

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Institut d'Architecture et des
Sciences de la Terre
Département des Sciences de la Terre

جامعة فرحات عباس - سطيف 1
معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض
قسم علوم الأرض



Mémoire
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Géologie de l'Ingénieur et géotechnique

Thème

**Analyse multicritère des mouvements gravitaires
dans la région est de la wilaya de Bejaia**

(Cas : cap Aokas)

Présenté par :

SENOUNE NARIM

Devant le jury :

Président : Benmarce Kadour	MCA	Univ. Sétif
Encadreur: Zahri Farid	MCA	Univ. Sétif
Examineur : Habib Rafik	MCB	Univ. Sétif
Co-encadreur : Laadjel Zouhra	MAB	Univ. Sétif

Promotion : 2019/2020

Résumé

Le présent mémoire est consacré à l'étude des problèmes d'instabilité des pentes rocheuses, sous l'influence des différents paramètres géométrique des discontinuités, qui pourraient être le facteur le plus important dans le contrôle de la stabilité d'un massif rocheux. Par la projection stéréographique on a mis à jour le nombre de familles des discontinuités ainsi que leurs pendages et direction de pendage pour chaque talus de la zone d'étude, en suite, l'analyse cinématique nous a permis de ressortir les différents modes de rupture dans chaque talus, en fin, l'analyse statistique des paramètres géométrique des discontinuités nous permet de comparer la sensibilité des différents paramètres des réseaux de discontinuités face aux variations des conditions structurales observées lors des travaux d'échantillonnage sur le site. Ces méthodes sont appliquées pour les talus de l'ancienne RN°9.

Le but essentiel de ce travail est basé sur la hiérarchisation et la qualification des risques de chute de blocs selon une méthode quantitatives dite de scoring (RHRS : Rockfall Hazard Rating System) qui permet de classer le risque sur chaque tronçon homogène étudié, cela après l'addition de l'ensemble des scores des critères régissant l'aléa de chute et les critères qui contrôlent la vulnérabilité du réseau routier. L'application de cette méthode permet de hiérarchiser 60 m de linéaire d'indice supérieur à 400 risque qualifié de « très fort », ainsi que, 210 m de linéaire d'indice supérieur à 350 assimilé au risque qualifié de « fort », afin de diminuer le risque d'éboulement ou de chutes de blocs et par la suite protéger les usagers de la RN°9 commune d'Aokas (PK 24+150 au PK 25+250) il faut prévoir des ouvrages de protection et de renforcement, dans les talus rocheux les plus exposés, pour réduire le risque. Cette méthode est appliquée pour les talus de l'actuelle RN°9.

Mots clés : Stabilité ; Massif rocheux ; Discontinuités ; Rupture ; Risque.

ملخص

هذه المذكرة مخصصة لدراسة مشاكل عدم استقرار المنحدرات الصخرية تحت تأثير العوامل الهندسية المختلفة للانقطاعات , والتي يمكن أن تكون العامل الأكثر أهمية في التحكم في استقرار الكتلة الصخرية. من خلال الإسقاط المجسمي , قمنا بتحديث عدد عائلات الانقطاعات بالإضافة إلى الانخفاضات واتجاه الانحدار لكل منحدر من منطقة الدراسة , ثم سمح لنا التحليل الحركي بتسليط الضوء على أنماط التمزق المختلفة في كل منحدر , في النهاية , يسمح لنا التحليل الإحصائي للمعلومات الهندسية للانقطاعات بمقارنة حساسية المعلومات المختلفة لشبكات عدم الاستمرارية بالتغيرات في الظروف الهيكلية التي لوحظت أثناء عمل أخذ العينات في الموقع. يتم تطبيق هذه RN°9. الأساليب على سدود الطريق القديم

