

TENEUR DE COUPURE

Définitions

Une excellente source pour le concept de teneur de coupure est l'article suivant:

Taylor, H.K., General background theory of cutoff grades, (1972) Trans. Inst. Mining Met., Sec. A, vol. 81, A160-179.

Teneur de coupure(T.C.): (cutoff grade)

Une teneur quelconque, utilisée pour une raison quelconque, afin de démarquer deux lignes de conduites: soit exploiter un gisement ou le laisser en place, soit traiter le minerai ou le rejeter. Ce peut être également une suite de teneurs utilisées pour tronquer une distribution de teneurs ou pour séparer du matériel minéralisé en fractions graduées.

Teneur de coupure optimale: (voir chap. 8)

Teneur de coupure qui par son choix permet de maximiser le bénéfice. Ce maximum peut être évalué par un des critères d'évaluation économique.

Teneur limite (Breakeven grade) (voir chap. 8)

Teneur à laquelle le revenu récupérable du minerai est égal aux coûts d'exploitation.

Types de teneur de coupure

Les teneurs de coupure sont utilisées pour définir la portion du matériel qui sera considérée au niveau de la mine, au niveau du moulin et parfois au niveau de la fonderie.

Teneurs de coupure de planification (étape préliminaire)

Au cours de l'exploration et aux différentes étapes de la planification de l'exploitation d'un gisement, une teneur de coupure est nécessaire pour définir géographiquement et quantitativement les limites du minerai potentiel.

Puisque aucune information précise sur l'exploitation minière éventuelle n'est encore connue au début de l'exploration d'un gîte, la teneur de coupure de planification à cette étape est semi-quantitative: elle vise à prédire de façon satisfaisante la valeur du minerai qui pourra éventuellement être exploité ou traité.

En général, les ressources sont calculées pour un certain nombre de teneurs de coupure.

Exemple: dépôt de cuivre à basse teneur à différentes teneurs de coupure

Ressources	Teneur moyenne	T.C.	Tonnes de cuivre obtenues
957 MT	0.70	0.1	6,699,000
749 MT	0.84	0.3	6,291,000
435 MT	1.14	0.6	4,959,000

Teneurs de coupure d'opération

La teneur de coupure d'opération est nécessaire au début de l'exploitation pour déterminer à court terme quelle portion du minerai peut être gardée en réserve et quelle portion peut être acheminée.

a) Teneur de coupure à la mine

Le minerai au-dessus de la teneur de coupure est exploité, celui en dessous reste sur place.

b) Teneur de coupure au concentrateur

Le minerai (extrait) au-dessus de la teneur de coupure est acheminé vers l'usine de traitement pour être concentré. Le minerai sous la coupure est jeté ou entreposé pour une concentration ultérieure (mis sur des haldes séparées).

c) Teneur de coupure à la fonderie (plus rare)

Le concentré au-dessus de la teneur de coupure est raffiné et vendu. La teneur de coupure peut aussi être appliquée à des impuretés présentes dans le concentré.

Les décisions sur les teneurs de coupure sont prises au moment de la production, même si ces T.C. ont d'abord reçu une première évaluation à l'étape de la planification. La T.C. peut aussi s'appliquer de façon inverse (ex. teneur maximale de phosphate acceptable dans un concentré de fer).

Étapes de la production d'un métal

	<u>Effet de la teneur de coupure</u>
Mine	Dimension des chantiers Distance des chantiers
Concentrateur	Si du minerai doit être sorti de la mine, il se peut qu'il ne soit pas économique de le traiter.
Fonderie	Une teneur trop basse peut être refusée ou pénalisée Trop d'impuretés peut conduire à un retour au concentrateur.

Facteurs qui affectent le choix des teneurs de coupure d'opération

a) *Les coûts et les prix.* Par exemple une hausse du prix de l'or permet d'exploiter avec profit du minerai présentement non rentable. On pourrait donc abaisser la teneur de coupure d'opération à la mine. D'un autre côté, si l'on prévoit que cette hausse de prix peut n'être que de courte durée, on pourrait au contraire décider

d'augmenter temporairement la teneur de coupure à la mine de façon à produire le plus d'or possible durant cet intervalle de temps et profiter ainsi des prix à la hausse. Cette dernière option dépend grandement du type d'exploitation utilisé et de la possibilité ou non de retourner chercher du minerai délaissé.

