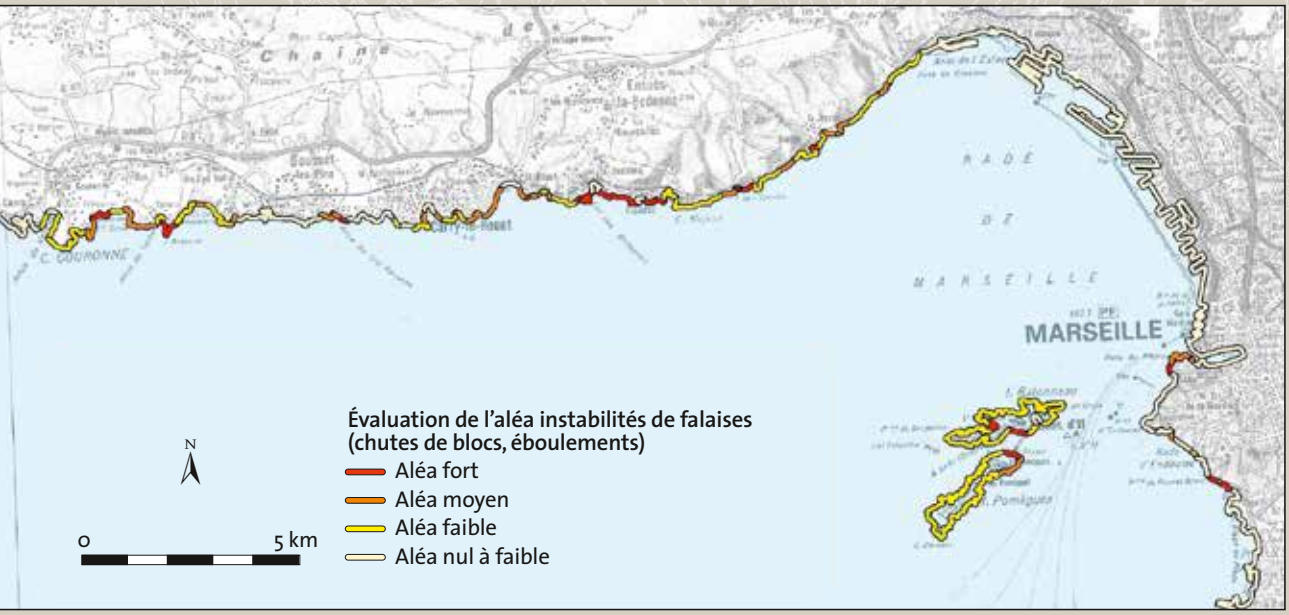


Fig. 4 : Évaluation d'un aléa instabilité des falaises côtières en région PACA.

En haut, extrait de la cartographie de l'aléa sur fond de carte IGN.

© Scan100 IGN

En bas à gauche, éboulement du 5 février 2006 à Marseille.

© BRGM – N. Marçot.

En bas à droite, vue générale de la falaise à Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône).

© BRGM – N. Marçot, 2010.

Fig. 4: Assessment of instability hazard for coastal cliffs in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region of France. Top: An excerpt of instability hazards mapping plotted on an IGN base map.

© Scan100 IGN.

Bottom, left: Rockfall in Marseille (5 February 2006).

© BRGM – N. Marçot.

Bottom, right: General view of Carry-le-Rouet cliffs, Bouches-du-Rhône Department.

© BRGM – N. Marçot, 2010.

les quatre-cinquièmes sont rocheux *(figure 4)*. Selon les secteurs, ces falaises ont des indices d'instabilité liés à la géologie et à l'érosion très variables. La qualification et la cartographie des instabilités des falaises ont été établies à partir des étapes suivantes :

– qualification de l'aléa, identification de trente secteurs sensibles ;
– inventaire des enjeux, évaluation des dommages possibles, hiérarchisation du risque ;
– définition et validation des secteurs à risque, aléa par site, proposition de schémas types d'aménagement ; approche socio-économique (enquête de perception du risque sur la commune de Carry-le-Rouet).

