



MINERAL DE FER QUÉBEC
QUEBEC IRON ORE

Gestion et sécurisation de risques géotechniques par dynamitage contrôlé

11-02-2021

Partenaires du Projet



GOLDER



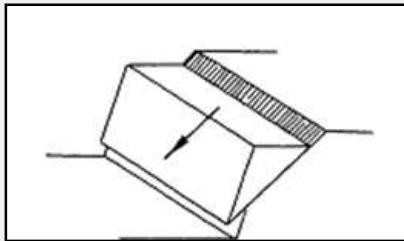
MINERAIS DE FER QUÉBEC
QUEBEC IRON ORE

Plan de la présentation

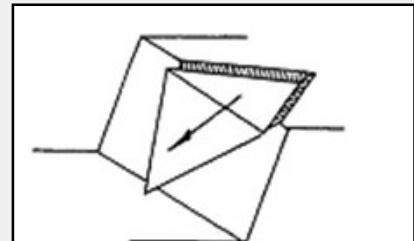
1. Identification du risque géotechnique
2. Options de gestion du risque et impact sur les opérations minières
3. Démarches entreprises autour de la solution retenue
4. Exécution
5. Suivis supplémentaires

Risque géotechnique structural

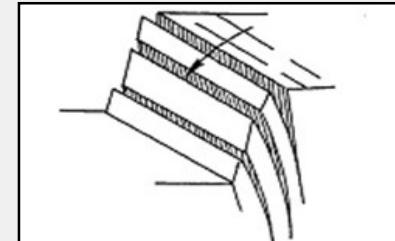
Rupture planaire



Rupture en dièdre (wedge)



Rupture par basculement



Swedge, Rocscience 2019

Dièdre



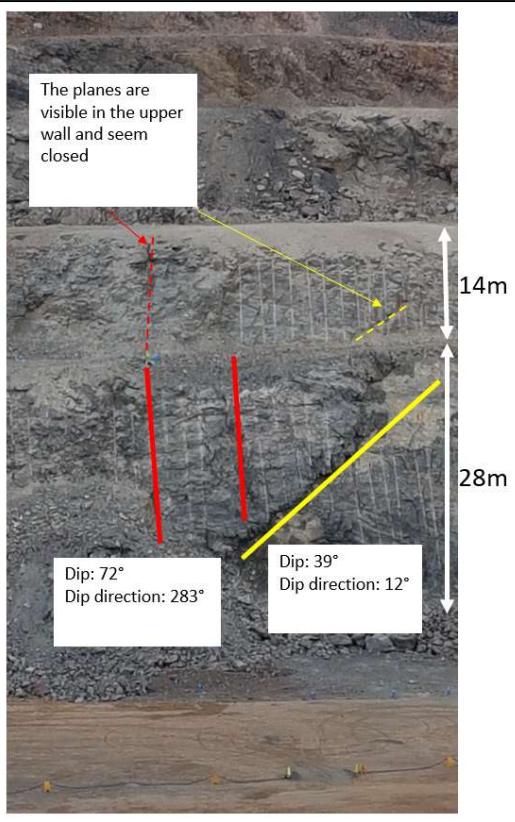
10m de profondeur
20m de hauteur
15m de largeur



Démarche géotechnique

1. Évaluer le potentiel de rupture du bloc (observations visuelles, modélisations)
2. Élaboration de différentes options de gestion du risque (impacts sur court, moyen et long terme)
3. Avis externe sur les différentes options

Évaluer le potentiel de rupture du bloc



Problématique

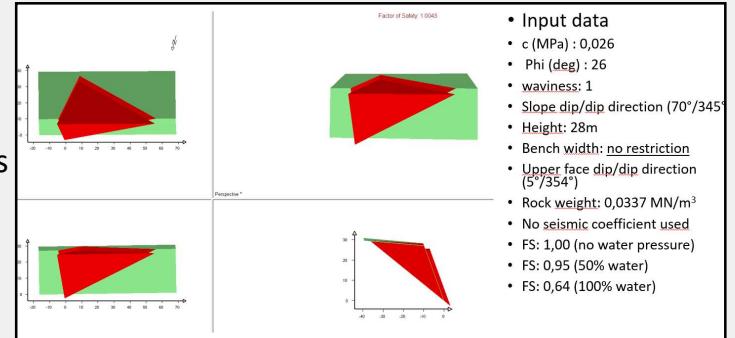
- Risque de chute d'environ 1500m^3 (5000t, environ 0,5 piscine olympique) formé par l'intersection des deux plans de discontinuité.

