

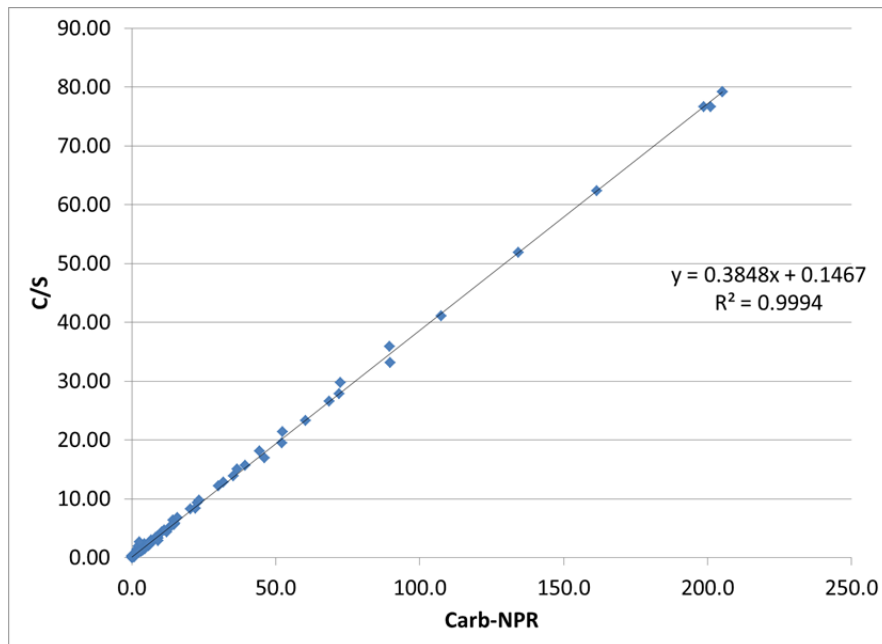
ANNEXE QC-84

EcoMetrix - Waste Rock Classification for Mine Canadian Malartic

Reference: Waste Rock Sampling Program for Mine Canadian Malartic

material classification (**Figure 1**). The strong correlation shows that the Carb-NPR can be calculated from the C/S ratios alone. The C/S ratios for classification are provided in **Table 1**. This shows that C and S are excellent surrogates for the carbonate and sulphide contents, respectively.

Figure 1: The relationship between C/S ratios and Carb-NPR Values in Malartic rock.



The Carb-NPR and C and S values are now included in the block model for the mine. This provides estimates for the ABA characteristics of mined rocks. Based on the ABA statistics, the inventories of different classes of rock can be estimated as shown in **Table 1**. Also shown in **Table 1** is one additional class of rock (A) that will be suitable for construction on site. Although all rock with Carb-NPR values greater than 2 are classified as non-PAG, a safety factor of 1.5 was applied and material suitable for constructions should have Carb-NPR values greater than 3.

Reference: Waste Rock Sampling Program for Mine Canadian Malartic

Table 1: Waste rock classification criteria.