La connaissance des phénomènes d'érosion étant un objectif important, notamment dans la prévision, une étude des mécanismes multi-temporels et multi-échelles de l'évolution des falaises du littoral en PACA, et plus particulièrement de la Côte Bleue, a été initiée en 2012 [Giuliano *et al.* (2012)].

Les parades face à l'érosion des falaises

Les parades géotechniques relèvent, de manière générale, de deux stratégies pouvant éventuellement être associées sur le même site :

– stratégies passives : elles n'empêchent pas l'instabilité, mais elles visent à éviter qu'elle n'atteigne l'enjeu ou tout du moins à en limiter l'impact sur celui-ci ;
– stratégies actives : elles empêchent directement le mouvement de se produire ou le provoquent de manière préventive.

Pour chacune de ces deux stratégies, afin de réduire les instabilités des falaises rocheuses vives, deux types de parade sont possibles :

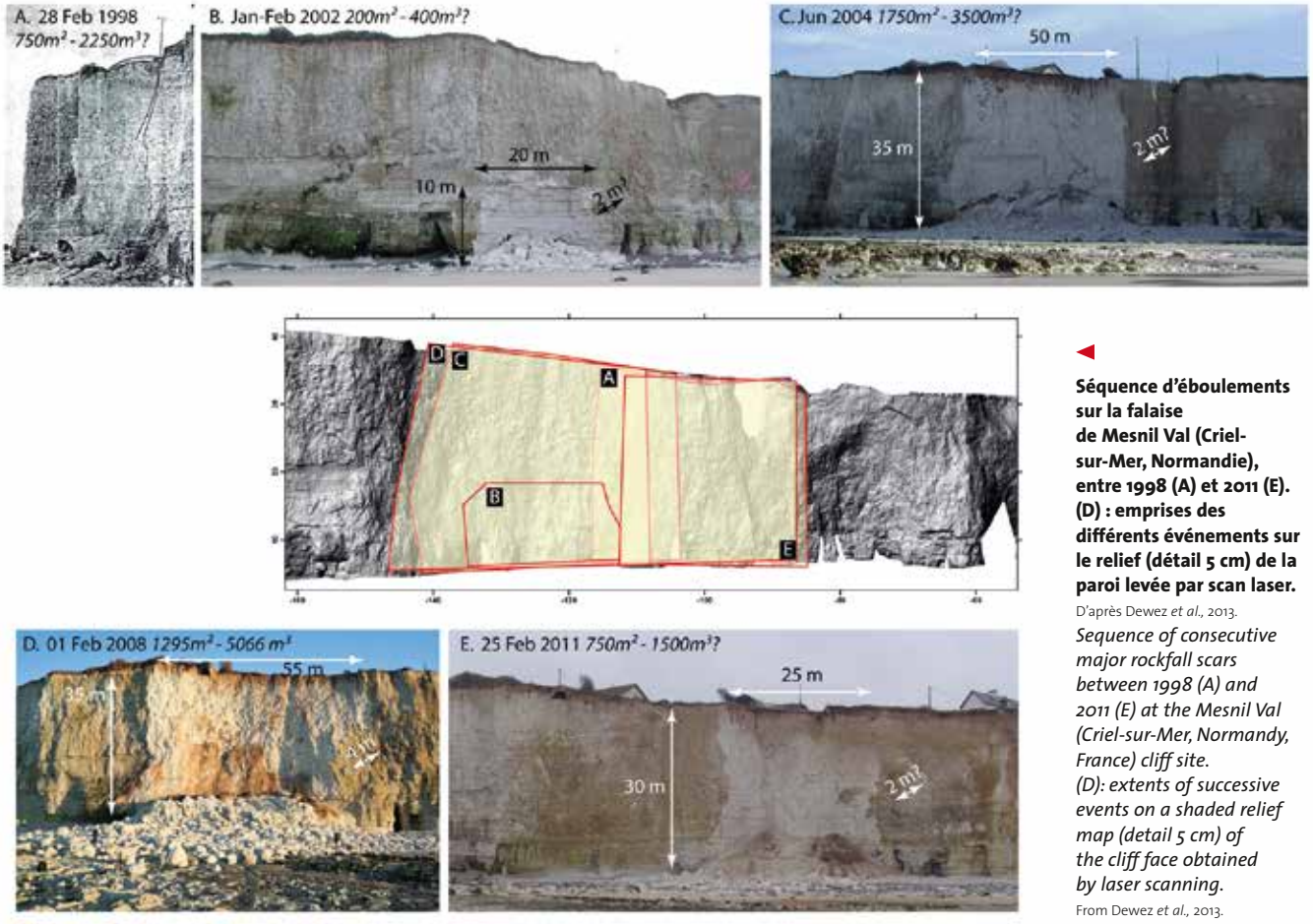
– la protection du pied de la falaise par des parades géotechniques limitant l'érosion marine et stabilisant le pied de talus (cordons d'enrochement par exemple) ;
– la stabilisation du versant contre les actions continentales, par la mise en œuvre de parades plus ou moins lourdes *(voir encadré p. 25)* ou de solutions de moindre technicité. Parmi les techniques les plus courantes, on peut citer :
. végétalisation ;

