



# Lignes directrices de l'ICM sur les pratiques exemplaires en matière de traitement des minerais

---

Préparées par le  
Comité permanent de l'ICM sur les définitions des ressources et des  
réserves minérales

Adoptées par le conseil de l'ICM le 25 novembre 2022

**Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole (ICM)**

Suite 1040, 3500 boulevard de Maisonneuve Ouest

Westmount, Québec H3Z 3C1 CANADA

Tél. : (514) 939-2710

[mrmr.cim.org](http://mrmr.cim.org) | [www.cim.org](http://www.cim.org)

## Table des matières

1. Introduction	2
2. Principes d'aide au traitement dans l'estimation des ressources et des réserves minérales	2
2.1. Travaux relatifs aux principes d'aide au traitement	2
2.1.1. Compétence	2
2.1.2. Renforcer le degré de confiance dans le traitement	3
2.1.3. Appuyer la définition du traitement	4
2.1.4. Sélection des échantillons	6
2.1.5. Analyse d'échantillons	7
2.2. Éléments essentiels de l'aide au traitement	9
2.2.1. Soutien à l'étude de procédés par l'échantillonnage et l'analyse	9
2.2.2. Estimation initiale des coûts d'investissement dans l'usine de traitement	11
2.2.3. Estimation des coûts d'exploitation de l'usine de traitement	12
2.2.4. Traitement hors site du ou des produits	13
2.2.5. Recours aux experts	13
2.2.6. Formulation de recommandations	13
2.2.7. Risque	14
2.2.8. Transparence du langage	14
2.2.9. Transparence des estimations des coûts	16
2.2.10. Généralités	16
Annexe A – Utilisation des études à l'appui dans l'évaluation et l'estimation du traitement	17
A1. Avant-propos	17
A2. Niveau de vérification des échantillons	17
A3. Niveau de définition de l'étude	19
A4. Risques liés au traitement	22
A5. Autres risques	22
Annexe B – Glossaire des termes pertinents pour les LDPETM de l'ICM	24

# 1. Introduction

Ces lignes directrices sur les pratiques exemplaires en matière de traitement des minerais (LDPETM) ont été élaborées par le sous-comité dédié aux lignes directrices sur les pratiques exemplaires en matière de traitement des minerais. Ce sous-comité travaille sous l'autorité du comité exécutif de la société canadienne du traitement des minerais (SCTM), une société technique de l'institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole (ICM). Il réunit les membres de l'ICM qui s'intéressent au traitement métallurgique des gisements minéraux. Les LDPETM traitent de la participation des professionnels du traitement des minerais (ou minéralurgie), que l'on appellera dans ce document « les spécialistes », de leurs contributions à l'estimation des ressources et des réserves minérales, ainsi que du contenu technique qu'ils créent, destiné à des rapports internes et des rapports publics sur les projets miniers conformément aux *normes de divulgation des informations sur les projets miniers* du règlement 43-101. Les LDPETM viennent compléter les lignes directrices sur les pratiques en matière d'exploration de l'ICM (2018) et les lignes directrices sur les pratiques exemplaires en matière d'estimation des ressources et des réserves minérales (2019), auxquelles fait référence l'instruction complémentaire 43-101CP du règlement 43-101 et qui sont reconnues à l'international.

Les LDPETM s'articulent autour de trois sections :

- Principes d'aide au traitement dans l'estimation des ressources et des réserves minérales
- Annexe A – Utilisation des études à l'appui dans l'évaluation et l'estimation du traitement pour la documentation relative au règlement 43-101
- Annexe B – Glossaire des termes pertinents pour les LDPETM

Les LDPETM s'intéressent principalement à la description des pratiques exemplaires en matière de traitement des minerais et d'extraction des métaux communs, des métaux précieux et d'autres produits miniers en appliquant la technologie de traitement des minerais. D'autres produits de base pourraient être pris en compte dans le cadre de futures mises à jour de ces lignes directrices. Elles sont envisagées comme un « document évolutif » et seront remaniées à l'avenir afin de répondre aux exigences de l'industrie minière, du public investisseur et des professionnels du secteur minier intervenant. Les clarifications et les modifications apportées à ces lignes directrices se feront sous l'autorité du comité exécutif de la SCTM.