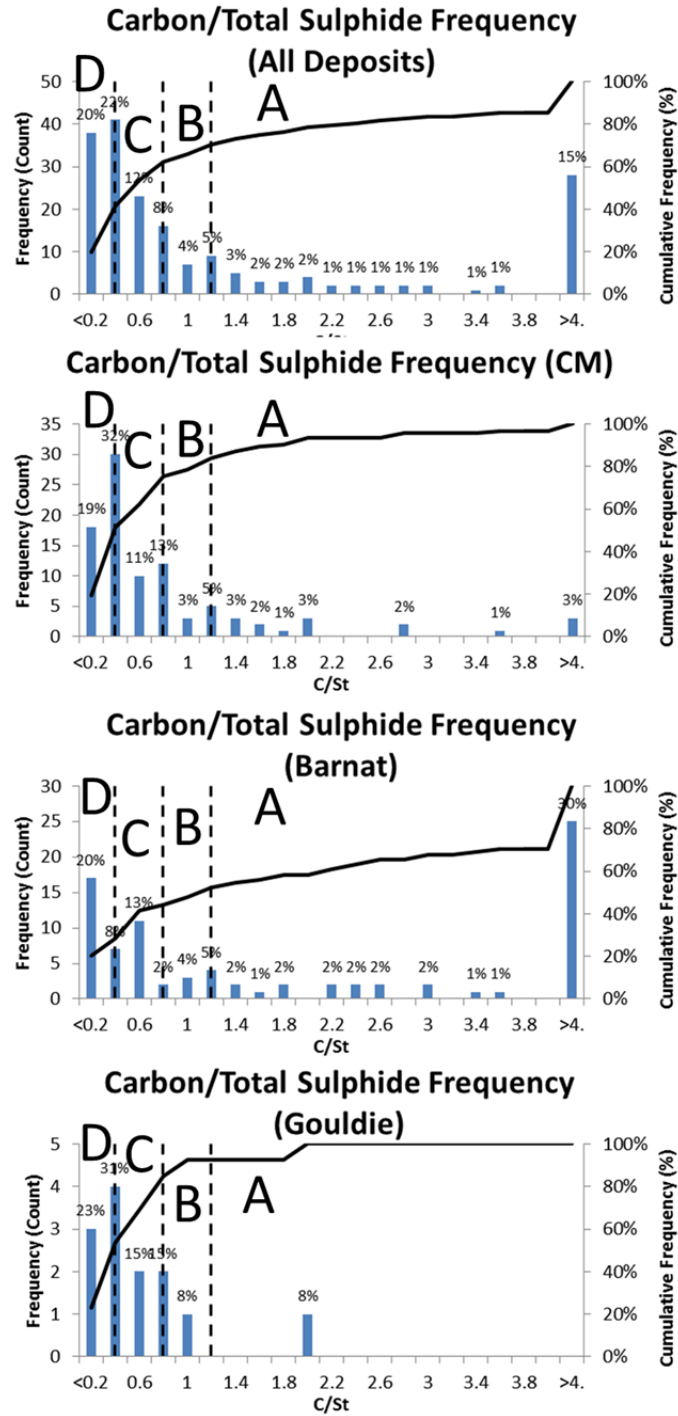
Class	Description	Carb-NPR	C/S Criteria (%C/%S)	All	CM	Ba	Go
A	Construction	≥ 3	≥ 1.3	34%	22%	52%	8%
B	Low Risk	≥ 2 and < 3	≥ 0.9 and < 1.3	17%	23%	10%	23%
C	Standard	≥ 1 and < 2	≥ 0.5 and < 0.9	7%	4%	10%	15%
D	Higher Risk	< 1	< 0.5	42%	52%	29%	54%

Notes: All= all deposits, CM=Canadian Malartic, Ba=Barnat, Go=Gouldie

The estimated percentages of each rock class from each of the pits, also shown in **Table 1**, are based on the frequency distributions for samples from the 2013 waste rock sampling campaign (Golder, 2014), as illustrated in **Figure 2**. The letter classification zones shown on **Figure 2** represent those listed in **Table 1**, while the vertical dashed lines represent the C/S criteria values listed in **Table 1**.

Reference: Waste Rock Sampling Program for Mine Canadian Malartic

Figure 2: Frequency Distributions of Waste Rock Classes



Reference: Waste Rock Sampling Program for Mine Canadian Malartic

Waste Rock Sampling Program

Blast holes can be regularly sampled, as collected from the production drilling and submitted for the analysis for total carbon (C) and total sulphur by the induction (Leco) furnace method. It is understood that the geology department at Canadian Malartic has integrated the C/S ratios and associated classification criteria within the block model.

The development and application of this sampling program for waste rock at Canadian Malartic will allow for the identification and segregation of low risk rock that will be suitable for on-site construction, and will provide appropriate management to prevent water quality risks in the long term after closure.

MÉMO

À: Sandra Pouliot, Canadian Malartic

De: Sarah Barabash
Ron Nicholson

**Réf: Classification des stériles pour la
Mine Canadian Malartic**

Date: 29 Juillet 2015

L'objectif de ce mémo est de présenter un sommaire du programme d'échantillonnage et de caractérisation des stériles qui fut développé pour l'opération de la Mine Canadian Malartic. Ce programme fut proposé comme partie intégrante des stratégies développées pour la gestion des rejets miniers et la planification de la mitigation du potentiel de drainage minier acide (DMA) et de lixiviation des métaux.

La raison première de ce programme d'échantillonnage est de développer une base de données contenant les caractéristiques du titrage acide base (ABA) des stériles en utilisant les analyses du carbone et du soufre. Cette information permettra de caractériser les roches durant les opérations régulières de la mine.