► Le péril est-il imminent ? L'exemple de la falaise de Mesnil Val, Criel-sur-Mer

Thomas Dewez – BRGM, Direction Risques et Prévention – t.dewez@brgm.fr

La gestion de l'espace public en tête et pied de falaise pose souvent la question : « Combien de temps reste-t-il avant le prochain gros éboulement ? » S'il existe un inventaire local d'éboulements suffisamment complet, son analyse sous un angle probabiliste peut répondre à cette question. L'analyse porte sur la distribution de l'ampleur des événements recensés (surface, volume, longueur de recul), la distribution de fréquence (ou période de retour) d'un événement suivant, elle, une loi de puissance. La méthode a été appliquée à un inventaire d'éboulements (levés scans lasers terrestres) sur la commune de Criel-sur-Mer (Seine-Maritime), où ont été recensés plus de 8 500 événements en deux ans et demi : on estime que chaque kilomètre de falaise produit environ 65 éboulements de plus de 1 m³ par an [Dewez *et al.* (2013)]. Un recul de falaise de dix mètres peut se produire tous les trois ans et quatre mois en moyenne. Comparées aux événements connus sur cette falaise depuis quinze ans, les périodes de retour calculées sont parfaitement réalistes. ■

Bibliographie : Dewez, T.J.B., Rohmer, J., Regard, V., and Cnudde, C. (2013) – Probabilistic coastal cliff collapse hazard from repeated terrestrial laser surveys: case study from Mesnil Val (Normandy, northern France), *Journal of Coastal Research*.



◄ **Séquence d'éboulements sur la falaise de Mesnil Val (Criel-sur-Mer, Normandie), entre 1998 (A) et 2011 (E). (D) : emprises des différents événements sur le relief (détail 5 cm) de la paroi levée par scan laser.**
D'après Dewez *et al.*, 2013.
Sequence of consecutive major rockfall scars between 1998 (A) and 2011 (E) at the Mesnil Val (Criel-sur-Mer, Normandy, France) cliff site. (D): extents of successive events on a shaded relief map (detail 5 cm) of the cliff face obtained by laser scanning.
From Dewez *et al.*, 2013.

. soutènement (maçonnerie, gabionnage, mur cloué ou tiranté...) *(figure 5)* ;
. reprofilage de la falaise ;
. système de drainage ;
. ancrage et boulonnage ;
. géogrille renforcée ;
. filet plaqué ;
. contrefort béton ou maçonné (au droit des zones rocheuses sous-cavées).

Le choix de la stratégie et de la méthode de stabilisation prend notamment en compte le type d'instabilité (caractérisation des événements par leurs volumes, leurs fréquences, les matériaux concernés « rocheux » ou « meubles »...), la nature des enjeux à protéger et les conditions d'accès et de mise en œuvre. Les coûts de ces techniques sont très variables (de quelques milliers à plusieurs centaines de milliers d'euros) en fonction notamment de l'ampleur du phénomène à contrer et des techniques employées.
Le recul des falaises peut également jouer un rôle de protection naturelle. En effet, les matériaux érodés permettent la création d'un pied stabilisateur de falaise, pouvant éventuellement contribuer au rechargement

Fig. 5 : Ouvrage de protection (enrochements et empierrements) des falaises de Bidart, Sud-Ouest, France.