Facteurs d'instabilité

- Angle des joints élevés
- Matériel densément fracturé
- Persistance de la discontinuité (forte extension spatiale)
- Joint ouvert par endroit
- Présence d'eau

Facteurs de risque additionnels

- Gel/dégel (automne / printemps)
- L'infiltration d'eau
- Vibrations (sautage)



Vérification de la stabilité à l'interne avec des analyses (Swedge)

F.S. supérieur à 1 en condition sèche et en condition saturée, F.S. < 1. Cela signifie donc qu'il y a risque d'instabilité si nous atteignons ces conditions.

Le risque est réel.

Élaboration des option de gestion du risque

Option 1: Laisser le dièdre en place

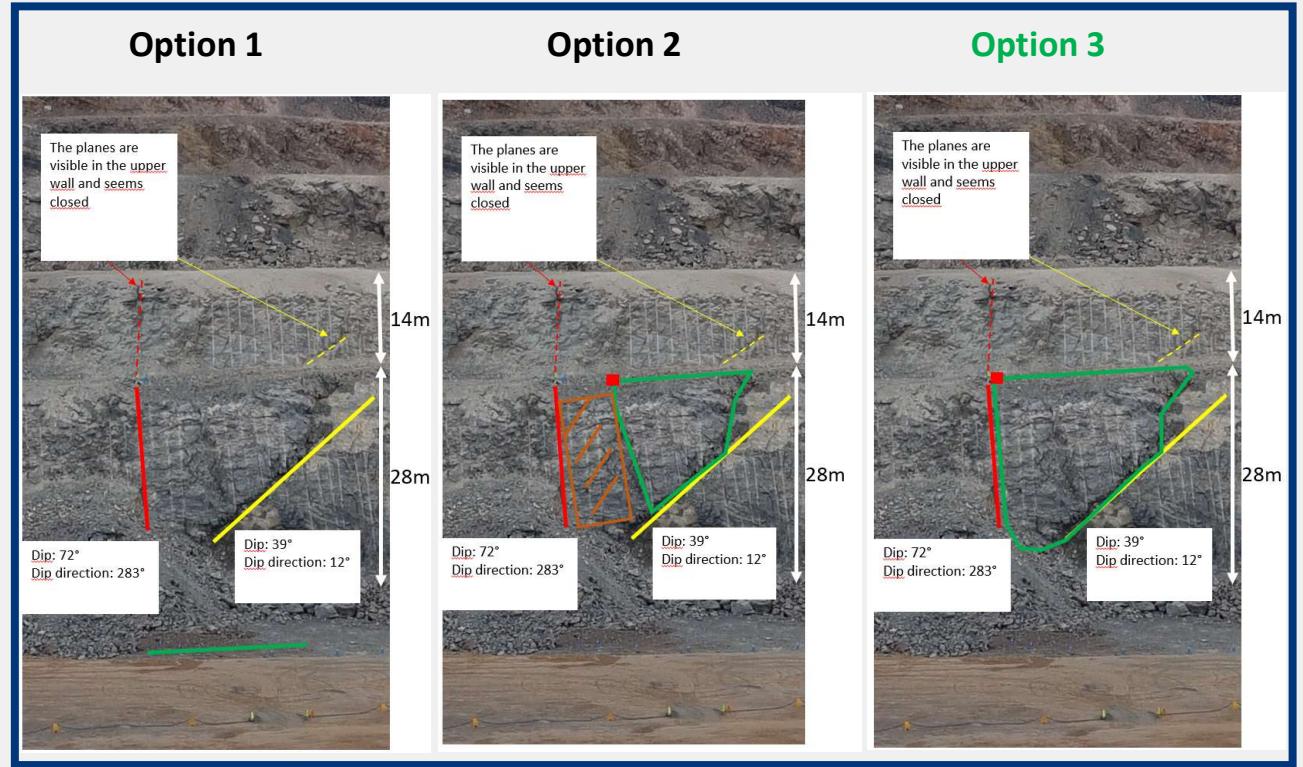
- Gestion du risque avec un remblai de sécurité sur le banc inférieur
- Malgré cela il reste un risque que du matériel dépasse la berme

Option 2: Dynamitage partiel du dièdre

- Diminution du volume du dièdre selon le plan le plus ouvert
- Préservation partielle du banc de retenu
- Implique une sécurisation du dièdre par du matériel en avant, forage sur le banc
- Vibration du sautage peuvent affaiblir le joint subvertical et nous créer une nouvelle instabilité.