Critères de Classification des Stériles

Les stériles sont classifiés selon les résultats des essais statiques (titrage acide base, ABA). Les critères présentés dans la Directive 019 indiquent qu'un ratio entre le potentiel de neutralisation (PN) et le potentiel d'acidité plus grand ou égal à 3 ($PA \geq 3$), caractérise un matériau qui ne sera pas potentiellement générateur d'acidité (non-PGA). Lors de nos travaux, le PN a été calculé à partir de la teneur en carbonates, ci-après référé comme le PN des carbonates (PN-carb), lequel est un estimé plus conservateur que le PN Sobek considéré dans la Directive 019. De plus, ceci est conforme avec le NEDEM (2009), qui considère que le PN-Carb est effectif, donc entièrement disponible. Lorsque le PN est reconnu comme effectif, un ratio PN/PA plus grand ou égal à 2 (≥ 2) est représentatif d'un matériau non potentiellement générateur d'acidité (non-PGA).

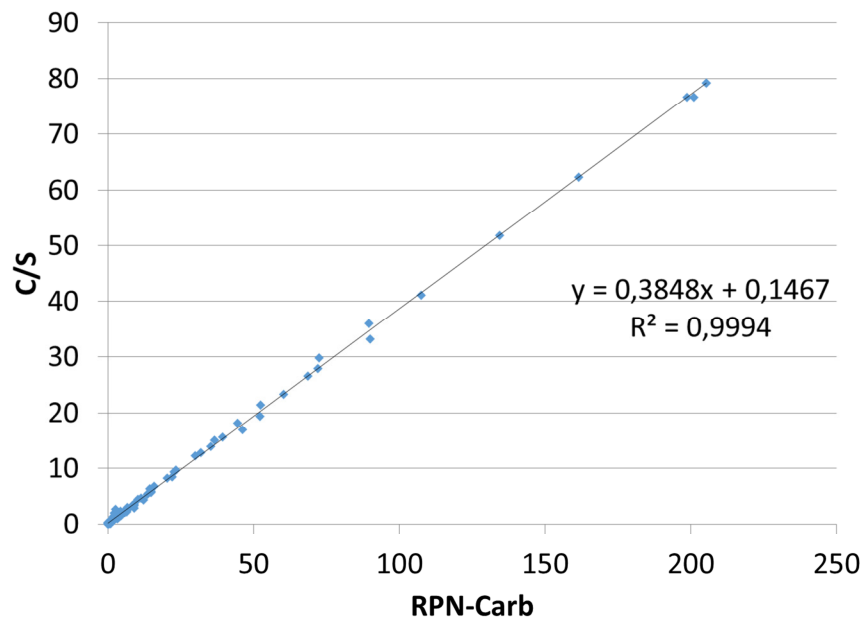
La roche peut alors être classifiée selon la valeur du ratio entre le potentiel de neutralisation des carbonates (PN-Carb) et le potentiel d'acidité (PA), soit PN-Carb/PA, auquel nous référons comme étant le ratio du potentiel de neutralisation des carbonates (RPN-Carb). Les roches qui ont une valeur de RPN-Carb plus grande que 2 sont classifiées comme non potentiellement génératrices d'acidité (non-PGA). Les roches qui ont une valeur de RPN-Carb inférieure à 1 sont considérées potentiellement génératrices d'acidité (PGA). Les matériaux ayant un RPN-Carb entre 1 et 2 sont

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

considérés incertains, mais devraient de façon conservatrice, être considérés comme PGA

Il y a une relation entre RPN-Carb et les ratios C/S pour les roches de Malartic, ce qui permet de déterminer les valeurs C/S correspondantes aux valeurs RPN-Carb à des fins de classification des matériaux (Figure 1). La très bonne corrélation linéaire indique que le RPN-Carb peut être calculé à partir du ratio C/S seul. Les classes des ratios C/S utilisées pour des fins de classification sont présentées au Tableau 1. De plus, ceci suggère que les concentrations en C et S sont représentatives des teneurs en carbonates et en sulfures respectivement.

Figure 1: Relation entre les rapports C/S et les valeurs RPN-Carb dans les roches de Malartic.