Fig. 5: Protective structure consisting of riprap and ballast, along the cliffs in Bidart, southwestern France.

© M. Le Collen, Observatoire de la côte aquitaine.

des plages adjacentes. Il est donc préférable de traiter uniquement les falaises où les enjeux socio-économiques sont importants, ne serait-ce que pour limiter les perturbations du transit sédimentaire.

Prise de décision

L'érosion naturelle des côtes n'est source d'inquiétude que si elle s'opère dans un site porteur d'enjeux. Le risque est issu de la conjonction d'un aléa, ici l'érosion des falaises, et de la présence d'enjeux, tels qu'habitations, infrastructures routières ou autres, ou espaces de grande valeur patrimoniale. Les études suivantes sont classiquement réalisées afin de définir le mode d'intervention face à l'érosion côtière (MEEDDM, 2010) :

- études préliminaires (visites de terrain, synthèse des connaissances, diagnostic des ouvrages existants...) sur des unités géologiques cohérentes, visant à identifier les sites vulnérables ;
- diagnostic des dysfonctionnements ;
- étude d'aléas (identification des agents d'érosion, cartographie et niveau d'aléas) ;
- évaluation des enjeux pouvant être impactés sur l'horizon temporel fixé et le degré de vulnérabilité de la zone concernée ;
- proposition de parades en intégrant leurs impacts (positifs ou non), faisabilité, coûts, durée de vie ;
- analyse coûts/avantages (ACA) des parades pour l'estimation des pertes ou la modulation des investissements et des budgets (préservation et restauration des écosystèmes) ;
- analyse multicritère visant à établir la faisabilité du mode de gestion et l'acceptabilité du risque.

La stratégie de gestion peut ensuite être définie par les décideurs à partir des connaissances acquises lors des étapes précédentes et conduisent en général à quatre axes de gestion du trait de côte possibles : pas d'intervention ; intervention limitée ; recul stratégique ou relocalisation des biens et des activités (MEDDTL, 2012) ; maintien du trait de côte.

Conclusion

Le littoral offre une multiplicité de contextes érosifs pour lesquels de nombreuses stratégies de gestion peuvent être envisagées. Seule la réalisation d'études de risques accompagnées d'analyses économiques et éventuellement sociologiques (perception du risque) permet d'établir des stratégies de gestion adaptées et financièrement supportables. Ces recommandations émanent notamment de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, élaborée par l'État, qui conduit dorénavant à envisager des stratégies de gestion locales face à l'érosion.

La réponse face au risque peut être modulée dans le temps et combiner des parades géotechniques plus ou moins importantes. Les techniques de stabilisation, les coûts et les entretiens des ouvrages restent élevés et doivent être réservés aux falaises à enjeux importants comme les littoraux urbanisés et les sites d'intérêt exceptionnel (disparition probable et relocalisation impossible).

Dans tous les cas, les stratégies de protection ne peuvent être considérées comme des solutions « absolues ». En effet, d'une part elles sont conçues par rapport à un aléa de référence (pas forcément le plus pénalisant) et d'autre part leur pérennité est étroitement liée à la capacité notamment financière d'assurer leur entretien. Contrairement à d'autres environnements, l'érosion des falaises littorales est inéluctable sur le long terme, notamment dans un contexte où les impacts potentiels du changement climatique pourraient aggraver ce phénomène. C'est pourquoi, le recul stratégique ou tout simplement le « laisser faire » sont à privilégier dans la mesure du possible.

► Aménagement des falaises de la Côte des Basques de Biarritz

Nicolas Carpentier – ANTEA Group – nicolas.carpentier@anteagroup.com

Face à l'inéluctable érosion côtière et à la volonté de préserver les biens directement concernés en crête de falaise, la ville de Biarritz a entrepris depuis les années 1980 de protéger les falaises de la Côte des Basques, qui s'étendent sur 1 200 mètres environ. Hautes de 30 à 50 mètres, ces falaises sont constituées de marnes de l'Éocène surmontées par une dizaine de mètres d'alluvions.