Option 3: Dynamitage complet.

- Élimination du risque à la source
- Implique une sécurisation du dièdre par du matériel en avant, forage sur le banc
- Réduction du banc de retenu supérieur (risque de chute de roches sur 42m).



Avis externe sur les différentes options

Par Luiz Castro consultant de Golder - 35 ans d'expérience en mécaniques des roches et bonne connaissance du site

- Résumé des analyses de stabilité sans cohésion (Swedge)
- Le dièdre est stable en condition sèche (\approx F.S. 1,2) et il devient instable en condition saturée (\approx F.S. 0,6).
- La condition saturée peut se produire dans le temps avec les cycles de gel/dégel, pluies intenses.

Confirmation de notre avis sur l'option 2 de dynamitage partiel qui affaiblirait le massif.
Il nous a fait des recommandations sur les deux autres solutions:

Option 1: Laisser le dièdre en place

- Laisser un banc de 15m avec une berme de sécurité de 1.5m;
- Si la mine souhaite éliminer le danger, elle devrait évaluer la solution 3.

Option 3: Dynamitage complet dièdre

- Discussions sur le principe de faire du prédécoupage selon le joint subvertical et nos standards
- Ne pas sur-forer les trous de production selon le joint principal
- Si on se rend compte que nous avons sur-foré le joint principal, reboucher les fond de trous pour ne pas avoir de gaz dans le joint pendant le dynamitage.



Démarche de dynamitage

1. Élaboration d'une stratégie sécuritaire.
2. Conception.
3. Réalisation.
4. Exécution.
5. Nettoyage et finalisation

Élaboration d'une stratégie sécuritaire

Analyse conjointe des risques

1. Analyse sécuritaire de tache avec tous les intervenants.
2. Remblais d'appuis le long de la face.
3. Forage et chargement sous surveillance de la face.
4. Inspections géotechniques à tous les débuts de quart.
5. Aucun travaux nocturne et lors de pluie.
6. Limitations des équipements sur le dièdre.
7. Canal radio réservé

