

CALCUL DE LA DISTANCE CRITIQUE DES PROJECTIONS SELON LES PATRONS DE SAUTAGE PRÉLIMINAIRES DU PROJET MINIER AURIFÈRE CANADIAN MALARTIC DE LA COMPAGNIE LA CORPORATION MINIÈRE OSISKO

Présenté conjointement à :

GENIVAR S.E.C.

1600, boul. René-Lévesque Ouest - 16^e étage
Montréal (Québec)
H3H 1P9

et :

CORPORATION MINIÈRE OSISKO LTÉE

2140, rue Saint-Mathieu
Montréal (Québec)
H3H 2J4

Présenté par:

GÉOPHYSIQUE GPR INTERNATIONAL INC.

100 – 2545, rue Delorimier
Longueuil (Québec)
J4K 3P7



TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
2.	ÉVALUATION DES ZONES DE SAUTAGE EN FONCTION DU RESPECT DU CRITÈRE DE VIBRATIONS DE LA DIRECTIVE 019.....	2
3.	ÉVALUATION DE LA DISTANCE CRITIQUE DES PROJECTIONS DE ROCHES SELON LES PATRONS DE SAUTAGE PRÉLIMINAIRES	3
4.	CONCLUSION	6

BIBLIOGRAPHIE

Liste des figures

FIGURE 1	Signification de certains paramètres d'un sautage de masse en banc.....	4
----------	---	---

Liste des tableaux

TABLEAU 1	Distances maximales et moyennes des projections selon l'étude à la mine Kalgoorlie et les patrons de sautage préliminaires pour chacune des zones 1 à 4 du projet Canadian Malartic	5
-----------	---	---

Liste des annexes

ANNEXE 1	Localisation des zones de sautages en fonction des distances pour respecter le critère de 12,7 mm/s de la Directive 019	
----------	--	--



1. **INTRODUCTION**

Géophysique GPR International Inc. fut mandatée le 18 mars 2009 par GENIVAR Société en commandite (S.E.C.) et CORPORATION MINIÈRE OSISKO LTÉE afin de procéder au calcul de la distance critique des projections selon les patrons de sautage préliminaires du projet minier aurifère Canadian Malartic.

Les causes principales de projections sont généralement un fardeau insuffisant, une hauteur de collet inadéquate, une déviation du forage, un facteur de chargement trop élevé, des conditions géologiques défavorables (cavités, joints ouverts, zone de roc très fracturée), une séquence d'initiation inadéquate, et une imprécision des délais.

À cette étape du projet, les calculs de distances critiques des projections de roches, sont basés sur des patrons de sautage préliminaires. De plus, ces calculs préliminaires seront raffinés à l'aide de modélisations informatiques plus détaillées avant le début des opérations de sautage et lors du suivi réalisé durant les dynamitages. Les patrons de sautage seront également ajustés selon les résultats du suivi et de l'optimisation continue des dynamitages.

Finalement, les impacts associés aux dynamitages, tels que les vibrations, surpressions d'air et plus particulièrement les projections, seront encadrés par des procédures d'assurance qualité rigoureuses qui définiront les pratiques et méthodes assurant une protection maximale des citoyens et structures de Malartic, ainsi que des lieux environnants.



2. ÉVALUATION DES ZONES DE SAUTAGE EN FONCTION DU RESPECT DU CRITÈRE DE VIBRATIONS DE LA DIRECTIVE 019

Sur la base de notre rapport du 4 juillet 2008 « *Évaluation des impacts des sautages, des vibrations et des surpressions d'air du projet minier aurifère à ciel ouvert près de la zone urbaine de Malartic* », Osisko a établi quatre zones distinctes où le patron de sautage a été adapté pour respecter le critère de vibrations de 12,7 mm/s de la Directive 019. Les figures présentées en annexe 1 montrent ces différentes zones :

- Zone grise : Zone avec la présence de mort-terrain (sans roc en principe)
- Zone 1 :
 - Distance entre 135 et 159 m pour respecter 12,7 mm/s
 - Diamètre de forage de 4,5 pouces (114 mm)
 - Banc de 5 m
- Zone 2 :
 - Distance entre 159 et 236 m pour respecter 12,7 mm/s
 - Diamètre de forage de 5,5 pouces (140 mm)
 - Banc de 5 m
- Zone 3 :
 - Distance entre 236 et 337 m pour respecter 12,7 mm/s
 - Diamètre de forage de 5,5 pouces (140 mm)
 - Banc de 10 m
- Zone 4 :
 - Distance supérieure à 337 m pour respecter 12,7 mm/s
 - Diamètre de forage de 8 pouces (203 mm)
 - Banc de 10 m

