



## Aléas gravitaires associés aux falaises littorales.

Edouard Equilbey, Nathalie Marçot

► **To cite this version:**

Edouard Equilbey, Nathalie Marçot. Aléas gravitaires associés aux falaises littorales. : Evaluation de l'aléa chute de blocs sur le flanc est de la calanque de Port-Miou à Cassis (13). Journées gravitaires 2019 à Nice Sophia -Antipolis, Oct 2019, Sophia-Antipolis, France. hal-02306474

**HAL Id: hal-02306474**

**<https://hal-inrap.archives-ouvertes.fr/hal-02306474>**

Submitted on 5 Oct 2019

**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.

# ALÉAS GRAVITAIRES ASSOCIÉS AUX FALAISES LITTORALES

## Evaluation de l'aléa chute de blocs sur le flanc est de la calanque de Port-Miou à Cassis (13)

09/10/19



### Auteurs

Edouard Equilbey, BRGM DAT ARA BRGM Lyon e.equilbey@brgm.fr / Nathalie Marçot, BRGM DAT PACA Marseille, n.marçot@brgm.fr

### Evaluation de l'aléa chute de blocs sur le flanc est de la Calanque de Port-Miou à Cassis (13), par application de la méthode MEZAP déclinée spécifiquement au contexte de la zone de mouillage

## INTRODUCTION

### Contexte :

- fréquentation importante du littoral de la côte méditerranéenne (massif des Calanques)
- aléas rocheux étudié sur toute la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur au 1/ 50 000<sup>e</sup> (Marçot et Mathon, 2004), puis au 1/ 10 000<sup>e</sup> (Marçot et al, 2013) sur secteurs à enjeux (Bouches-du-Rhône).

Dans le cadre du renouvellement pour 15 ans de l'Autorisation d'Occupation Temporaire de l'espace maritime pour la Zone de Mouillage et Equipements Légers (ZMEL) de Port-Miou (Figure 1), engagé par la ville de Cassis (13), la DDTM13 a chargé le BRGM de réaliser une cartographie de l'aléa rocheux à l'échelle d'au moins 1/ 5 000 selon la méthodologie MEZAP.



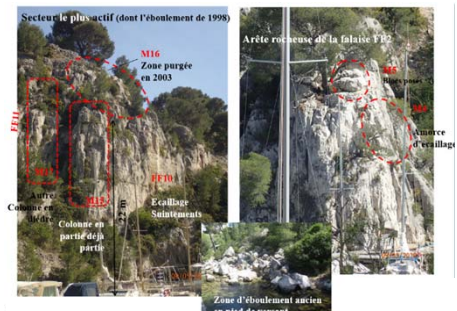
> 1. Aperçu de la calanque encaissée de Port-Miou et des zones de mouillage (flanc ouest en arrière-plan)

## SITE D'ETUDE

Flanc est de la calanque :

- profil géomorphologique fluctuant en permanence, falaise littorale discontinue, et divisée en 8 sections distinctes et interrompue par des zones d'éboulis rocheux et en son milieu par un versant rocheux diffus sans ressaut significatif.
- dénivelé du versant rocheux atteint au plus 35 m au dessus du trait de coté littoral (la hauteur verticale de falaise avoisinant en général 10 à 28 m). La ligne de mouillage est accolé au pied de versant sauf localement au sud où elle s'éloigne

L'activité rocheuse récente est quasi nulle (absence de gel hivernal et de chute de pierres) : un seul évènement rocheux en 1998 (Figure 2) connu de par son incidence (1 **bateau coulé au mouillage**). Les 600 ml du flanc est de la Calanque de Port Miou ont été examinés et confirmer la présence de calcaires peu altérés mais très découpés en surface, engendrant essentiellement des éléments rocheux de faible volume (moins de 125 l et même souvent majoritairement moins de 25 l). Aucun zone d'arrachement récent ou de signes de rupture imminente n'ont été alors repérés.



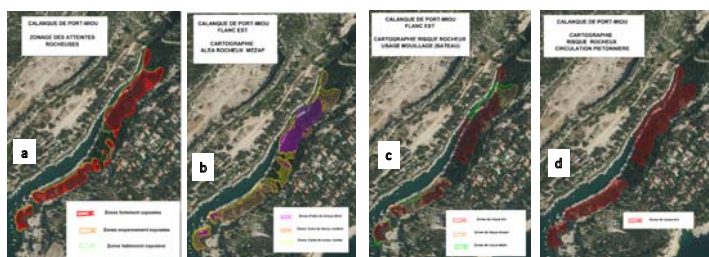
> 2. Zone la plus active de la falaise côtière à droite et découpage du versant en zones homogènes de départ.

## EVALUATION DE L'ALEA ROCHEUX

37 Zones Homogènes de Départ (ZHD; masses localisées ou départs diffus dans les différents sections de falaise ou remobilisation de zones d'épandages rocheux) ont été définies au final.