b) *La méthode d'exploitation*: La méthode d'abattage peut rendre difficile l'application de la T.C. au niveau de la mine. Ex. Dans les méthodes de blocs foudroyés, on récupère le minerai qui se présente sans appliquer de teneur de coupure. Éventuellement, des blocs sont abandonnés lorsque les teneurs deviennent insuffisantes.

c) *Développements technologiques*: Diminution du coût d'exploitation ou de concentration, extraction d'autres minéraux devenus en demande.

d) *L'évolution de l'exploitation*: À cause de l'actualisation, dans les critères d'évaluation, il est souvent désirable de débiter l'exploitation à une T.C. plus élevée en exploitant une zone plus riche (produire plus de métal plus rapidement) et de rajuster la T.C. à un niveau plus bas par la suite.

e) *Politiques internes et stockpiling*. La possibilité d'emmagasiner du minerai permet de sélectionner à la mine du minerai de basse teneur qui sera éventuellement exploité suivant une hausse du prix du métal.

f) *Dimensions des installations en opération*. Influence directe sur les coûts : des capacités de production plus grandes permettent un coût de production à la tonne plus faible et permettent donc d'abaisser la teneur de coupure. De plus, les unités de sélection (i.e. les volumes que l'on peut vraiment sélectionner comme économiquement rentables) deviennent plus grandes.

g) *Besoins du concentrateur*. Afin de maximiser la récupération au concentrateur, il est important de fournir un minerai le plus homogène possible. Ceci peut nécessiter la dilution de minerai à fortes teneurs ou au contraire l'ajout de minerai à forte teneur à du minerai de faible teneur.

Teneur de coupure - Son application

Avant d'aborder le calcul de ressources, il est important de décider quelle sera la teneur de coupure des sections évaluées. Lorsqu'on applique la teneur de coupure, il faut aussi tenir compte de contraintes d'exploitation comme la largeur minimum exploitable. Le tableau 4.1 montre la classification des intersections minéralisées en minerai et gangue selon la teneur de coupure de 1% Cu et la valeur de 3 mètre% (i.e. 1% sur 3 mètres). Pour être du minerai, l'échantillon doit donc remplir les deux conditions suivantes: avoir une teneur de 1% sur une largeur minimale de 3 m (3 m%). Ainsi, une teneur de 2.20% sur une épaisseur de 1.34 m ne remplit pas les conditions de l'exploitation sur 3 m. puisque la valeur de m% est de 2.95. Cette portion ne pourrait donc pas être considérée comme du minerai

TABLEAU 4.1 Classification des intersections (valeur de coupure minimum de 1,0% Cu et 3% mètre)

Épaisseur réelle (m)	teneur %	%-mètre	minerai	non-minerai
2,31	1,51	3,49	X	
4,53	3,20	14,50	X	
1,20	2,73	3,28	X	
8,27	0,81	6,70		X
5,20	1,73	9,00	X	
1,34	2,20	2,95		X

Teneur de coupure selon le type d'exploitation

Taylor, 1972, reconnaît 3 grands types d'exploitation. Il indique les étapes de l'exploitation pour chaque type où il est important d'établir les teneurs de coupures.

- a) Mine souterraine, gisement tabulaire mince et variable.
- b) Mine souterraine, gisement massif ou tabulaire épais.
- c) Mine en fosse, gisement massif ou disséminé.

Gisement de type A:

Souterrain, en veines minces, erratiques. Orientations variables. Grande extension dans toutes les directions. Ex. Veines de quartz aurifère comme Sigma, Lamaque... La définition de la minéralisation exige un échantillonnage très serré. La mise en valeur exige un développement long, ardu et très sophistiqué. Ce développement peut ensuite servir à la préparation du chantier d'abattage. Les réserves accessibles représentent plusieurs années d'exploitation. Ce sont les seules réserves connues. L'exploitation est laborieuse mais flexible.

Teneurs de coupure: Considérant la connaissance détaillée du gisement, la principale teneur de coupure définira quoi abattre. Une coupure secondaire peut sélectionner l'acheminement vers le moulin.

Gisement de type B:

Souterrain: métaux de base. Gisements tabulaires, épaisseurs supérieures à 20'. Minéralisations massives, régulières.

Ex. Gisement Ansil, Noranda. Si disséminé, le minerai se prolonge dans les épontes. L'évaluation peut être faite sans développement. Le développement secondaire a peu d'avance sur l'exploitation. Les réserves sont grandes, mais le minerai immédiatement accessible est limité. Peu de flexibilité.