De plus, il y aura utilisation de pare-éclats pour les zones 1, 2 et 3. Cependant, l'utilisation de pare-éclats ne se limitera pas nécessairement aux zones 1 à 3, mais dépendra du suivi des sautages et des résultats obtenus. Les patrons de sautage pourront également être ajustés selon les résultats du suivi et de l'optimisation continue des sautages.

En ce qui concerne la zone grise, les données actuelles indiquent la présence de mort-terrain. Cependant, si nous rencontrons du roc lors de l'excavation du mort-terrain pour l'exploitation de la fosse, le patron de sautage sera ajusté pour rencontrer les normes de vibrations, surpressions d'air et projections en vigueur.



3. ÉVALUATION DE LA DISTANCE CRITIQUE DES PROJECTIONS DE ROCHES SELON LES PATRONS DE SAUTAGE PRÉLIMINAIRES

Les projections de roches lors d'un sautage peuvent provenir de la surface ou de la paroi verticale du banc. De plus, les causes principales de projections sont généralement un fardeau insuffisant, une hauteur de collet inadéquate, une déviation du forage, un facteur de chargement trop élevé, des conditions géologiques défavorables (cavités, joints ouverts, zone de roc très fracturé), une séquence d'initiation inadéquate, et une imprécision des délais du système d'initiation utilisé.

Afin de déterminer la distance critique des projections à cette étape du projet, on doit se baser sur des études reconnues.

Une étude du « Swedish Detonic Research Foundation » montre la distance en mètres en fonction du facteur de chargement. Selon le facteur de chargement prévu pour le projet (environ 0,8 kg d'explosif par mètre cube de roc), nous obtenons une distance d'environ 85 m. Une deuxième étude « Studies on Flyrock at Limestone Quarries » stipule qu'il est très difficile de prédire la distance et la direction des projections et elle note que la distance maximale de projections pour tous les sautages est de 300 m. Cependant, ces études ont été réalisées selon des conditions différentes de celles que nous retrouverons pour le projet de Canadian Malartic. En effet, les méthodes de chargement et les systèmes d'initiation étaient différents de ceux utilisés aujourd'hui. De plus, ces études n'ont pas été réalisées sur des opérations encadrées par des procédures d'assurance qualité rigoureuses.

La compagnie Terrock Consulting Engineers a publié en 2005, une étude pour l'évaluation d'un modèle de prédiction des projections à la mine d'or "Kalgoorlie Consolidated" située en zone urbaine de la ville de Kalgoorlie en Australie. Cette étude, basée sur plusieurs années de suivi, a permis d'établir un modèle de prédiction des distances maximales de projections pour la paroi verticale du banc et pour la surface, tel que présenté ci-dessous.

- Paroi verticale du banc : $L_{\max} = (k^2 / g) \cdot (m^{0.5} / B)^{2.6}$
- Surface du banc : $L_{\max} = (k^2 / g) \cdot (m^{0.5} / SH)^{2.6}$

où :

L	=	distance maximale (m)
m	=	charge par mètre (kg/m)
B	=	fardeau (m)
SH	=	hauteur du collet (m)
g	=	constante (9,8 m/s ²)
k	=	constante empirique (13,5 pour des roches tendres et 27 pour des roches dures)



Le tableau 1 présente les distances maximales et moyennes des projections selon les patrons de sautage préliminaires pour chacune des zones 1 à 4.

La figure 1 montre la signification de certains paramètres d'un sautage de masse en banc.