Les valeurs de RPN-Carb et les concentrations en C et S sont maintenant intégrées au modèle de blocs de la mine. Ceci permet d'estimer les caractéristiques ABA des roches qui seront minées. Sur la base des statistiques ABA, un inventaire des diverses classes de roche a pu être estimé tel que montré au Tableau 1. Une classe additionnelle (A) de roche est également présentée dans le Tableau 1, laquelle est jugée appropriée comme matériau de construction sur le site. Même si toutes les roches ayant un RPN-Carb supérieur à 2 sont classifiées comme non-PGA, un facteur de sécurité de 1.5 est appliqué et les matériaux pouvant être utilisés en construction devront avoir un RPN-Carb supérieur ou égal à 3.

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Tableau 1: Critères de Classification des Stériles.

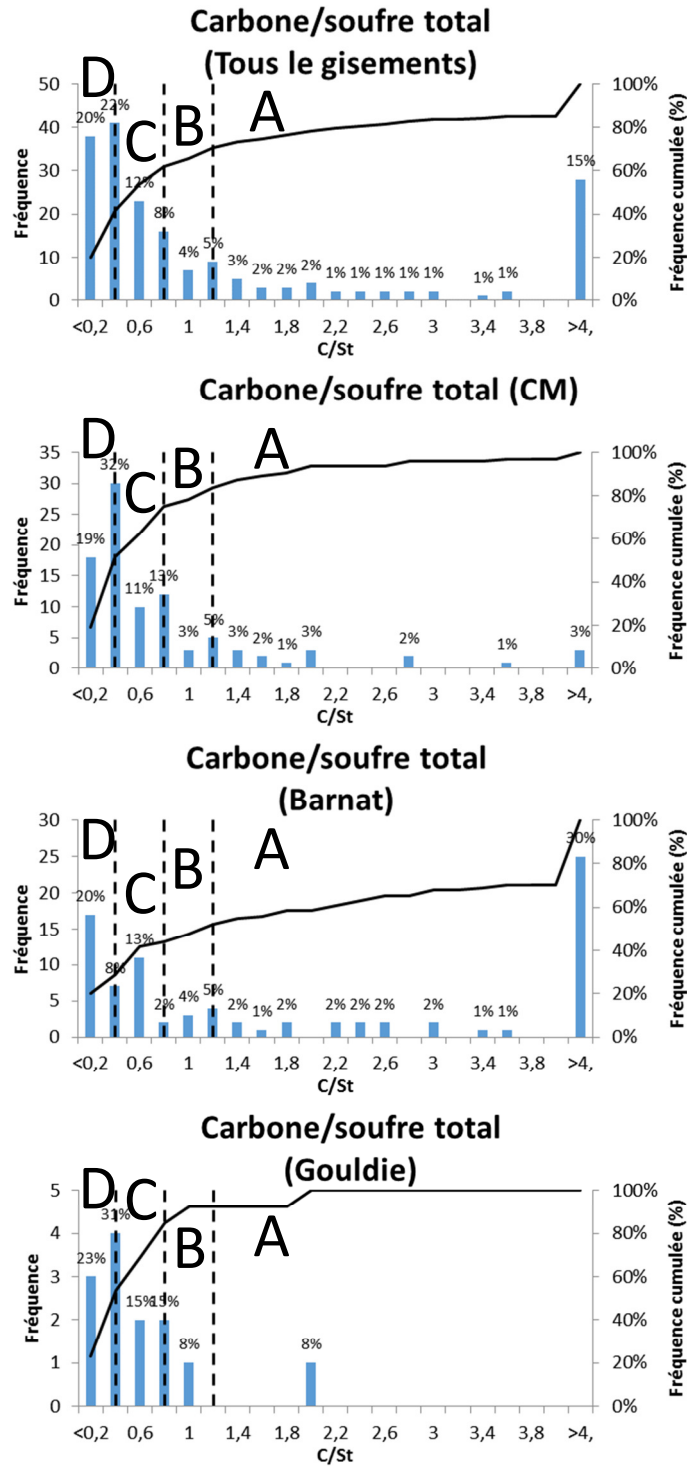
Classe	Description	RPN-Carb	Critère C/S (%C/%S)	Tous	CM	Ba	Go
A	Construction	≥3	≥1.3	34%	22%	52%	8%
B	Risque Faible	≥2 et <3	≥0.9 and <1.3	17%	23%	10%	23%
C	Risque Moyen	≥1 et <2	≥0.5 and <0.9	7%	4%	10%	15%
D	Risque Élevé	<1	<0.5	42%	52%	29%	54%