MFQ-SST-AST

**MINERAI DE FER QUÉBEC
QUEBEC IRON ORE**

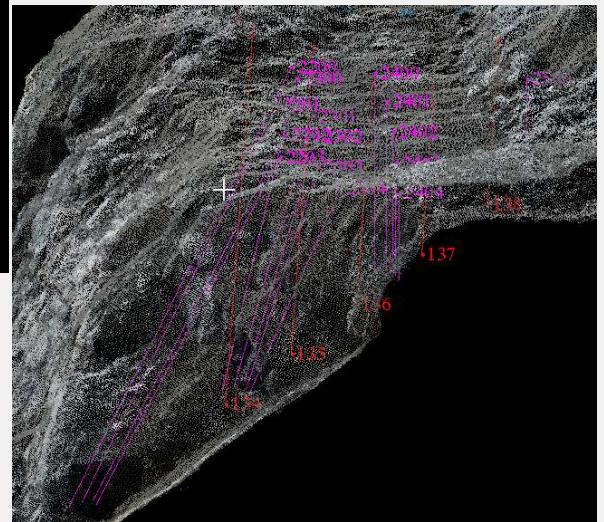
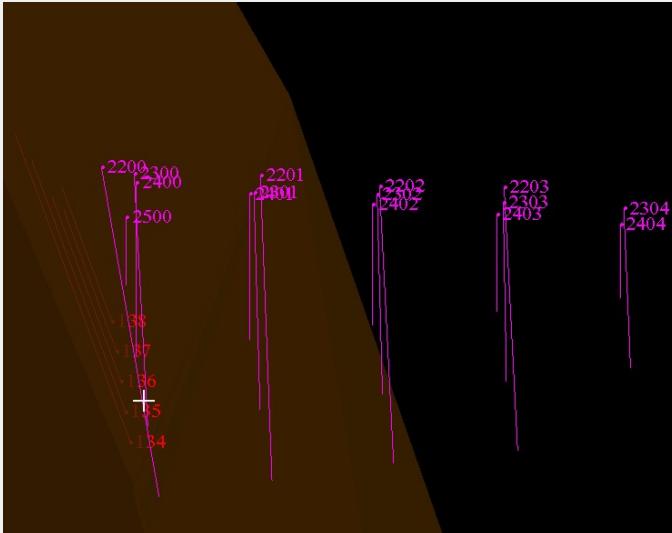
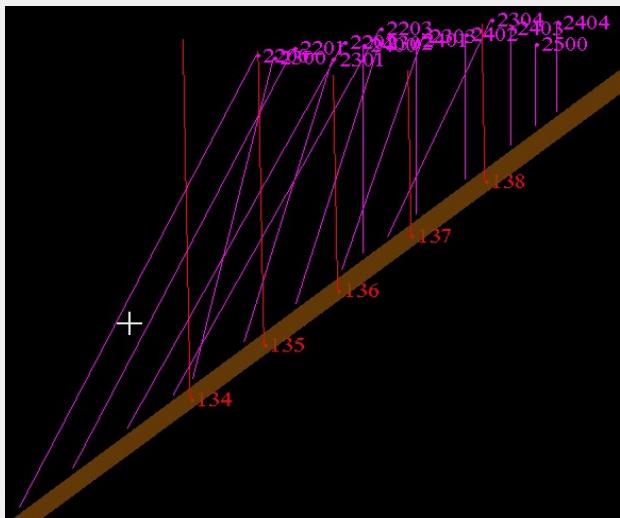
ANALYSE SÉCURITAIRE DE LA TÂCHE

TÂCHE : Forage et Chargement du Dièdre	PERMIS DE TRAVAIL REQUIS : OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>
(Aviser le département SST)	
Occupation(s) : Arpenteur, Foreur, Boutefeu, Bourrage et Camion Emulsion	Équipement : Foreuse L8, Camion émulsion et Excavatrice pour Bourrage
Secteur / no. : Fosse Pignac (Dièdre du blast 676-048)	Département : Opérations mine – Ingénierie Mine
ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELS ET COLLECTIFS REQUIS	
<ul style="list-style-type: none">• EPI Standard• Radio de communication (canal 6) demander de libérer les ondes	
RÈGLEMENTS SPÉCIFIQUES	
<ul style="list-style-type: none">• Pas de travaux de nuit.• Un surveillant doit être présent en permanence pour chacun des tâches sur la plancher inférieur et être sur le canal 6.	
FORMATIONS ET INFORMATIONS PRÉ-REQUISÉES	
<ul style="list-style-type: none">• Forage Dynamitage, Permis explosif.• Écalage	
INFORMATIONS DE GESTION DE L'AST	
2019-09-07	
Date de l'analyse	
00000	
No de l'analyse	
Secteur Forage et Dynamitage	
Responsable de la mise à jour	
2019-09-08	
Dernière mise à jour le	
MATÉRIEL DE RÉCUPÉRATION ET Outils SPÉCIFIQUES REQUIS	
<ul style="list-style-type: none">• Unité de service disponible pour servir au besoin• 	
ÉTAPES RELEVÉES POUR LA TÂCHE ÉVALUÉE	
<ul style="list-style-type: none">1. Implantation des piquets pour travaux2. Forage des trous3. Chargement des trous4. Protection de la zone après chargement	
SIGNATURES	
Contremaitre _____	
Surintendant _____	

Conception

Patron de forage:

- Fardeau et espacement: 4m x 4m
- Diamètre : 165mm
- Fond de trous 0.5m au dessus du plan.
- Prédécoupage : angle égal au plan 72°
- espacement 1.8m et diamètre 165mm



Réalisation

Forage et chargement :

- Forage au marteau fond de trou pour limiter la déviation.
- Contrôle rigoureux de la profondeur pour ne pas dynamiter le plan.
- Chargement suivant standard. (tableaux ci-joint)
- Suivi rigoureux des collets et du bourrage.

