

La compréhension des différents modes d'exploitation minière et les enjeux qui y sont associés



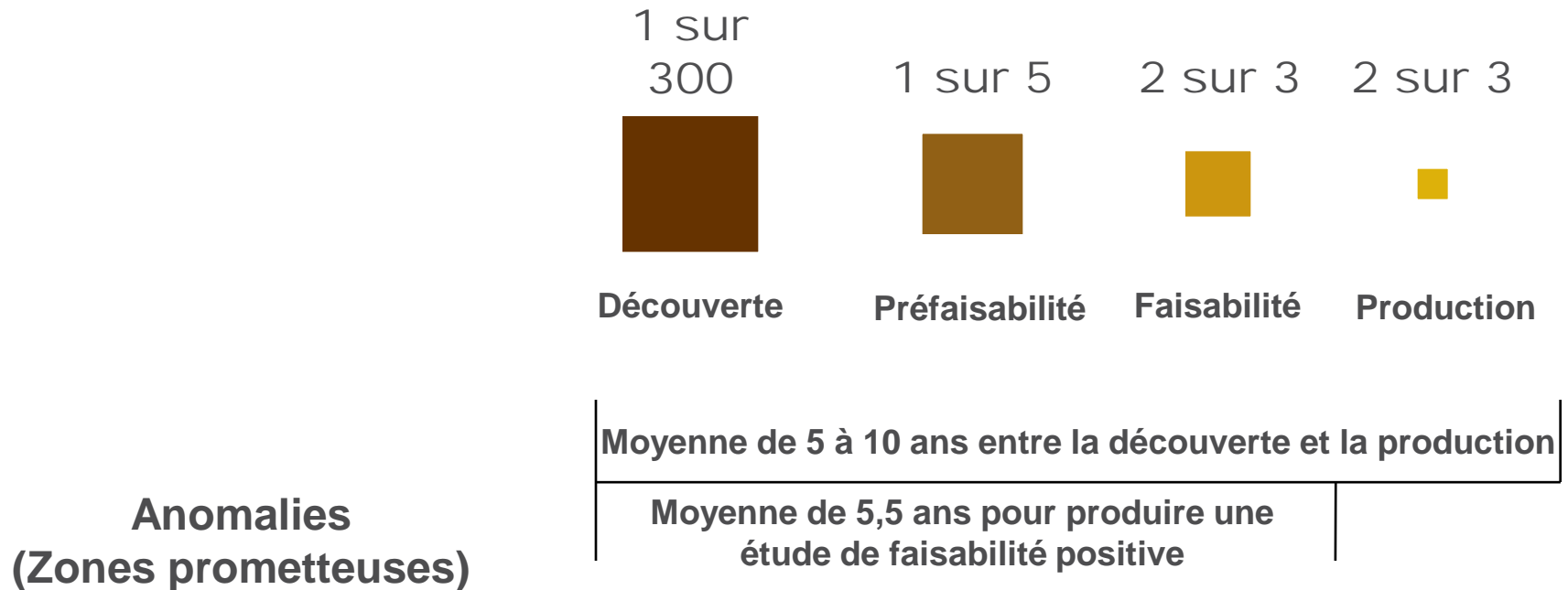
par
Eric Tremblay
19 mars 2010

Aménagement d'une mine

- Nous voilà à la deuxième étape du cycle minier
 - Déterminer la valeur potentielle d'un gîte minéral
 - La rentabilité pour la société exploitante et la région
 - Étape de construction s'il y a lieu.

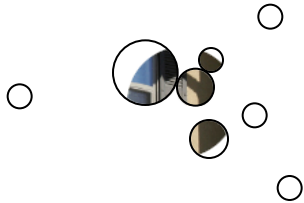
Exploration, quelles sont les chances?

Environ 1 zone prometteuse (ou anomalie)
sur 3 000 devient une mine en exploitation



Mine 101

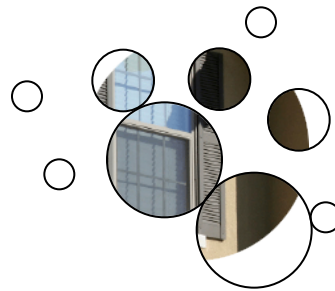
L'exploration aurifère, c'est un peu comme regarder une maison à travers une paille. Chaque étude apporte une meilleure vue encore plus grande et claire de la valeur et de l'étendue du gisement minéral et de la viabilité du projet.



ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

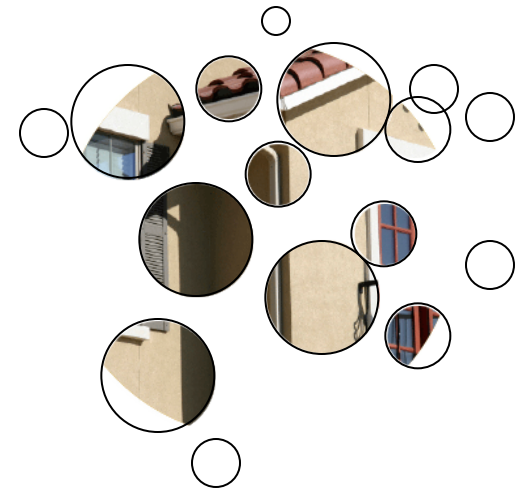
'SCOPING STUDY'

L'ÉTUDE PRÉLIMINAIRE EST MENÉE PAR DES INGÉNIEURS INDÉPENDANTS POUR DÉCIDER D'ALLER DE L'AVANT AVEC LE PROJET ET DÉTERMINER LE TYPE DE MINE LE PLUS EFFICACE,



ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ

L'ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ EST ENSUITE EFFECTUÉE, INCLUANT UNE ANALYSE FINANCIÈRE ENTIÈRE POUR ÉTABLIR LA VIABILITÉ DU SITE



ÉTUDE DE FAISABILITÉ

S'IL Y A LIEU, UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ COMPLÈTE EST EFFECTUÉE POUR ÉTABLIR LE TEMPS NÉCESSAIRE POUR METTRE EN VALEUR LA MINE ET ÉTABLIR DANS QUEL TYPE D'ÉQUIPEMENT IL FAUT INVESTIR.