## 2. Principes d'aide au traitement dans l'estimation des ressources et des réserves minérales

### 2.1. Travaux relatifs aux principes d'aide au traitement

#### 2.1.1. Compétence

Les principales compétences que devra posséder un ou une spécialiste intervenant dans la définition d'un traitement pour un gisement de minerai spécifique seront évaluées sur les bases suivantes :

- le niveau d'éducation dans un domaine du génie lié à la concentration ou l'extraction des minéraux et/ou des métaux ;
- le niveau d'expérience général en matière de traitement des minerais ;
- l'expérience antérieure en matière de concentration ou de récupération du minéral ou du métal, ou de minéraux et métaux similaires ou analogues ;
- la capacité à évaluer la représentativité des échantillons sélectionnés pour les essais métallurgiques ;

- la capacité à évaluer la portée et la qualité des travaux métallurgiques menés sous sa supervision ou celle d'autres personnes afin d'établir les opérations unitaires à utiliser dans l'extraction de minéraux ou de métaux de valeur ;
- une parfaite connaissance des opérations unitaires adaptées utilisées pour l'extraction des minéraux et des métaux précieux ;
- une parfaite connaissance de la gestion et de la minimisation des répercussions environnementales potentielles émanant du traitement des matériaux extraits du gisement minéral ;
- une parfaite connaissance du produit de base (ou des produits de base) et l'incidence des éléments délétères ;
- une parfaite connaissance des facteurs économiques de ce volet de l'industrie ;
- l'expérience dans le domaine de la métallurgie, associée au style de minéralisation et à la minéralogie basique prise en compte ;
- la connaissance et la compréhension du rôle du ou de la spécialiste dans ses contributions aux rapports techniques élaborés au titre du règlement 43-101 sur l'information concernant les projets miniers (le « règlement 43-101 ») et à toute autre communication d'informations scientifiques ou techniques considérées comme une information pertinente pour l'émetteur. Ceci inclut une parfaite connaissance du règlement 43-101, et des diverses lignes directrices de l'ICM.

Ces compétences sont essentielles pour déterminer la ou les bonnes personnes qui apporteront leurs contributions à l'estimation des ressources et des réserves minérales du gisement à l'étude. En tant que ligne directrice générale, la personne désignée comme spécialiste doit être clairement convaincue, en son âme et conscience, qu'elle est en mesure de confronter ses pairs et de faire preuve des compétences nécessaires concernant le produit de base, la caractérisation métallurgique, les méthodes de traitement et les détails de la situation considérée. Le ou la spécialiste chargé(e) de déterminer le traitement doit comprendre l'importance de la contribution de chaque discipline connexe à la fiabilité de l'étude de procédés et de l'évaluation de la viabilité économique. Si les spécialistes chargés de la supervision n'ont pas l'obligation d'être des experts dans tous les aspects des travaux qu'ils supervisent, ils doivent avoir suffisamment de connaissances quant aux informations dont la responsabilité leur incombe. Ils doivent prendre les précautions qui s'imposent dans ces domaines de travail afin d'atteindre un niveau objectif raisonnable que leurs pairs seraient en mesure d'accepter.

L'augmentation du degré de confiance ira de pair avec la nécessité croissante de contributions d'un ou d'une spécialiste. Il lui sera demandé d'évaluer des données menant à un degré supérieur de confiance dans la catégorie des ressources et des réserves minérales estimées. En fonction du type de gisement minéral, le ou la spécialiste devra intervenir dès les premières étapes du travail sur le gisement afin de prouver les exigences en termes de perspectives raisonnables des ressources minérales.