Première rangée (crête)			
# trou	Longueur	Collet	Charge
2200	13.5ml	2.1ml	272KG
2201	12.4ml	2.1ml	247KG
2202	11.6ml	2.1ml	226KG
2203	11.0ml	2.1ml	213KG

Troisième rangée			
# trou	Longueur	Collet	Charge
2400	5.5ml	2.1ml	81KG
2401	4.6ml	2.1ml	60KG
2402	3.9ml	2.1ml	43KG
2403	3.1ml	2.1ml	24KG
2404	2.4ml	1.9ml	12KG

Deuxième rangée			
# trou	Longueur	Collet	Charge
2300	8.8ml	5.2ml	86KG
2301	7.8ml	4.1ml	89KG
2302	7.2ml	3.6ml	87KG
2303	6.5ml	2.9ml	87KG
2304	6.3ml	2.4ml	93KG

Quatrième rangée			
# trou	Longueur	Collet	Charge
2500	2.2ml	1.7ml	12KG

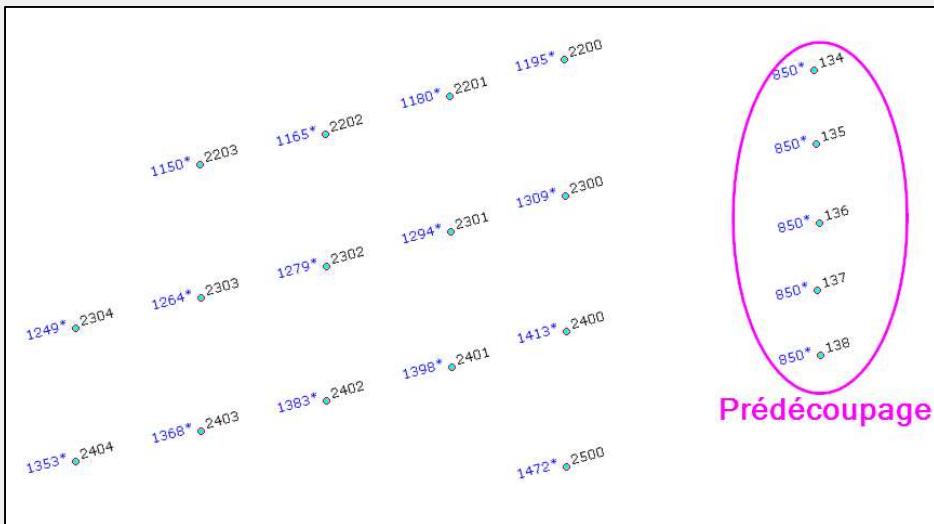
RAPPORT DE CHARGEMENT								
DATE	# SAUTAGE	# CAMION	# DRILL	PRODUIT	OPÉRATEUR	BOUTEFLU		
# TROU	Foré Mesuré	COLLET	REVS	KG CHARGÉ	DENSITE	#DET 10m 15m 20m	COMMENTAIRES	
16/09/71	DP 676	200	15-20	SCAIN	30-30	10m 15m 20m		
1	2004			13				
2	2004			93				
3	2003			24				
4	2003			81				
5	2003			23				
6	2002			24				
7	2002			81				
8	2002			43				
9	2001			60				
10	2001			84				
11	2001			247				
12	2006			12				
13	2000			86				
14	2000			977				
15	2000			81				
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
				TOTAL	1633	1515		
Départ de l'usine				11:00	MASSE DU CAMION			
Arrivée Lac Bloum				14:15	Load #	1/2	Charge	31850
Début de chargement				14:20	<input type="checkbox"/> IOC	2000W	Vide	
Fin de chargement				16:20	<input type="checkbox"/> REP. VOL #	92133	Nette	
Retour à l'usine					18:00			