Aménagement d'une mine

- Donc, pour arriver à cette étape
 - Le gisement doit être suffisamment grand et son exploitation, assez rentable pour permettre de rembourser les coûts de construction (capitiaux) et les coûts d'exploitation du gisement.
 - Retour sur l'investissement minimum souvent établi (Ex: 10%, 12%, 15% et plus)

Aménagement d'une mine

- ❑ La rentabilité est influencée par divers facteurs:
 - ❑ Emplacement de la ressource
 - ❑ Type de minerai et accès à des infrastructures
 - ❑ Accessibilité du gisement (profondeur du gisement)
 - ❑ Volume de la ressource
 - ❑ Valeur de la ressource (% cuivre, g/t Au, etc.)
 - ❑ Prix sur les marchés, taux de change et la demande
 - ❑ Possibilité d'exploiter de façon sûre pour l'environnement
 - ❑ Présence de main-d'oeuvre qualifiée

Aménagement d'une mine

- Les activités principales sont:
 - Étude d'impact environnementale (EIE)
 - Étude d'impact socioéconomiques (EIS)
 - Collecte de données techniques additionnelles
 - Échantillonnages supplémentaires forage
 - Essais sur le terrain
 - Test géotechnique et géomécanique
 - Ingénierie conceptuelle du site minier et des infrastructures
 - Consultations avec les gouvernements sur le respect de la réglementation.

Aménagement d'une mine

- Les activités principales sont:
 - Consultations des communautés pour répondre à leurs questions et satisfaire leurs besoins et leurs exigences (BAPE selon les cas)
 - Évaluation des répercussions financières
 - Obtention de permis et de licences
 - Évaluation finale du projet et prise d'une décision en matière d'exploitation
 - Construction de la mine et des installations connexes en vue de commencer l'exploitation.

Aménagement d'une mine

□ Délais:

- De deux à trois ans pour exécuter les essais, études environnementales de base et les études de faisabilité
- De un à trois ans pour réaliser l'évaluation environnementale du projet et obtenir les permis
- De deux à quatre ans pour construire la mine et ses infrastructures

Les coûts

- ❑ L'aménagement d'une mine coûte généralement entre 50 M\$ à un milliard \$, ou même plus. Les facteurs sont:
 - ❑ Type de mine et de gisement
 - ❑ Taille de la mine (coûts proportionnels aux dimensions)
 - ❑ Endroit où est située la mine
 - ❑ Ampleur des travaux et temps requis pour exécuter les essais, recueillir les données, mener les études environnementales et obtenir les permis

Étude de faisabilité simplifiée

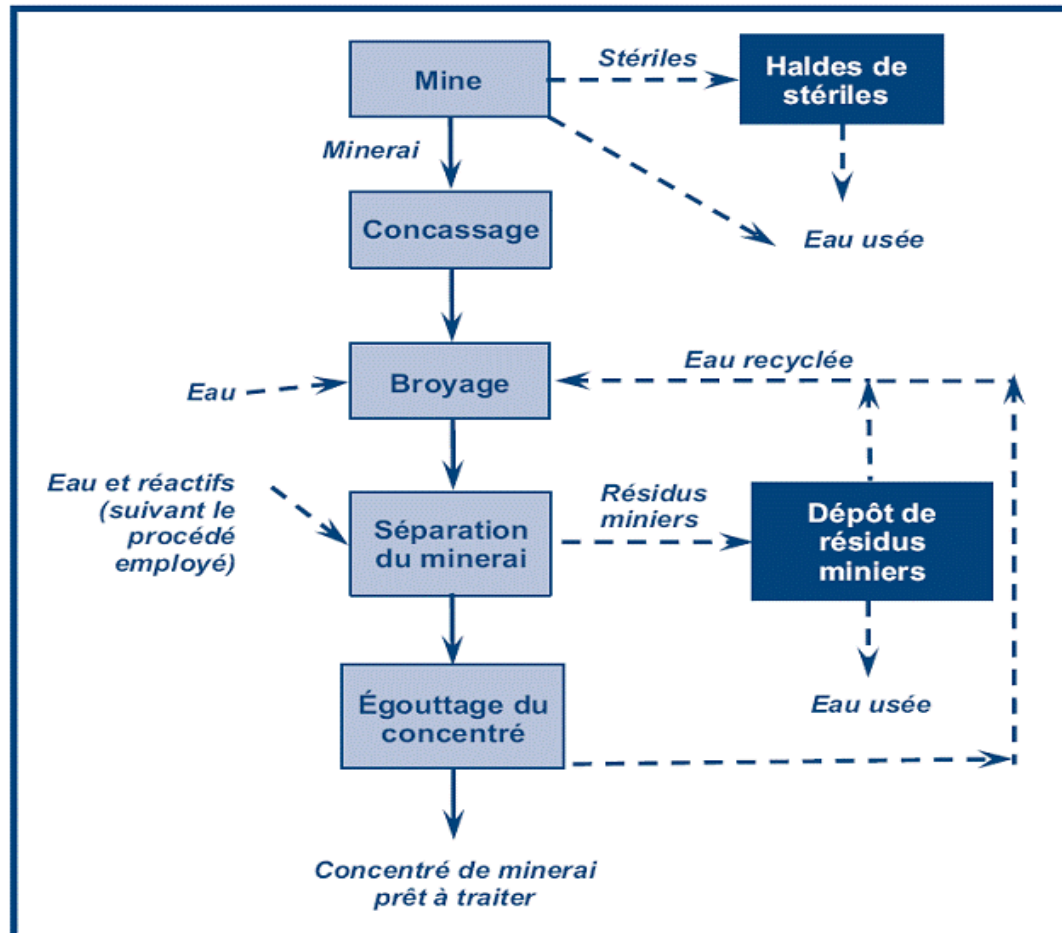
Localisation du projet, topographie et climat	<ul style="list-style-type: none">▪Map du site▪Map topographique▪Droit sur la propriété▪Voisinage (camp, chalet, village, ville, etc.)▪Historique▪Production passée (si il y a lieu)
Caractérisation de la géologie et des ressources	<ul style="list-style-type: none">▪Taille du gisement▪Teneur en minéraux ou en métaux▪Qualité du massif rocheux et des épontes▪Localisation du gisement dans l'espace▪Composition du minerai et du stérile
Planification des infrastructures	<ul style="list-style-type: none">▪Faut-il construire des routes, pistes d'atterrissage, camps, complexes.▪Énergie disponible ou non
Planification de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none">▪Ce qu'on extrait▪Méthode d'exploitation (souterraine ou ciel ouvert)▪Équipement d'exploitation
Essais de traitement et conception de l'usine de traitement	<ul style="list-style-type: none">▪Méthode pour extraire les minéraux ou les métaux de la roche hôte▪% de récupération du minéraux ou du métaux