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تحديد الأولويات والتأهيل لمخاطر الكتل المتساقطة وفقاً لطريقة كمية تُعرف مما يجعل من الممكن تصنيف المخاطر في كل (RHRS: Rockfall Hazard Rating System) باسم التنقيط قسم متجانس تمت دراسته , بعد الإضافة من بين جميع درجات المعايير التي تحكم خطر السقوط والمعايير التي تتحكم في قابلية تعرض شبكة الطرق. إن تطبيق هذه الطريقة يجعل من الممكن تصنيف 60 متراً خطياً بمؤشر أكبر من 400 خطر مؤهل على أنه "مرتفع جداً" , بالإضافة إلى 210 متراً من الخطي بمؤشر أكبر من 350 مستوعباً للمخاطر المصنفة على أنها "قوية" , من أجل الحد من مخاطر الانهيارات الأرضية أو سقوط الصخور وبالتالي من الضروري توفير الحماية ((PK 25+250 إلى PK 24+150)) بلدية أوقاس RN ° 9 حماية مستخدمي وتعزيز في المنحدرات الصخرية الأكثر تعرضاً لتقليل المخاطر. يتم تطبيق هذه الطريقة على منحدرات الطريق .
الحالي رقم 9

الكلمات المفتاحية: الاستقرار ; الكتل الصخرية ; انقطاعات ; انفصال ; خطر .

Abstract

This paper is devoted to the study of slope instability problems. Rocky, under the influence of the different geometrical parameters of the discontinuities, which could be the most important factor in controlling the stability of a rock mass. By means of stereographic projection we have updated the number of families of discontinuities as well as their dip and direction of dip for each slope in the study area, then, kinematic analysis has allowed us to highlight the different modes of failure in each slope, finally, statistical analysis of the geometric parameters of the discontinuities allows us to compare the sensitivity of the different parameters of the discontinuity networks to variations in structural conditions observed during sampling work on site. These methods are applied to the slopes of the former RN°9.

The main goal of this work is based on the prioritization and qualification of the risks of falling boulders according to a quantitative method known as scoring (RHRS: Rockfall Hazard Rating System) which classifies the risk on each section of the boulder. homogeneous study, this after adding up all the scores of the criteria governing the the fall hazard and the criteria that control the vulnerability of the road net work. The application of this method makes it possible to classify 60 m of linear of index higher than 400 as "very high" risk, and 210 m of linear of index higher than 350 as "high" risk, in order to reduce the risk of landslide or boulder falls and subsequently protect the users of the RN°9 commune of Aokas (KP 24+150 to KP 25+250), it is necessary to provide protection and reinforcement works, in the most exposed rocky slopes, to reduce the risk. This method is applied for the slopes of the current RN°9.

Key words: Stability; Rock mass; Discontinuities; Rupture; Risk.

Remercîment

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale.....1

CHAPITRE I : Généralité sur les massifs rocheux

Introduction2

I. Les discontinuités2

I.1. Types des discontinuités.....2

I.1.2. Les joints.....2

I.1.3. Les Diaclase.....2

I.1.4. Les fracture et les fissures.....2

I.1.5. Plans de stratification.....2

I.2. Aspect géologique3

I.3. Les propriétés géométriques et individuelles des discontinuités4

I.4.Principales caractéristiques géométriques des joints.....4

I.4.1.Nombre de familles de joints4

I.4.2.Persistance du joint.....5

I.4.3.Orientation du plan des joints.....5

I.4.4.Espacement.....6

I.4.5.Fréquence des Joints.....6

I.4.6.RQD.....6

I.4.7.La taille des blocs6

I.4.8.Rugosité du joint.....7

I.4.9.Imbrication des joints.....7

I.4.10.Ouverture et remplissage du joint.....7

I.6. Classification géologique des roches

I.6.1: Roches magmatiques.....8

I.6.2 : Roches sédimentaires.....8

I.6.3 : Roches métamorphiques.....8

I.7. Comportement mécanique des roches	9
I.7.1. Compression uni axiale Rc (NF P 94-420)	9
I.7.2. Compression Triaxiale (NF P 94-423)	9
I.7.3. Résistance à la traction (NF P 94-422)	9
I.7.4. Ténacité de fracture	9
I.7.5. Densité, porosité et teneur en eau.....	10
II. Modes de rupture des massifs rocheux.....	10
III. Historique des mouvements gravitaires de la falaise cap Aokas.....	10
III.1. Éboulement de Cap Aokas en 2005	10
III.2. Éboulement d'avril 2014.....	11
III.3. Éboulement de février 2015.....	12
III.4: Eboulement de 12 octobre 2019	12
Conclusion.....	12
 Chapitre II : Contexte géologique et climatique	
Introduction.....	13
I.1. Situation géographique.....	13
I.2. Climatologie	14
I.2.1. Aperçu général sur le climat de l'Algérie.....	14
A : facteur géographique	14
B : facteur météorologique	14
I-2.2. Le milieu climatique.....	14
I.2.3. Les paramètres climatiques.....	14
I-2.3.1. Les précipitations	14
I.2.3.2. La température	15
I.3. hydrogéologie	15
II. cadre géologique général:	16