Notes: Tous= tous les gisements, CM=Canadian Malartic, Ba=Barnat, Go=Gouldie

Les pourcentages estimés pour chacune des classes de roches dans la fosse à ciel ouvert sont également présentés au Tableau 1, et sont basés sur la distribution de fréquences des échantillons de la campagne d'échantillonnage des stériles de 2013 (Golder, 2014), tel qu'illustré à la **Figure 2**. Les lettres des classes présentées à la Figure 2 correspondent à celles listées dans le Tableau 1, alors que les lignes verticales en tirets représentent les valeurs du critère C/S qui sont listées au Tableau 1.

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Figure 2: Distribution de fréquences des Classes de Stériles.





Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Programme d'Échantillonnage des Stériles

Les trous de dynamitage peuvent être échantillonnés sur une base régulière durant le forage de production et soumis pour des analyses du carbone total (C) et du soufre total (S) par la méthode de la fournaise à Induction (Leco). Nous comprenons que le département de géologie chez Canadian Malartic a intégré au modèle de bloc des ressources, les ratios C/S et les critères de classification associés.

Le développement et la mise en application de ce programme d'échantillonnage des stériles chez Canadian Malartic va permettre l'identification et la séparation des roches à faibles risques qui seront utilisables comme matériaux de construction sur le site (Classe A, Tableau 1), tout en procurant une méthode appropriée de gestion des stériles qui permettra de minimiser les risques liés à la qualité de l'eau à long terme après la fermeture du site.

MÉMO

À: Sandra Pouliot, Canadian Malartic De: Sarah Barabash
Ron Nicholson
Réf: **Classification des stériles pour la** Date: 29 Juillet 2015
Mine Canadian Malartic

L'objectif de ce mémo est de présenter un sommaire du programme d'échantillonnage et de caractérisation des stériles qui fut développé pour l'opération de la Mine Canadian Malartic. Ce programme fut proposé comme partie intégrante des stratégies développées pour la gestion des rejets miniers et la planification de la mitigation du potentiel de drainage minier acide (DMA) et de lixiviation des métaux.

La raison première de ce programme d'échantillonnage est de développer une base de données contenant les caractéristiques du titrage acide base (ABA) des stériles en utilisant les analyses du carbone et du soufre. Cette information permettra de caractériser les roches durant les opérations régulières de la mine.

Critères de Classification des Stériles

Les stériles sont classifiés selon les résultats des essais statiques (titrage acide base, ABA). Les critères présentés dans la Directive 019 indiquent qu'un ratio entre le potentiel de neutralisation (PN) et le potentiel d'acidité plus grand ou égal à 3 ($PA \geq 3$), caractérise un matériau qui ne sera pas potentiellement générateur d'acidité (non-PGA). Lors de nos travaux, le PN a été calculé à partir de la teneur en carbonates, ci-après référé comme le PN des carbonates (PN-carb), lequel est un estimé plus conservateur que le PN Sobek considéré dans la Directive 019. De plus, ceci est conforme avec le NEDEM (2009), qui considère que le PN-Carb est effectif, donc entièrement disponible. Lorsque le PN est reconnu comme effectif, un ratio PN/PA plus grand ou égal à 2 (≥ 2) est représentatif d'un matériau non potentiellement générateur d'acidité (non-PGA).