Étude de faisabilité simplifiée

Planification de la gestion des eaux et des résidus des opérations minières	<ul style="list-style-type: none">▪ Besoin en approvisionnement en eau▪ Exigences de qualité concernant l'évacuation des eaux▪ Élimination des résidus de manière sûre
Planification environnementale et socioéconomique	<ul style="list-style-type: none">▪ Principales questions abordées dans les études environnementales et socioéconomiques.▪ Dans quelle mesure les plans tiennent-ils compte de ces questions.
Plan de fermeture et de restauration	<ul style="list-style-type: none">▪ Meilleures approches en matière de fermeture et de restauration▪ Estimation des coûts
Estimation des coûts d'exploitation	<ul style="list-style-type: none">▪ Main-d'oeuvre totale▪ Quel type et quelle quantité d'équipement et approvisionnement faudra-t-il pendant l'exploitation (selon la taille de la mine)▪ Coûts annuels d'exploitation
Coûts en capital	<ul style="list-style-type: none">▪ Coûts liés à la planification, à la conception, à l'obtention des permis et à la construction des installations
Analyse financière	<ul style="list-style-type: none">▪ Coûts des emprunts nécessaires ou financement▪ Coûts et revenus annuels▪ Profits ou pertes

Installation minière standard

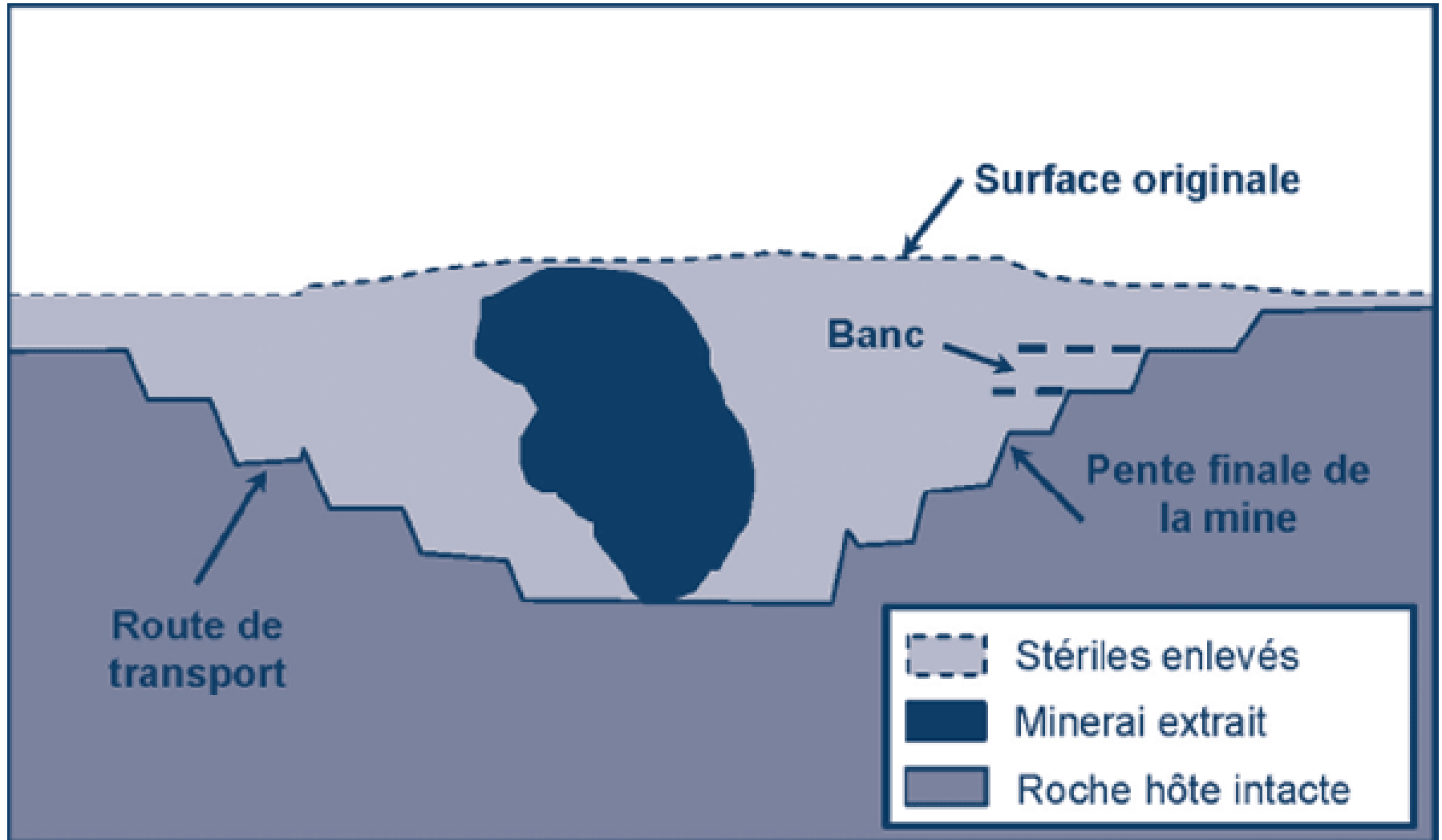
Mine souterraine et ciel ouvert



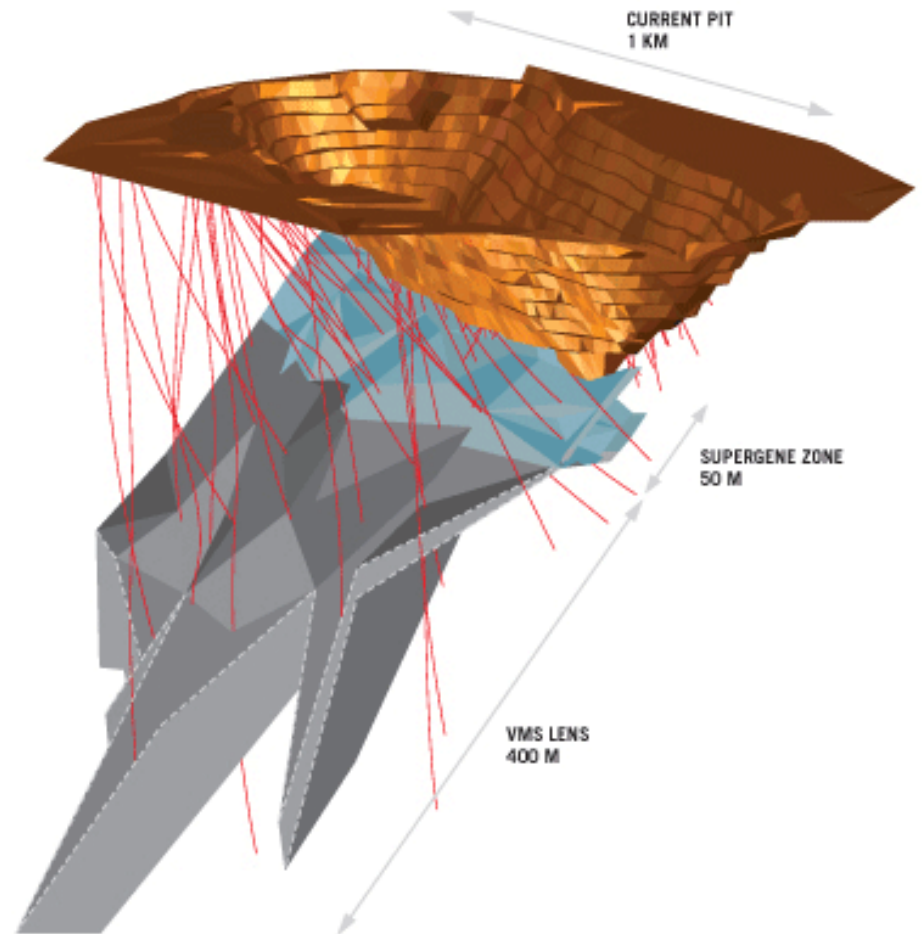
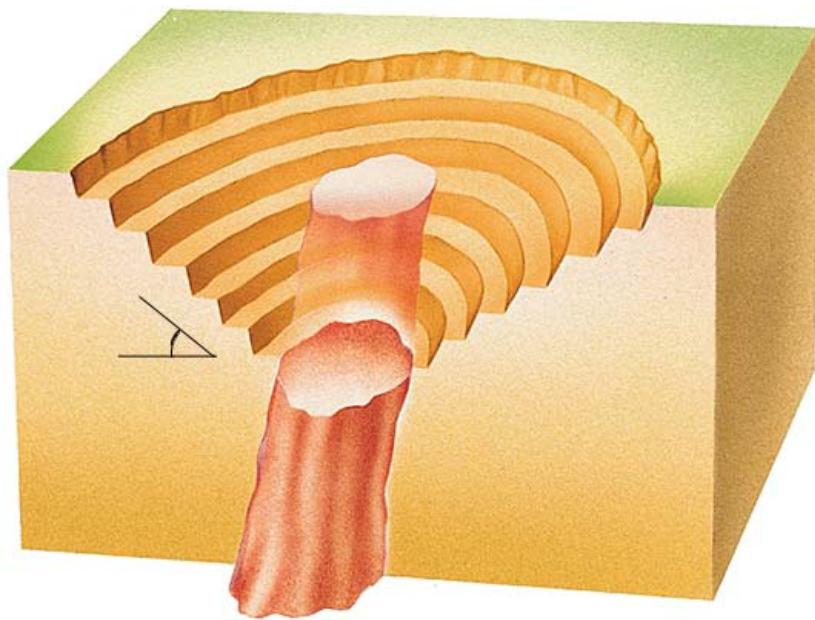
Caractéristiques d'une mine à ciel ouvert

- ❑ Généralement haut volume de roche excavée (taux de production élevé, i.e tpj)
- ❑ La teneur de la minéralisation varie de faible à haute.
- ❑ Mine peu profonde (quelques mètres à environ 300 m et parfois plus)
- ❑ Superficie de l'opération en surface plus grande que les opérations souterraines.
- ❑ Coûts de production la tonne très bas
- ❑ Équipement d'extraction de grandes dimensions
- ❑ Mise en production rapide