Teneurs de coupure: Le développement a pour principal objectif la préparation à l'abattage. Généralement, ce qui est développé sera abattu. La première coupure décidera donc quoi développer, quelquefois même avant le développement primaire. Considérant que les teneurs varient peu, la teneur de coupure définira souvent les limites du gisement. Ces gisements ont généralement deux teneurs de coupure en série: a) pré-développement; b) extraction du minerai broyé.

Gisement de Type C:

Carrière. Minéralisations de type Cu-Mo porphyrique. Ex. Mines Gaspé, Murdochville. Gisement massif, minéralisation irrégulière. Souvent zoné, coeur riche, bordures plus pauvres. Extension verticale et horizontale de plusieurs centaines de mètres. Limites du gisement mal définies. Les teneurs basses (<1%), seule l'exploitation en carrière est rentable, mais elle exige un forage intensif pour l'évaluation à partir de la surface. L'exploitation exige un gros capital.

Teneurs de coupure: La teneur de coupure de planification aide à prédire les limites probables de la carrière. La principale coupure: quelle partie des roches broyées ira au moulin. Coupure secondaire pour évaluer la partie qui sera conservée temporairement sur une pile avant d'être acheminée au moulin.

Références: *Taylor, 1972, Trans. Inst. Min. Metall., 81, A160-A179. Taylor, 1985, Trans. Inst. Min. Metall., 94, A204-A216.*

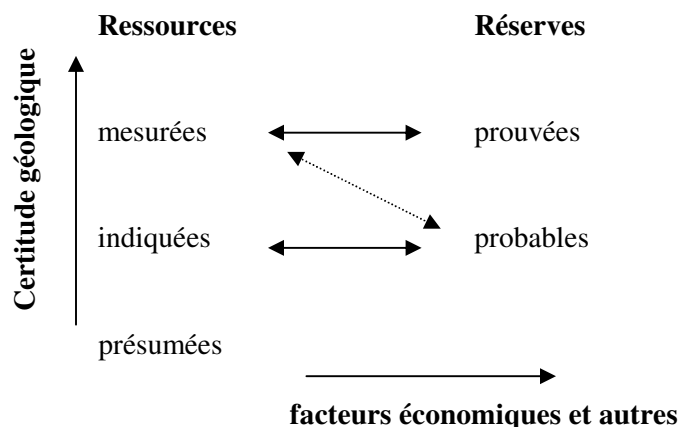
Ressources et réserves

Il y a présentement des efforts importants menés par différents pays (US, Australie, Afrique du Sud, Canada) en vue de se doter de normes pour la catégorisation et l'évaluation des ressources et réserves. On note une forte convergence des différents projets et l'on peut ainsi référer à la norme canadienne qui est très représentative des propositions présentées ailleurs dans le monde.

Définitions et règles à suivre

Points saillants:

- Distinction ressources-réserves: preuve de rentabilité (étude de faisabilité)
- 3 catégories de ressources: mesurées, indiquées, présumées
- 2 catégories de réserves: prouvées et probables



- Toute information publiée sur les ressources et les réserves doit faire l'objet d'un rapport technique rédigé par une personne qualifiée et doit être déposé auprès des responsables du territoire.
- La personne qualifiée est un ingénieur ou géoscientifique membre d'une association professionnelle et comptant au moins 5 ans d'expérience dans le domaine de l'exploration minérale, de la mise en valeur, de l'exploitation ou de l'évaluation de projets miniers. Elle possède aussi une expérience pertinente par rapport à l'objet du rapport technique.

Rapport technique

Extrait de la norme canadienne 43-101 :

ANNEXE 43-101A1 RAPPORT TECHNIQUE**INSTRUCTIONS****FORM 43-101F1
TECHNICAL REPORT****Table of Contents****TITLE****CONTENTS OF THE TECHNICAL REPORT**

	Title Page
	Date and Signature Page
	Table of Contents
	Illustrations
Item 1:	Summary
Item 2:	Introduction
Item 3:	Reliance on Other Experts
Item 4:	Property Description and Location
Item 5:	Accessibility, Climate, Local Resources, Infrastructure and Physiography
Item 6:	History
Item 7:	Geological Setting and Mineralization
Item 8:	Deposit Types
Item 9:	Exploration
Item 10:	Drilling
Item 11:	Sample Preparation, Analyses and Security
Item 12:	Data Verification
Item 13:	Mineral Processing and Metallurgical Testing
Item 14:	Mineral Resource Estimates
Item 15:	Mineral Reserve Estimates
Item 16:	Mining Methods
Item 17:	Recovery Methods
Item 18:	Project Infrastructure
Item 19:	Market Studies and Contracts
Item 20:	Environmental Studies, Permitting and Social or Community Impact
Item 21:	Capital and Operating Costs
Item 22:	Economic Analysis
Item 23:	Adjacent Properties
Item 24:	Other Relevant Data and Information
Item 25:	Interpretation and Conclusions
Item 26:	Recommendations
Item 27:	References