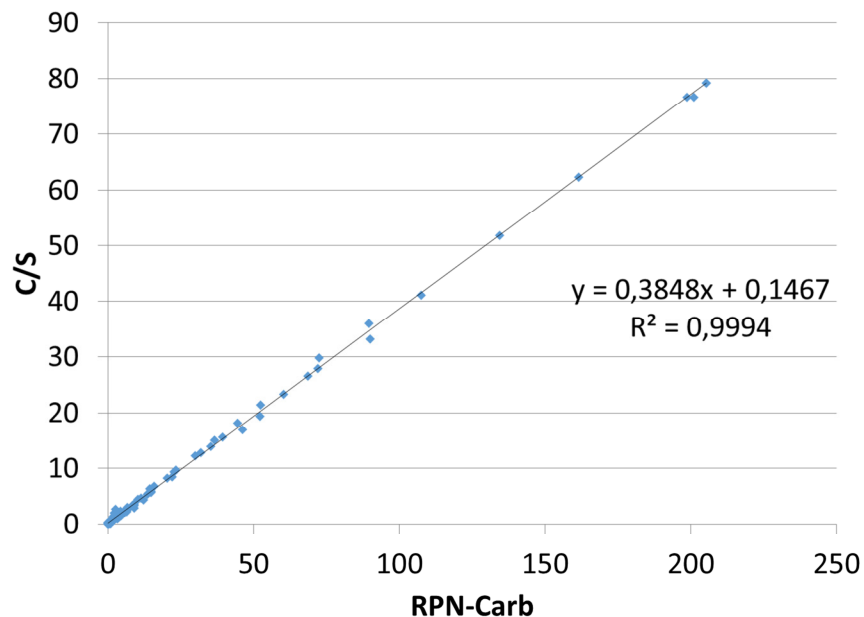
La roche peut alors être classifiée selon la valeur du ratio entre le potentiel de neutralisation des carbonates (PN-Carb) et le potentiel d'acidité (PA), soit PN-Carb/PA, auquel nous référons comme étant le ratio du potentiel de neutralisation des carbonates (RPN-Carb). Les roches qui ont une valeur de RPN-Carb plus grande que 2 sont classifiées comme non potentiellement génératrices d'acidité (non-PGA). Les roches qui ont une valeur de RPN-Carb inférieure à 1 sont considérées potentiellement génératrices d'acidité (PGA). Les matériaux ayant un RPN-Carb entre 1 et 2 sont

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

considérés incertains, mais devraient de façon conservatrice, être considérés comme PGA

Il y a une relation entre RPN-Carb et les ratios C/S pour les roches de Malartic, ce qui permet de déterminer les valeurs C/S correspondantes aux valeurs RPN-Carb à des fins de classification des matériaux (Figure 1). La très bonne corrélation linéaire indique que le RPN-Carb peut être calculé à partir du ratio C/S seul. Les classes des ratios C/S utilisées pour des fins de classification sont présentées au Tableau 1. De plus, ceci suggère que les concentrations en C et S sont représentatives des teneurs en carbonates et en sulfures respectivement.

Figure 1: Relation entre les rapports C/S et les valeurs RPN-Carb dans les roches de Malartic.



Les valeurs de RPN-Carb et les concentrations en C et S sont maintenant intégrées au modèle de blocs de la mine. Ceci permet d'estimer les caractéristiques ABA des roches qui seront minées. Sur la base des statistiques ABA, un inventaire des diverses classes de roche a pu être estimé tel que montré au Tableau 1. Une classe additionnelle (A) de roche est également présentée dans le Tableau 1, laquelle est jugée appropriée comme matériau de construction sur le site. Même si toutes les roches ayant un RPN-Carb supérieur à 2 sont classifiées comme non-PGA, un facteur de sécurité de 1.5 est appliqué et les matériaux pouvant être utilisés en construction devront avoir un RPN-Carb supérieur ou égal à 3.

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Tableau 1: Critères de Classification des Stériles.