Méthode d'exploitation à ciel ouvert



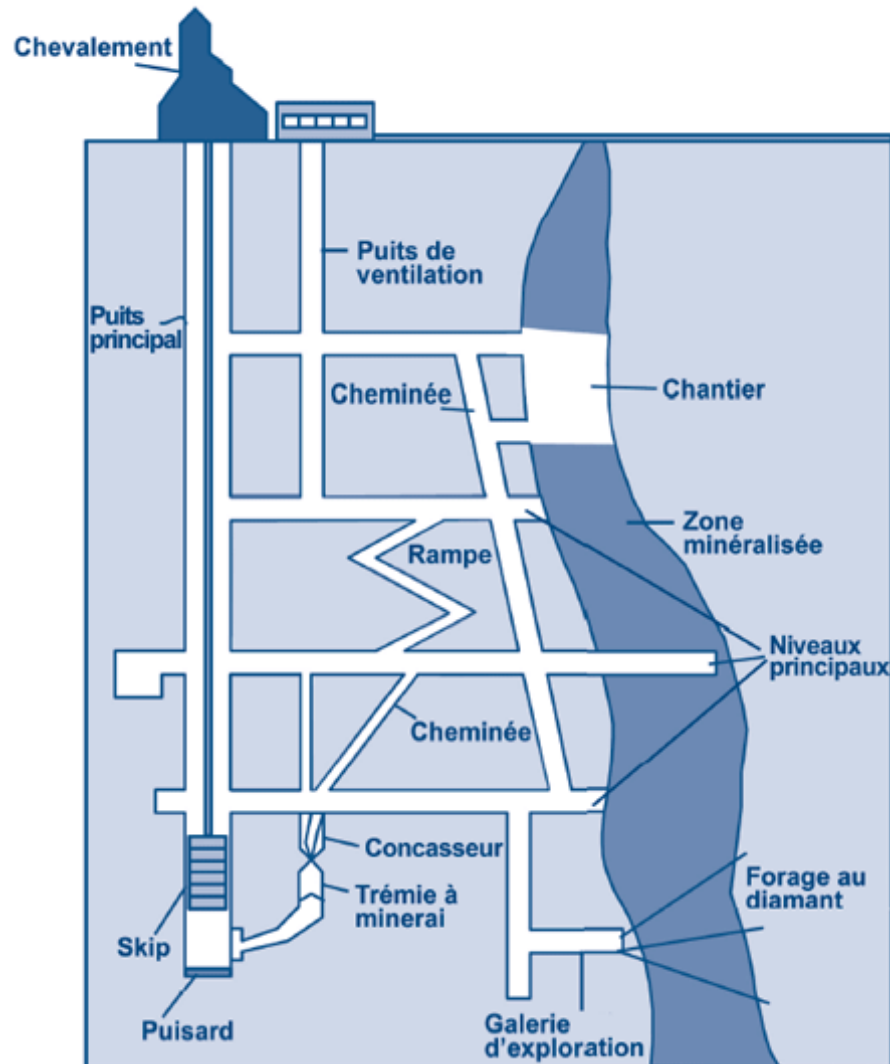
Méthode d'exploitation à ciel ouvert



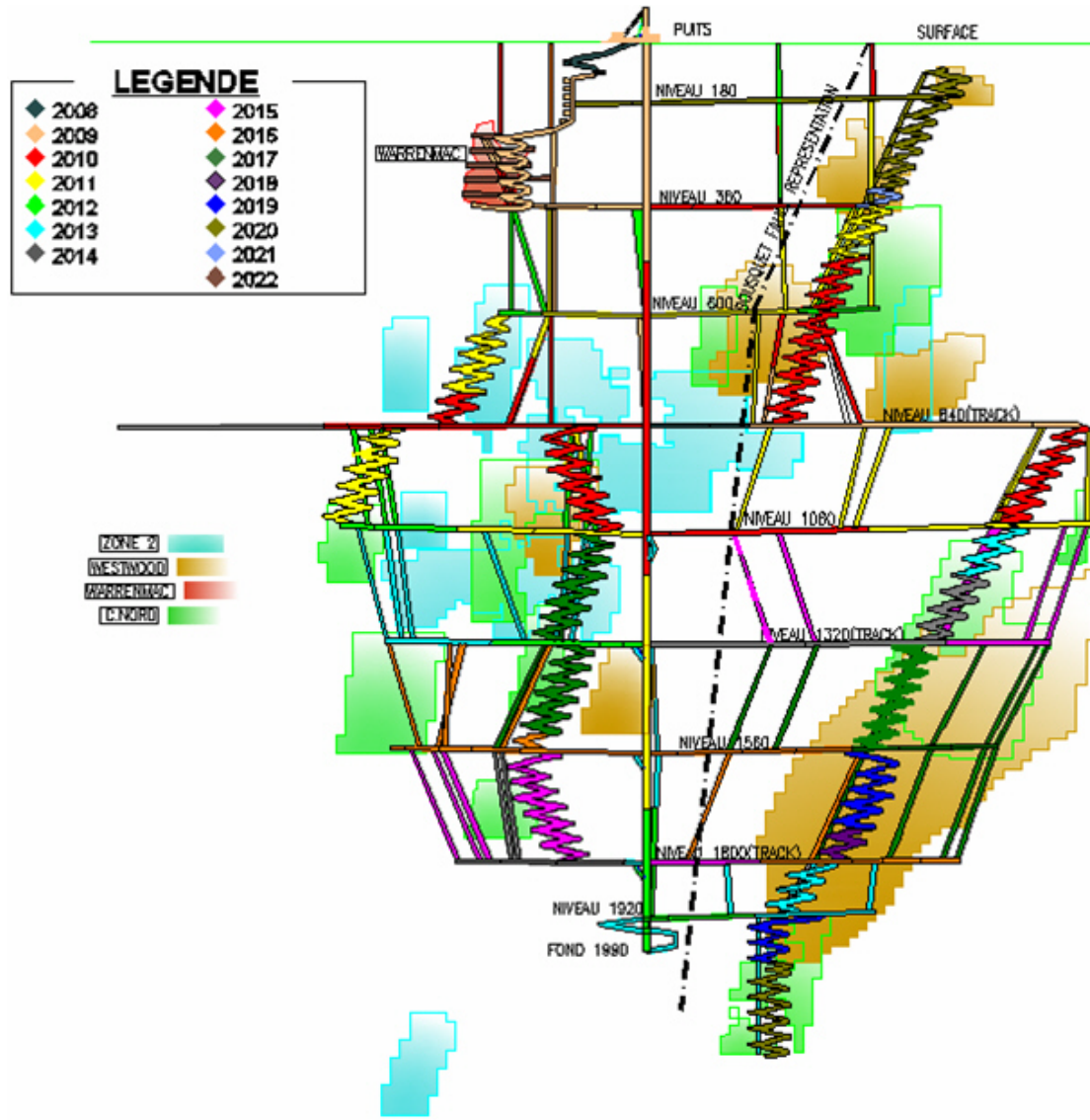
Caractéristiques d'une mine souterraine

- ❑ Taux de roche excavée souvent moindre qu'une mine à ciel ouvert.
- ❑ La teneur de la minéralisation est souvent modérée à très haute.
- ❑ Profondeur de 200 m à plus de 3 000 m (et plus..)
- ❑ Investissement généralement plus élevés que les mines à ciel ouvert.
- ❑ Superficie de l'opération en surface plus petite.
- ❑ Récupération possible de la roche stérile pour remblayage souterrain. (diminution des rejets à la surface et augmentation coûts production)
- ❑ Coûts de production la tonne généralement plus élevés que les mines à ciel ouvert
- ❑ Échéancier de mise en production plus longue
- ❑ Risque plus élevé (plus de pièges)

Méthode d'exploitation Souterrain



Méthode d'exploitation Souterrain



Comparaisons des opérations

	Mine souterraine	Mine à ciel ouvert
Avantages liés à une méthode	<ul style="list-style-type: none">-Empilement de roche à la surface réduite.-Possibilité de récupération des résidus miniers (remblai).-Plus petit volume et meilleur teneur-Emprunte sur l'environnement plus petite	<ul style="list-style-type: none">-Coût en capital généralement plus bas.-Possibilité de très grande production-Possibilité d'extraire des gisement a faible teneur en compensant par un volume plus élevé-Mise en production plus rapide-Échéancier de production plus rapide
Désavantages liés à une méthode	<ul style="list-style-type: none">-Gisement souvent complexe et contrôle des terrains à surveiller-Remblai souvent requis pour séquence de minage.-Coûts de production généralement élevés-Échéancier de production souvent plus long.-Investissement de départ plus élevé-Risque financier plus élevé	<ul style="list-style-type: none">-Empilement de roche important à la surface. Plus grande empreinte sur l'environnement impliquant des coûts de restauration plus élevés.