### 2.1.2. Renforcer le degré de confiance dans le traitement

Le rôle du ou de la spécialiste est d'établir le résultat mesuré du traitement (qualifié de « réponse » du traitement) de la minéralisation, notamment en abordant la question de sa variabilité. Il est tout aussi important d'établir la récupération d'un ou de plusieurs produits vendables à un coût de production économique donné, à un niveau de précision approprié pour appuyer la détermination de la teneur de coupure de la ressource minérale. Les informations relatives au traitement sont l'un des facteurs utilisés pour étayer les catégories de confiance attribuées aux ressources et aux réserves minérales estimées pour le projet minier. La continuité et la variabilité de la récupération et de la production d'un ou de plusieurs produits

vendables sont aussi cruciales que la continuité des teneurs géologiques et géochimiques évaluées à l'aide du forage et d'autres techniques d'exploration.

Le degré de confiance accordé à la ressource minérale augmente en fonction de la quantité croissante de données collectées par des techniques géologiques, dont le forage et le dosage. De la même manière, la qualité des informations complémentaires relatives au traitement devrait aussi augmenter. Ces informations sont développées par le biais des techniques suivantes :

- la diagraphie et l'identification d'une zone spécifique dans le gisement présentant certains paramètres géométriques ;
- les analyses d'échantillons pour déterminer la récupération, la qualité du ou des produits et les caractéristiques physiques ;
- l'interprétation des travaux d'essai pour dériver les paramètres techniques et de traitement ;
- la modélisation des informations sur les travaux d'essai pour justifier les décisions en matière de conception ;
- la définition de l'approche processus par le biais des schémas de traitement ;
- l'analyse du stockage et/ou de l'élimination des déchets (par exemple, les résidus et les effluents) ;
- l'étude de conception des installations en tenant compte des conditions locales ;
- l'estimation des coûts d'investissement ;
- l'estimation des coûts d'exploitation.

Pour renforcer les catégories de confiance attribuées aux ressources et aux réserves minérales, il pourrait s'avérer nécessaire d'améliorer la qualité des informations en réalisant des études et des travaux techniques pouvant étayer les hypothèses principales dans le type d'estimation en cours.

L'objectif de ces LDPETM est d'aider les ingénieurs des procédés de fabrication agissant en qualité de spécialiste à prendre en compte tous les facteurs qui déterminent la continuité de la récupération métallurgique, la capacité de traitement et la qualité du ou des produits finaux pour l'approche processus choisie applicable spécifiquement au gisement en cours d'étude. Plutôt que de donner une liste de vérification prescriptive, le ou la spécialiste devra utiliser son jugement pour déterminer le degré de travail requis pour étayer la classification des ressources et des réserves minérales dont il est question. Dans un contexte où la taille des gisements augmente, leur teneur diminue et où ils deviennent toujours plus complexes, le ou la spécialiste s'assure que suffisamment d'efforts sont déployés pour définir la réponse du traitement du matériau au degré de variabilité pris en compte dans les estimations de ressources et réserves minérales.

### 2.1.3. Appuyer la définition du traitement

La mise en œuvre du procédé conceptuel de traitement pour tout gisement devrait inclure :

- l'identification de la ou des méthodes hydrométallurgiques et d'enrichissement des minerais qui permettrai(en)t de fabriquer un ou plusieurs produits vendables, ou
- l'identification d'une méthode d'extraction des métaux ou des minéraux permettant la production d'un lingot d'or ou d'argent ou d'un produit métallique fini (par exemple, la production de cuivre en cathodes d'une installation de lixiviation en tas) ou d'un produit minéral (par exemple, la production de concentré par flottation de pentlandite pour la récupération du nickel) ;

- les types et niveaux de contaminants qui peuvent engendrer des sanctions des producteurs de produits transformés en aval ou réduire/annuler la valeur économique du ou des produits ;
- l'estimation du potentiel de fabrication de plusieurs produits à partir de gisements polymétalliques (par exemple, du cuivre, du molybdène et de l'or à partir d'un gisement essentiellement cuprifère, ou du nickel et des éléments du groupe du platine, ou ÉGP, à partir d'un gisement essentiellement nickelifère) ;
- la caractérisation des résidus solides produits pour l'élimination et/ou le remblai des mines ;
- la caractérisation des facteurs chimiques des effluents liquides résultant du traitement et exigeant une élimination.