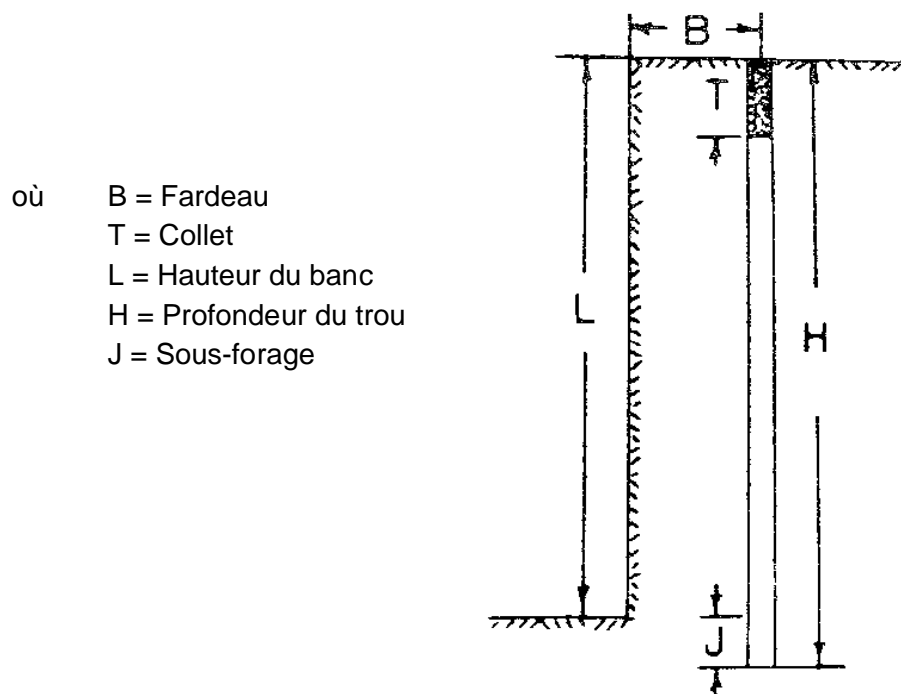


FIGURE 1

Signification de certains paramètres d'un sautage de masse en banc



TABLEAU 1

Distances maximales et moyennes des projections selon l'étude à la mine Kalgoorlie et les patrons de sautage préliminaires pour chacune des zones 1 à 4 du projet Canadian Malartic

Zone	Patrons de forage de masse			
	1	2	3	4
Densité explosif (g/cm ³)	1.25			
Diamètre (mm)	114	140	140	203
Fardeau (m)	3.1	3.7	3.8	5.8
Espacement entre les trous (m)	4.0	4.3	4.8	6.4
Hauteur de banc (m)	5	5	10	10
Sous-forage (m)	0.6	0.6	1.2	1.2
Collet (m)	2.1	2.6	3.4	4.1
Charge par délai (kg)	44.3	57.7	150.1	288.9
Charge par mètre (kg/m)	12.8	19.2	19.2	40.5
Facteur de chargement (kg/m ³)	0.73	0.74	0.82	0.78

Zone	1	2	3	4
k_{max} = 27; L_{max} Face libre (m)	112.2	119.1	108.0	94.6
k_{max} = 27; L_{max} Surface (m)	285.3	289.8	144.3	239.0

Zone	1	2	3	4
k_{moy} = 20; L_{moy} Face libre (m)	61.5	65.4	59.3	51.9
k_{moy} = 20; L_{moy} Surface (m)	156.5	159.0	79.2	131.1



4. **CONCLUSION**

Sur la base des résultats du tableau 1, de l'utilisation du système d'initiation le plus précis actuellement (détonateur électronique), de l'utilisation des pare-éclats sur au moins les trois premières zones, ainsi que des procédures d'assurance qualité rigoureuses qui seront mises en place pour le projet Canadian Malartic, nous sommes d'avis que les méthodes de sautage préliminaires proposées pour les zones 1 à 4 assureront un risque quasi nul concernant les projections.

De plus, cette distance et les méthodes de sautage feront l'objet d'un suivi et d'un ajustement continu à l'intérieur des procédures d'assurance qualité et de l'optimisation continue des opérations de sautage. Les principaux éléments de ces procédures se résument de la façon suivante :

- gestion des ressources humaines et matérielles;
- planification des opérations;
- modélisation et conception des sautages;
- suivi du forage;
- suivi du chargement;
- contrôle des produits explosifs;
- contrôle des vibrations, des surpressions d'air et des projections;
- suivi des bâtiments;
- suivi des conditions de sol;
- liaison avec le comité de suivi;
- audits interne et externe;
- documentation.

Ces procédures définissent les pratiques et méthodes qui assureront une protection maximale aux structures et aux citoyens de Malartic ainsi que des lieux environnants.