La teneur

- 1 oz d'or = 31.1035 g d'or
- Si nous avons une teneur de 1 g/t
 - Vous devez extraire \pm 31 tonnes pour avoir 1 oz d'or (ce que représente \pm le chargement d'un camion Volvo articulé de 35 tonnes de capacité)
 - À 1000 \$/oz (prix du marché), ce camion transporte un revenu de \pm 1000\$



À des faibles teneurs, le volume devient donc nécessaire

La teneur

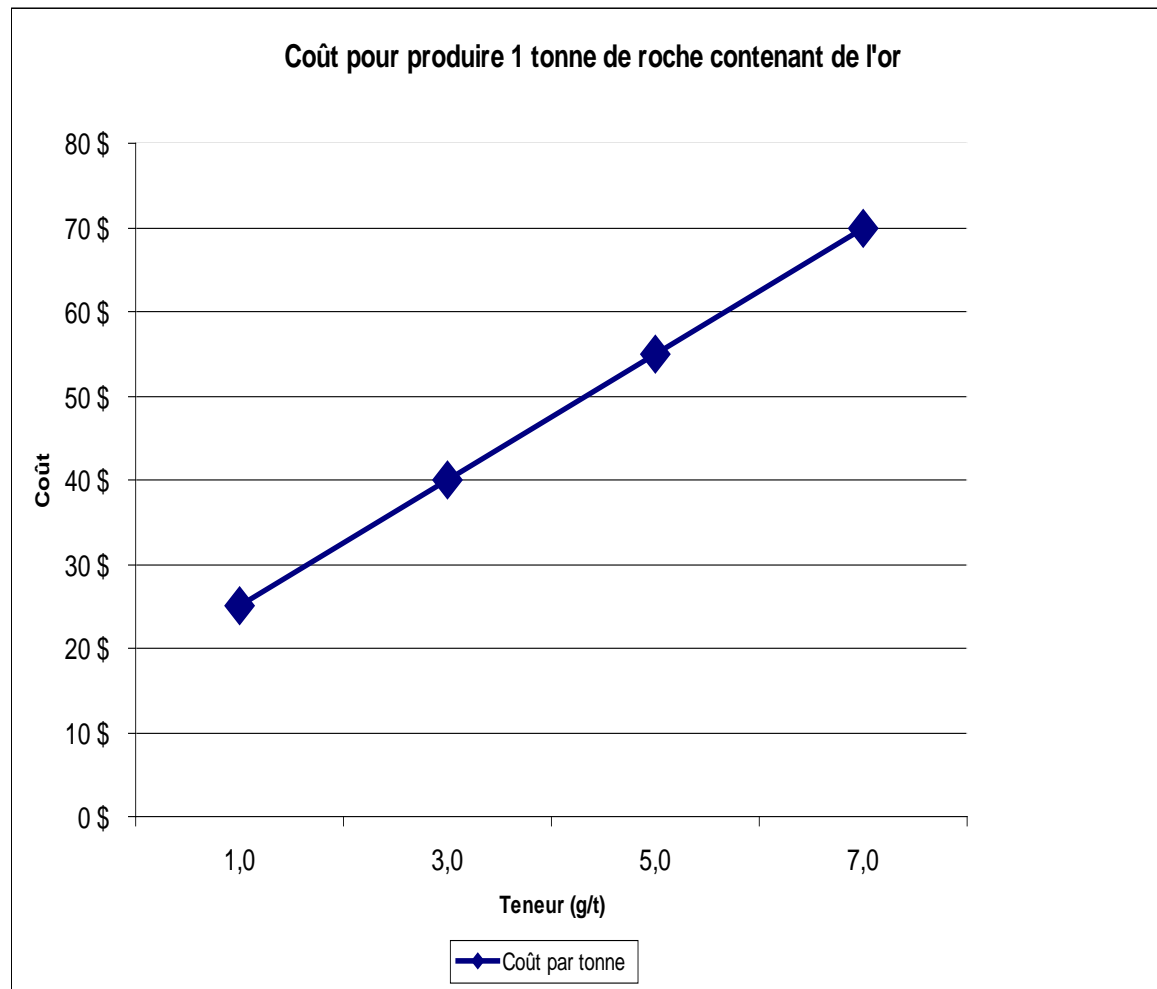
- Si nous avons une teneur de 10 g/t
 - Pour avoir le même 1 oz d'or, nous aurons besoin de seulement du chargement d'un wagon de 4 tonnes
 - À 1 000 \$/oz (prix du marché), ce wagon sur rail représente un revenu de \pm 1 000 \$