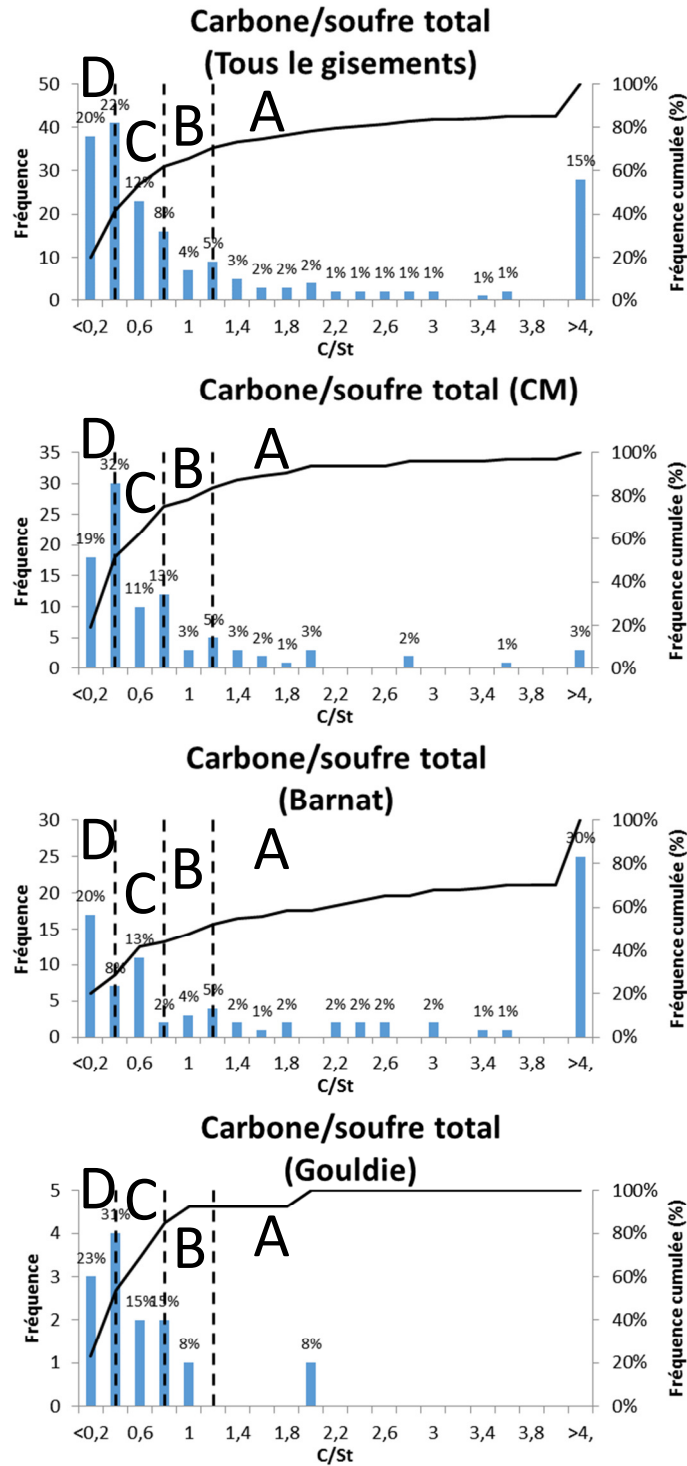
Classe	Description	RPN-Carb	Critère C/S (%C/%S)	Tous	CM	Ba	Go
A	Construction	≥3	≥1.3	34%	22%	52%	8%
B	Risque Faible	≥2 et <3	≥0.9 and <1.3	17%	23%	10%	23%
C	Risque Moyen	≥1 et <2	≥0.5 and <0.9	7%	4%	10%	15%
D	Risque Élevé	<1	<0.5	42%	52%	29%	54%

Notes: Tous= tous les gisements, CM=Canadian Malartic, Ba=Barnat, Go=Gouldie

Les pourcentages estimés pour chacune des classes de roches dans la fosse à ciel ouvert sont également présentés au Tableau 1, et sont basés sur la distribution de fréquences des échantillons de la campagne d'échantillonnage des stériles de 2013 (Golder, 2014), tel qu'illustré à la **Figure 2**. Les lettres des classes présentées à la Figure 2 correspondent à celles listées dans le Tableau 1, alors que les lignes verticales en tirets représentent les valeurs du critère C/S qui sont listées au Tableau 1.

Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Figure 2: Distribution de fréquences des Classes de Stériles.



Référence: Programme d'échantillonnage des stériles pour Mine Canadian Malartic

Programme d'Échantillonnage des Stériles

Les trous de dynamitage peuvent être échantillonnés sur une base régulière durant le forage de production et soumis pour des analyses du carbone total (C) et du soufre total (S) par la méthode de la fournaise à Induction (Leco). Nous comprenons que le département de géologie chez Canadian Malartic a intégré au modèle de bloc des ressources, les ratios C/S et les critères de classification associés.

Le développement et la mise en application de ce programme d'échantillonnage des stériles chez Canadian Malartic va permettre l'identification et la séparation des roches à faibles risques qui seront utilisables comme matériaux de construction sur le site (Classe A, Tableau 1), tout en procurant une méthode appropriée de gestion des stériles qui permettra de minimiser les risques liés à la qualité de l'eau à long terme après la fermeture du site.