II.1. A: Un domaine septentrional ou Babors sensu stricto (s.s)	16
II.1.A.1: L'unité Barbacha-Brek-Gouraya.	16
II.1.A.2: L'unité Draa-El-Arba-Erraguène.	16
II.2. B: Un domaine méridional ou subbaborien	16
II.3. Lithostratigraphique de l'unité de Barbacha.....	17
II.3.1. Jurassique.....	17
II.3.2. Crétacé	18
II.3.3. Cénozoïque.....	18
II.4. Tectonique.....	18
II.5. Sismicité.....	18
III. Cadre géologique local.....	19
III.1. série stratigraphique du site	20
III.1.1. Les calcaires dolomitiques du jurassique inférieur.....	20
III.1.2. Les calcaires bréchiques intra-formationnels.....	21
III.1.3. Les marno-calcaire pélitiques d'âge crétacé inférieur.....	21
III.1.4. Les colluvions grossières quaternaires.....	21
III.1.5. Les terrasses graveleuses marines.....	22
III.2. Géomorphologie de la zone d'étude.....	22
III.2.1. Les falaises.....	22
III.2.2. Les plages.....	22
Conclusion.....	23
 Chapitre III : Analyse de la stabilité du massif rocheux du Cap Aokas	
Introduction.....	26
I .projection stéréographique des discontinuités	26

II. Analyse cinématique par projection stéréographique.....	30
II.1 Détermination des différentes modes de ruptures.....	31
II.1.1. Estimation de l'angle de friction des discontinuités	31
II.1.1.1. Détermination des paramètres JRC et JSC des discontinuités.....	31
a) Détermination du JRC.....	31
b) Détermination du JCS.....	31
II.1.1.2 La résistance au cisaillement des joints et critère de rupture.....	32
a) Cisaillement de discontinuités lisses.....	32
b) Cisaillement d'une discontinuité régulière.....	32
c) Détermination des paramètres des discontinuités.....	33
II.2 : Mode de rupture par ROCKPACK III	36
1) Rupture plan	36
2) Rupture dièdre	36
3) rupture en basculement	36
III. Analyse statistique des paramètres géométriques	41
III.1 L'orientation	41
III.2. Ouverture	42
III.3. Persistance	42
III.4. Espacements.....	42
Conclusion.....	44
 Chapitre IV : Hiérarchisation et cartographie du risque de chute de blocs en talus	
Introduction.....	45
I.1. Historique de la méthode	45
I.2. Analyse et hiérarchisation du risque de chute de blocs en talus.....	46
I.2.1. Qualification de risque	46
a. Les critères régissant l'aléa	46

b. Les critères caractérisant la vulnérabilité	46
I.2.2.Description des critères RHRS	47
1. Hauteur de talus	47
2. L'efficacité du fossé	47
3. Fréquentation d'itinéraire	48
4. Distance de visibilité : DSD.....	48
5. Largeur de la voie	49
6. La lithologie	49
Cas1 :	
a. La continuité du joint	49
b. type du joint.....	50
Cas2 :	
a. séquence lithologique.....	50
b. taux d'érosion différentielle.....	51
7. Taille/ volume du bloc (VU/VT).....	51
8. Climat et présence d'eau sur les pentes.....	51
9. Histoire de chute de blocs.....	52
II .1. Application de la méthode RHRS	52
II .1.1.Classification et hiérarchisation du risque	
de chute de blocs en talus	52
II.2.La cartographie du risque de chutes de blocs sur les talus	63
II.3.Résultats et discussion	64
II.4.Ouvrage de protection et de soutènement des talus	64
II.4.1.Stabilisation interne par inclusions.....	65
II.4.2. Stabilisation externe par.....	65
a. La Purge et la Reexcavation.....	65

b. Le béton projeté.....	65
c. Pose de grillages, des filets pare-pierre et des câbles.....	65
II.4.3. Stabilité des talus dépend de la qualification du risque, de nul a très fort.....	65
Commentaires.....	66
Conclusion :	68
Conclusion générale.....	69

Références bibliographique

Annexe 1

Annexe 2

Annexe 3