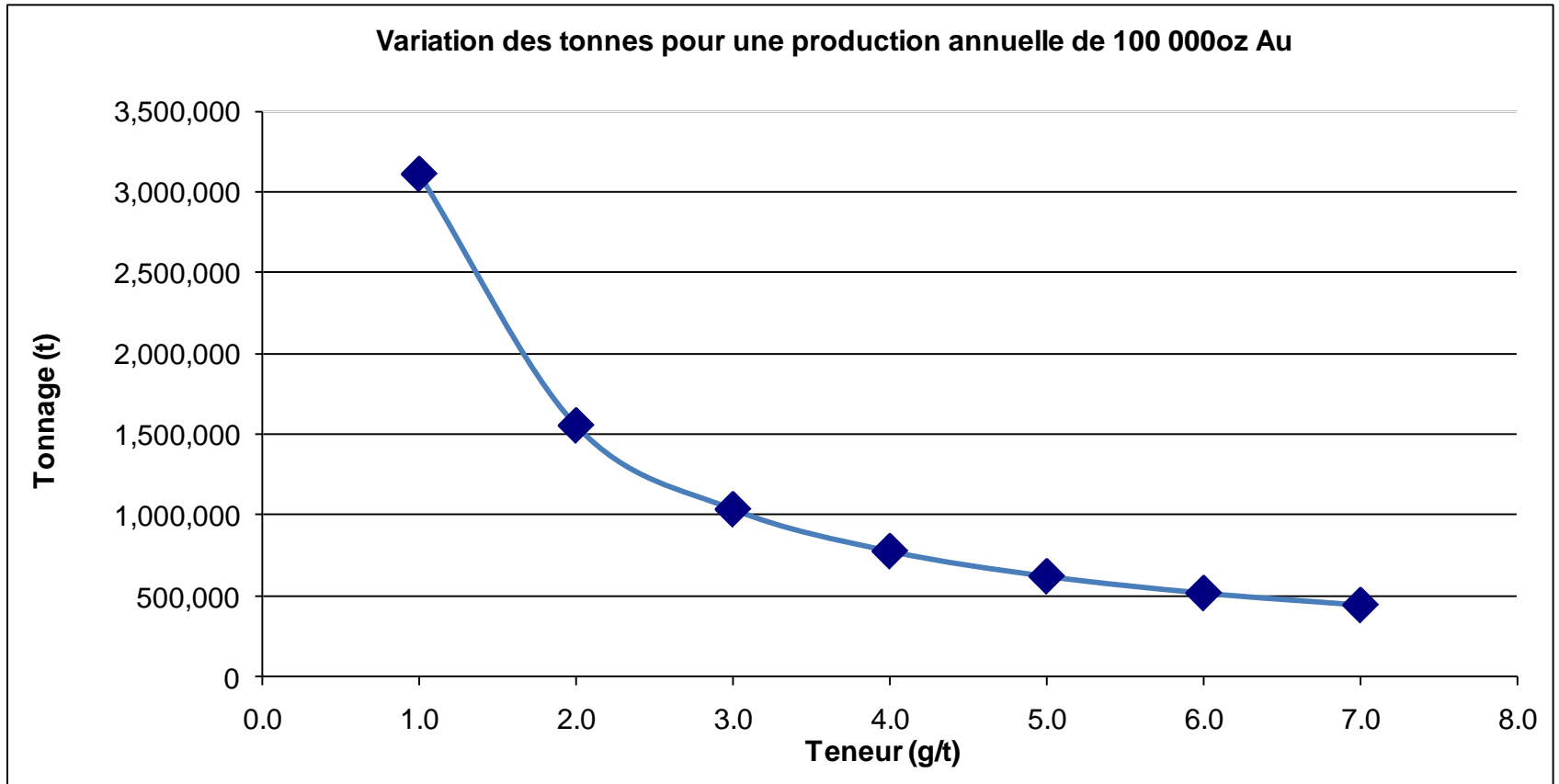
Comparaison des coûts

- ❑ *En 2009, une mine à ciel ouvert en opération a miné 11MT à 1.3g Au/t pour une production de 392 000oz à 396\$/oz.*
- ❑ *En comparaison, une mine souterraine a produit 109 000 oz à partir de 388 000t à 8.8g Au/t à un coût de 524\$/oz.*
- ❑ Pour produire la même quantité d'or que la mine à ciel ouvert, la production souterraine aurait été 1.4MT, soit environ 13% du tonnage de la mine à ciel ouvert mais, 260% de plus pour cette mine.
- ❑ De plus, le coût à la tonne de la mine à ciel ouvert est bas à $\pm 14\$/t$ versus $\pm 147\$/t$ pour la mine souterraine, soit environ 10 fois plus élevé que la mine à ciel ouvert.
- ❑ En résumé, les mines à ciel ouvert produisent généralement à des coûts très bas par rapport aux mines souterraines et cela est dû principalement à la machinerie beaucoup plus grosse qu'en souterrain et l'accès beaucoup plus facile près de la surface.