Les objectifs visent à stopper durablement le processus d'érosion des falaises, sauver le patrimoine (ouvrages publics, rues, bâtiments remarquables), transformer le paysage ruiniforme de falaises en un espace d'agrément, assurer une cohérence des travaux déjà réalisés et garder une compatibilité avec les projets d'aménagements déclarés d'utilité publique.

Après une étude globale de confortement et d'aménagement, une hiérarchisation des travaux a été effectuée selon les urgences d'intervention et les enveloppes budgétaires disponibles permettant un phasage pluriannuel des travaux de confortement. Sept tranches de travaux ont été réalisées entre 1983 et 2008, sous maîtrise d'œuvre du BRGM puis d'Antea(1) Group (à partir de 1998), pour un montant de près de 20 millions d'euros. Selon les secteurs traités, les solutions de confortement retenues pour remédier au recul général de la falaise comprennent des ouvrages de drainage (puits rayonnants, drains subhorizontaux, masques drainants), des ouvrages de soutènement (murs cloués, murs tirantés, parois berlinoises), des travaux de terrassements en déblai/remblai et la protection du pied de falaise contre l'érosion marine par la création d'une digue en enrochement *(voir photo)*. Des aménagements paysagers permettent l'accès du public.

La collectivité prévoit de poursuivre et d'achever le programme initial dans les prochaines années avec l'aménagement des secteurs les plus au sud permettant une continuité vers la plage Marbella. L'enveloppe des travaux restant à réaliser pour préserver définitivement cette partie de Biarritz contre l'érosion marine s'élève à environ 15 millions d'euros.

(1) Filiale ingénierie du BRGM de 1998 à 2003 puis groupe indépendant.

▲ **Côte des Basques de Biarritz montrant les aménagements de reprofilage de la falaise, enrochements en pied et drainage en sommet.**

« Côte des Basques », Biarritz (southwestern France) showing geotechnical works (cliff profiling, riprap at the base and draining systems at the summit). © Antea, 2006.

Managing erosion on coastal rock cliffs

Coastal landscapes are living entities. In a context of erosion or a rise in sea level, these move inland laterally over time. Cliff erosion is controlled by various types of factor: intrinsic (geology, geomorphology, fracturing, slope, weathering...), external dynamic (climate, hydrology, tidal, swells) and, in some instances, anthropic (runoff, constructions...).

These erosional factors cause them to decompose, inducing a variety of types of instability (rock fall, landslide...) according to the site. Cliffs likewise play a role as natural "infrastructures" that allow coastal risks to be mitigated: it is accordingly important that they should be protected and preserved. By way of example, reef flats inhibit marine energy, deposits at the base of cliffs help build up the foreshore and vegetation reduces runoff. However, when the stakes justify it, counter-measures, whether flexible or rigid, may be mobilized to attenuate the erosion process.

To confront this inevitable erosion, decisions must be taken in advance on the strength of both a well-supported understanding of the hazards involved (grounded essentially in a twofold approach implying a detailed study of the physical criteria and analysis of the protective strategy best suited to the context) and on cost/benefit studies, in order to ensure that the management measures implemented are coherent over time.

Bibliographie : **Aubié S., Mallet C. et Favennec J. en collaboration avec Hoareau A. (2011)** – Caractérisation de l'aléa érosion (2020-2040) de la Côte Aquitaine dans le cadre de l'étude stratégique de gestion du trait de côte. Observatoire de la Côte Aquitaine, rapport BRGM/RP-59095-FR, 59 ill. 97 p., 2 ann. **Giuliano J., Godart V., Dewez T., Lebourg T., Tric E., Marçot N. (2012)** – Structural control on regional coastline orientations: example from South-eastern France. Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), Journal of Coastal Research, Sp. Is. No. 65, 5 p. ISSN 0749-0208. **Marçot, N. (2010)** – Rapport de synthèse sur le projet «Valorisation de l'étude relative à la prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur», rapport BRGM/RP-59324-FR, 32 p., 2 ill., 2 ann. **MATE/METL (1999) –** Guide méthodologique PPR mouvements de terrain **MEEDDM (2010) –** La gestion du trait de côte. Peillac : Ed. Quæ. 290 p. ISBN 9782759203604.