Ce rapport a été rédigé par Francis Trépanier, ing.



BIBLIOGRAPHIE

KCGM, July 2006. KALGOORLIE CONSOLIDATED GOLD MINES PTY LTD BLAST MANAGEMENT PLAN.

Alan B. Richards and Adrian J. Moore, November 2005. KALGOORLIE CONSOLIDATED GOLD MINES – GOLDEN PIKE CUT-BACK FLYROCK CONTROL AND CALIBRATION OF A PREDICTIVE MODEL, Terrock Consulting Engineers.

Alan B. Richards and Adrian J. Moore, November 2006. KALGOORLIE CONSOLIDATED GOLD MINES – FLYROCK MODEL CALIBRATION UPDATE, Terrock Consulting Engineers.

Nils Lundborg, 1981. THE PROBABILITY OF FLYROCK, SveDeFo report DS 1981:5.

G. R. Adhikari, 1999. STUDIES ON FLYROCK AT LIMESTONE QUARRIES, Rock Mechanics and Rock Engineering, 32 (4), 291-301.

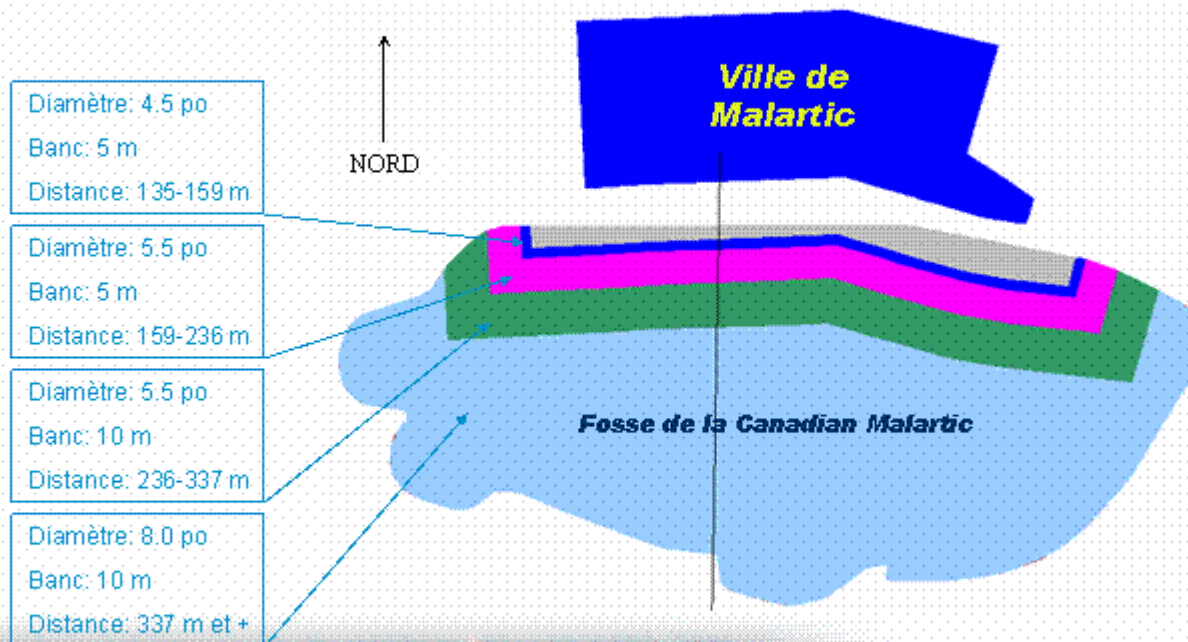


ANNEXE 1

**Localisation des zones de sautage en fonction des distances
pour respecter le critère de 12,7 mm/s de la Directive 019**



Secteurs de forage



Secteurs de forage

Ville de Malartic

Diamètre: 4.5 po
Banc: 5 m
Distance: 135-159 m

Diamètre: 5.5 po
Banc: 5 m
Distance: 159-236 m

Diamètre: 5.5 po
Banc: 10 m
Distance: 236-337 m

Diamètre: 8.0 po
Banc: 10 m
Distance: 337 m et +

Fosse de la Canadian Malartic



Patrons de forage VS vibrations

Vitesse des particules (mm/s) théorique en fonction du patron de forage et de la distance (m)