Définitions adoptées par le conseil de l'ICM, 20 août 2000**Ressources minérales**

Elles sont subdivisées en trois catégories : les ressources minérales présumées, indiquées et mesurées, suivant l'ordre croissant de confiance. Les ressources minérales présumées comportent un degré de confiance inférieur à celui des ressources minérales indiquées qui, elles, comportent un degré de confiance supérieur à celui des ressources minérales présumées mais inférieur à celui des ressources minérales mesurées.

Les ressources minérales sont des concentrations ou indices minéralisés d'une substance naturelle solide présente au sein de la croûte terrestre ou sur celle-ci, qu'il s'agisse d'une substance inorganique ou d'une substance organique fossilisée, dont la forme, la quantité et la teneur ou qualité sont telles qu'elles présentent des perspectives raisonnables d'extraction rentable. La localisation, la quantité, la teneur, les

caractéristiques géologiques et la continuité des ressources minérales sont connues, estimées ou interprétées à partir de preuves et de connaissances géologiques spécifiques.

Le terme comprend la minéralisation et les substances naturelles présentant un intérêt économique intrinsèque, délimitées et estimées par l'exploration et l'échantillonnage et à partir desquelles on pourra éventuellement définir les réserves minérales en tenant compte des facteurs techniques, économiques, juridiques, environnementaux, socio-économiques et gouvernementaux. L'expression " perspectives raisonnables d'extraction rentable " est une indication du jugement de la personne qualifiée relativement aux facteurs techniques et économiques pouvant vraisemblablement avoir une incidence sur la perspective d'une extraction rentable. Les ressources minérales constituent un inventaire de la minéralisation dont l'extraction pourrait s'avérer rentable dans l'hypothèse de conditions techniques et économiques réalistes et justifiables. Ces hypothèses doivent être présentées de manière explicite à la fois dans les rapports publics et techniques.

Ressources minérales présumées

Les " ressources minérales présumées " constituent la partie des ressources minérales dont on peut estimer la quantité et la teneur ou qualité sur la base de preuves géologiques et d'un échantillonnage restreint et dont on peut raisonnablement présumer, sans toutefois la vérifier, de la continuité de la géologie et des teneurs. L'estimation est fondée sur des renseignements et un échantillonnage restreints, recueillis à l'aide de techniques appropriées à partir d'emplacements tels des affleurements, des tranchées, des puits, des chantiers et des sondages.

En raison de l'incertitude liée à cette catégorie, on ne peut émettre l'hypothèse que des ressources minérales présumées passeront, en tout ou en partie, à une catégorie supérieure, les ressources minérales indiquées ou mesurées, par suite de travaux d'exploration. Le degré de confiance de l'estimation est insuffisant pour permettre la mise en application significative de paramètres techniques et économiques ou pour permettre une évaluation de la viabilité économique qu'il serait justifié de rendre publique. Les ressources minérales présumées doivent être exclues des estimations formant la base des études de faisabilité ou autres études économiques.

Ressources minérales indiquées

Les " ressources minérales indiquées " constituent la partie des ressources minérales dont on peut estimer la quantité et la teneur ou qualité, la densité, la forme et les caractéristiques physiques avec un niveau de confiance suffisant pour permettre la mise en place appropriée de paramètres techniques et économiques en vue de justifier la planification minière et l'évaluation de la viabilité économique du dépôt. L'estimation est fondée sur des renseignements détaillés et fiables relativement à l'exploration et aux essais, recueillis à l'aide de techniques appropriées à partir d'emplacements tels des affleurements, des tranchées, des puits, des chantiers et des sondages dont l'espacement est assez serré pour émettre une hypothèse raisonnable sur la continuité de la géologie et des teneurs.