L'activité est considérée comme faible à très faible et l'intensité est majoritairement faible (22 ZHD) et qu'exceptionnellement forte (3 ZHD).

La propagation rocheuse a été évaluée à l'aide de 36 profils de versant extraits du MNT Lidar issue de **Litto3D**®. Les atteintes rocheuses ont été évaluées à l'aide de la **méthode de la ligne d'énergie** (Colas et al. 2017) qui, à l'aide d'une base de données françaises et européennes constituée de plusieurs milliers d'événements rocheux renseignés (Berger et al, 2018) donnent des valeurs statistiques indicatives **des angles d'énergie** d'atteintes élevée, moyenne et faible. Les **zones d'atteintes** ont été ensuite tracées sous Conefall® (Figure 3.a) La **cartographie** résultante MEZAP de l'aléa rocheux est donnée en Figure 3.b



> 3. Zonages d'atteintes rocheux (a), d'aléa (b), de risque lié à l'usage mouillage (c) et de risque lié à la circulation piétonnière (d).

La méthodologie MEZAP reste calibrée pour l'usage PPRn (avec comme enjeu-type la maison d'habitation et pour une durée de 100 ans) et une appréciation quasi directe du niveau de risque pour ce type d'enjeu (par défaut identique au niveau d'aléa).

Pour une échéance uniquement de 15 ans, 3 ZHD à rupture centennale ont été écartés et d'autres ZHD ont leur intensité revue à la baisse. Sinon, le facteur principal déterminant du **niveau d'aléa**, l'intensité, est par défaut dérivé du seul **volume unitaire** du bloc du scénario de référence. Mais l'intensité peut avec MEZAP être plus précisément définie grâce aux **énergies d'endommagement à l'impact**.

### Bibliographie

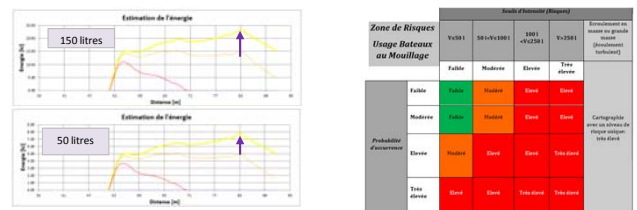
- Berger F., The first Alpine Space rockfall events database 2018
- Colas B. et al, Aléa Rocheux, Evaluation de la propagation de chutes de blocs : Vers une aide objective à la détermination des angles de la méthode de la ligne d'énergie 2017
- Equilbey E. et al., Aléa chute de blocs rocheux du flanc est de la calanque de Port-Miou à Cassis (13) 2019
- Marçot N. et al., Prise en Compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provenances-Alpes Cote d'Azur, Rapport BRGM/RP-52829-FR, 2003
- Marçot N. et al, Actualisation des connaissances et cartographie de l'aléa instabilités de falaises côtières sur le littoral des Bouches-du-Rhône, 2014
- MEZAP, Méthodologie de l'élaboration du volet « chute de blocs » d'un PPRn. 2014

## EVALUATION DES RISQUES LIES AUX USAGES ET ENJEUX

Enjeu principal : bateau au mouillage, bien plus vulnérable qu'une maison (**moindres énergies d'endommagement à l'impact**) => possible de définir des seuils d'intensité en termes de classes de risque adaptées à l'usage mouillage (Figure 4).

Transcription de ces seuils d'intensité faite de valeurs d'énergie à des valeurs de volume unitaire en considérant les profils de propagation les plus énergétiques pour la gamme des éléments rocheux de très faible volume se propageant (Figure 4). Le **zonage du risque rocheux correspondant à l'usage mouillage** a ainsi pu être évalué (Figure 3. c).

Pour l'usage circulation piétonnière en pied de versant non protégé, **toute la zone de propagation rocheuse a été considérée comme risque de niveau élevé** (Figure 3. d).



> 4. Recalibration des seuils d'intensité en termes de classe de risque pour l'usage mouillage après bascule du critère d'entrée énergie d'impact au critère volume (basé sur le profil local de versant le plus énergétique)

Les anneaux de mouillage situées en zone de risque élevé (notamment en fond de calanque) ne seront pas renouvelés au delà de 2019.

## Résumé

La calanque de **Port-Miou** constitue une importante zone de mouillage. Sur son flanc est, une **falaise littorale** surplombe les bateaux. Dans le cadre de l'autorisation de renouvellement de cette zone de mouillage pour 15 ans, une cartographie fine à 1/5 000 de l'aléa rocheux a été produite. Mais cette cartographie de type MEZAP dédié aux PPRn est calibrée en termes d'appréciation immédiate du risque encouru pour un enjeu de type maison d'habitation pour une durée de 100 ans.

Pour les bateaux bien plus **vulnérables**, il a été notamment nécessaire de recalibrer les seuils d'intensité en termes de **classes de risque** sur des niveaux **d'énergie d'endommagement à l'impact** bien moindres pour une **appréciation pertinente du risque relatif à l'usage mouillage**.