ScotiaBlast Ltd. Inc.		NO: 7460		MUNICIPAL GROUP OF COMPANIES NORTHERN OPERATIONS	
ScotiaBlast Driller Blast Hole Log Sheet					
NAME	Grid Ref	DATE	14-SEPT		
DRILL#	2006	SHIFT	DAY / NIGHT		
Pattern #	BP under - 6" - 800	Supervisor	Forge Ausi. D.W.		
HOLE ID	Plan Depth (M)	Shutter (M)	Measured Depth (M)	SIZE	Prod ✓ Redrill ✓ Water ✓ Dry ✓ REMARKS
2200	13.1	1.0	6.8		65° from 220
2300	8.6	1.1			80° from 2300
2301	11.2	1.1			690
2301	7.1	0.5			73°
2202	11.5	1.7			62°
2302	7.2	0.5			73°
2203	10.8	0.9			63°
2303	6.6	0.8			72°
2304	6.5	1.1			65°
2404	2.6	0.9			
2403	3.1	0.8			
2402	3.7	0.7			(13)
2401	4.3	0.2			Caving
2400	5.2	0.7			6" carbon
2500	2.2	—			
15	104.7			TOTAL	Supervisor: <u>Re. McLean</u>

Exécution

Dynamitage :

- Prédécoupage sauté en adoucis (-300ms).
- Séquençage conforme à nos standards par rapport à la géologie.
- Choix de garder la face avec du remblais.



Vidéo du dynamitage



Nettoyage et Finalisation

Analyse post-dynamitage:

- On peut voir sur le coté gauche le plan de prédécoupage.
- Aucun dommage répertorié sur le plan principale par le dynamitage grâce au sous-forage négatif.
- Très peu de bris arrière subit par le mur en arrière du dynamitage malgré le confinement de la face.

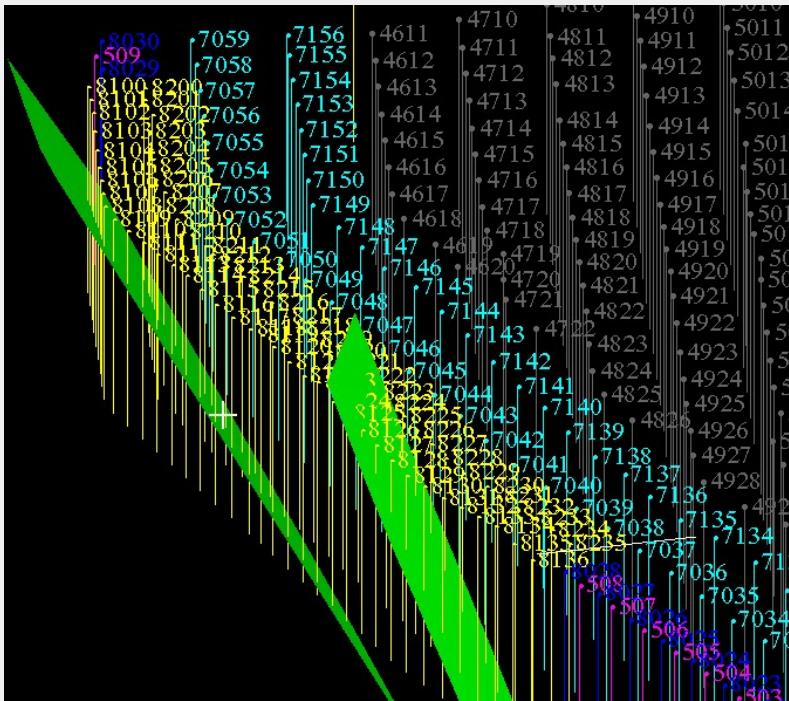


La situation après

- Répétition du dièdre par la même famille de joints
- Gestion du risque différente
 - Martèlement
 - Remblais de sécurité
 - Inspections quotidiennes
 - Radar
 - Modification plan minier
 - Modification de design final
- Mesures mises en place pour protéger nos murs lors des dynamitages



Mesures de protection des murs



Principales mesures mises en place pour la conception des patrons de forage des bancs inférieurs:

- Changement du diamètre de forage dans la zone problématique pour une meilleure répartition de la charge 311mm vers 165mm (trous jaune).
- Chargement avec des charges étagées au niveau du plan de faiblesse pour ne pas mettre d'énergie dans le plan. (plan en vert)
- Limitation de la grosseur des dynamitages le long des murs des bancs inférieurs (recommandation de nos consultants externes)

A large mining truck with a tall lattice boom crane is positioned in the foreground of an open-pit mine. The mine walls are exposed, showing various geological layers. The sky is blue with scattered white clouds. The text "MERCI!!" is overlaid in the upper right area of the image.

MERCI!!