Une minéralisation peut être classée dans la catégorie des ressources minérales indiquées par la personne qualifiée lorsque la nature, la qualité, la quantité et la distribution des données sont telles qu'elles permettent d'interpréter avec confiance le contexte géologique et d'émettre une hypothèse raisonnable sur la continuité de la minéralisation. La personne qualifiée doit reconnaître l'importance de la catégorie des ressources minérales indiquées pour l'avancement de la faisabilité du projet. La qualité d'une estimation de ressources minérales indiquées est suffisante pour justifier une étude préliminaire de faisabilité pouvant servir de base à la prise de décisions majeures d'aménagement.

Ressources minérales mesurées

Les " ressources minérales mesurées " sont la partie des ressources minérales dont la quantité et la teneur ou qualité, la densité, la forme et les caractéristiques physiques sont si bien établies que l'on peut les estimer avec suffisamment de confiance pour permettre une considération adéquate de paramètres techniques et économiques en vue de justifier la planification de la production et l'évaluation de la viabilité économique du dépôt. L'estimation est fondée sur des renseignements détaillés et fiables relativement à l'exploration et aux essais, recueillis à l'aide de techniques appropriées à partir d'emplacements tels des affleurements, des tranchées, des puits, des chantiers et des sondages dont l'espacement est assez serré pour confirmer à la fois la continuité de la géologie et des teneurs.

Une minéralisation ou une autre substance naturelle présentant un intérêt économique peut être classée dans la catégorie des ressources minérales mesurées par la personne qualifiée lorsque la nature, la qualité, la quantité et la distribution des données sont telles que l'on puisse estimer le tonnage et la teneur de la minéralisation à l'intérieur de limites concises et lorsqu'une variation de l'estimation n'aurait pas d'incidence notable sur le potentiel de viabilité économique. Cette catégorie nécessite un niveau élevé de confiance et de compréhension de la géologie et des contrôles du gîte minéral.

Réserves minérales

Elles sont subdivisées en réserves minérales probables et réserves minérales prouvées suivant l'ordre croissant de confiance géologique. Les réserves minérales probables comportent un degré de confiance inférieur à celui des réserves minérales prouvées.

Les réserves minérales désignent la partie économiquement exploitable des ressources minérales mesurées ou indiquées, démontrée par au moins une étude préliminaire de faisabilité. L'étude doit inclure les renseignements adéquats sur l'exploitation minière, le traitement, la métallurgie, les aspects économiques et autres facteurs pertinents démontrant qu'il est possible, au moment de la rédaction du rapport, de justifier l'extraction rentable. Les réserves minérales comprennent les matériaux de dilution et des provisions pour pertes subies lors de l'exploitation.

Les réserves minérales constituent la partie des ressources minérales qui, après considération de tous les facteurs miniers, donne une estimation de tonnage et de teneur qui, de l'avis de la ou des personnes qualifiées réalisant les estimations, forme la base d'un projet économiquement viable après considération des facteurs de traitement et de commercialisation, ainsi que des facteurs métallurgiques, économiques, juridiques, environnementaux, socio-économiques et gouvernementaux pertinents. Les réserves minérales comprennent tous les matériaux de dilution qui seront exploités conjointement avec les réserves minérales et transportés à l'usine de traitement ou aux installations équivalentes. Le terme " réserves minérales " ne suppose pas nécessairement la mise en place ou en fonction d'installations d'extraction ni la réception de toutes les approbations gouvernementales. Il signifie qu'il est raisonnable d'espérer de telles approbations.

Réserves minérales probables

Les " réserves minérales probables " constituent la partie économiquement exploitable des ressources minérales indiquées et, dans certains cas, des ressources minérales mesurées, démontrée par au moins une étude préliminaire de faisabilité. L'étude doit inclure les renseignements adéquats sur l'exploitation minière, le traitement, la métallurgie, les aspects économiques et autres facteurs pertinents démontrant qu'il est possible, au moment de la rédaction du rapport, de justifier l'extraction rentable.

Réserves minérales prouvées

Les " réserves minérales prouvées " constituent la partie économiquement exploitable des ressources minérales mesurées, démontrée par au moins une étude préliminaire de faisabilité. L'étude doit inclure les renseignements adéquats sur l'exploitation minière, le traitement, la métallurgie, les aspects économiques et autres facteurs pertinents justifiant l'extraction rentable au moment de la rédaction du rapport.

Le classement dans cette catégorie suppose que la personne qualifiée a le degré de confiance le plus élevé, ce qui, par conséquent, crée des attentes chez les lecteurs du rapport. Le terme devrait être restreint à la partie du dépôt où prend place la planification minière et pour laquelle des variations de l'estimation n'auraient aucune incidence notable sur le potentiel de viabilité économique.