Analyse des coûts

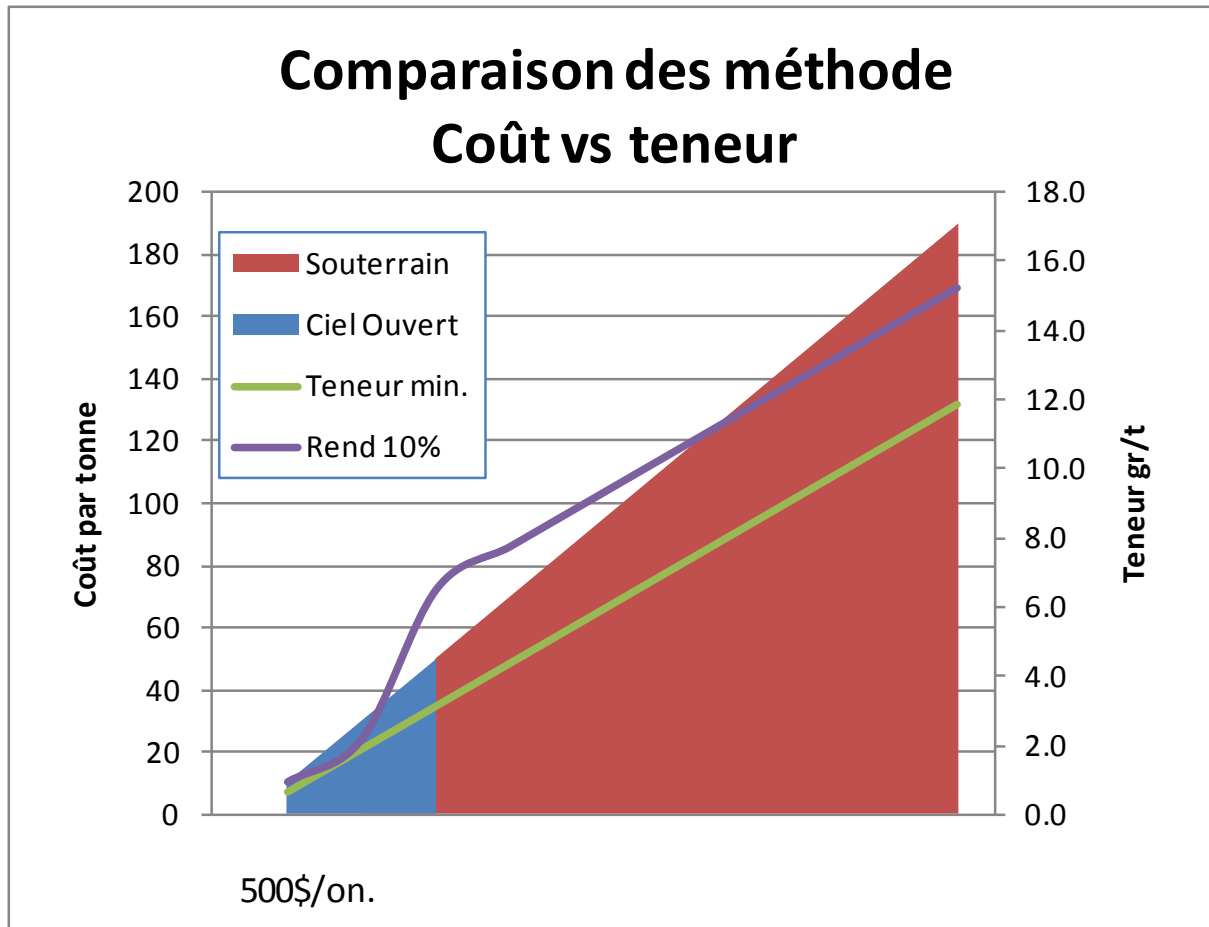


Analyse de coûts

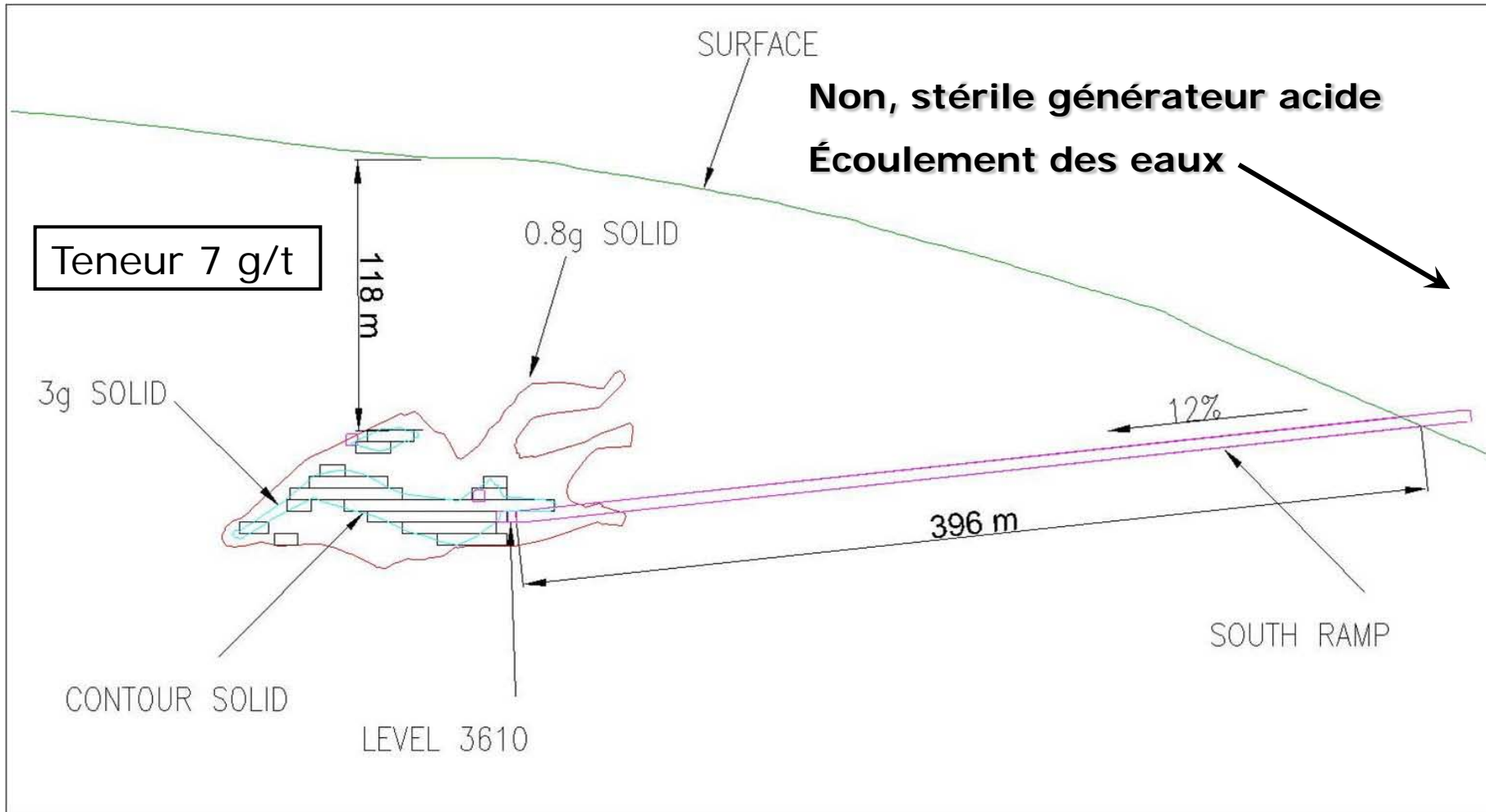


1oz = 31.1035g

Choix de la méthode



Gisement type ciel ouvert



En résumé

- ❑ Chaque gisement a une méthode d'extraction qui lui est propre.
- ❑ Un gisement dont le sommet est plus profond que 200m ne sera pas exploitable par méthode à ciel ouvert. Il en est de même pour un gisement filonien.
- ❑ Un gisement de faible profondeur ou à faible teneur ne sera pas exploitable par méthode souterraine.

En résumé

- ❑ Un très gros gisement près de la surface risquerait de s'effondrer si on essayais de l'exploiter par méthode souterraine
- ❑ On déplacerait des quantités impensable de roche si on essayais d'exploiter un gisement profond par méthode ciel ouvert

FIN

MERCI