Pour les gisements polymétalliques, si le ou la spécialiste considère l'utilisation des équivalents métaux, la formule de calcul utilisée doit être référencée et doit inclure, au minimum :

- les teneurs individuelles pour tous les métaux qui présentent une perspective raisonnable d'être récupérés et vendus ;
- les prix supposés des produits de base pour tous les métaux ;
- les récupérations métallurgiques supposées pour tous les métaux (sur la base des travaux d'essai métallurgiques, d'une minéralogie détaillée, de gisements similaires, etc.).

L'utilisation d'équivalents métal n'est pas considérée comme appropriée si l'on ne dispose pas d'informations relatives à la récupération métallurgique ou si l'on ne peut l'estimer avec un degré raisonnable de confiance.

Le traitement doit intégrer une chaîne logistique d'opérations unitaires nécessaires pour fabriquer le ou les produits vendables et pour préparer les résidus solides et les effluents liquides aux fins d'une élimination adaptée ou, le cas échéant, d'un rejet dans l'environnement. Les résidus peuvent servir au remblai des mines. Le niveau de définition variera en fonction de la taille, de la complexité et du stade de développement des ressources et des réserves minérales en cours d'examen. Le niveau de définition doit être adapté aux catégories de confiance attribuées aux ressources et aux réserves minérales soutenues, et au stade actuel de développement du projet. Ce niveau de définition est étayé par les travaux tels qu'ils sont décrits dans l'annexe A. Cette annexe présente une synthèse des principaux paramètres qui peuvent être établis par les travaux d'essai pour évaluer le degré de risque technique et les coûts associés à la méthode de traitement sélectionnée.

À l'étape d'une ressource minérale présumée, il est encore trop tôt dans le développement du projet pour recruter un ou une spécialiste spécifiquement pour l'évaluation du traitement. Toutefois, le ou la spécialiste qui prépare l'estimation des ressources minérales doit demander conseil à un ou une spécialiste en traitement des minerais dès les premières étapes, afin de garantir que le type de minéralisation permet d'envisager raisonnablement une récupération rentable d'un produit vendable, à moins qu'il ou elle ne soit clairement satisfait(e) et pense pouvoir présenter à des experts en traitement des minerais une évaluation des grandes erreurs à ce stade initial, et démontrer sa compétence en la matière. À mesure que l'évaluation du gisement progresse et que le degré de confiance accordé aux catégories de ressources minérales se rapproche du statut de ressources indiquées et mesurées, il est conseillé qu'un ou une spécialiste qualifié(e) dans la mise en œuvre du traitement expose les informations relatives au traitement nécessaires pour soutenir l'estimation des ressources et des réserves minérales.

#### 2.1.4. Sélection des échantillons

La notion la plus importante pour la sélection et la collecte des échantillons est qu'elle doit être semblable au rôle joué par la densité de forage dans la définition de la continuité géologique et de la teneur. Le nombre d'échantillons collectés à partir d'un volume conceptuel de minéralisation à traiter, et leur utilisation dans les travaux d'essai connexes confirmant la classification des ressources minérales, doit augmenter pour atteindre un niveau adapté à la catégorie de classification de la ressource ou la réserve minérale soutenue.

Les critères de description et de représentativité des échantillons comprennent :

- la répartition spatiale ;
- la répartition du type de roches (lithologie, altération, caractéristiques géotechniques) ;
- la phase d'exploitation minière ou le calendrier de production de la minéralisation ;
- la répartition des teneurs de toutes les espèces minérales rentables, en prenant en compte les crédits et les pénalités ;
- les domaines minéralogiques.

La sélection des échantillons doit tenir compte :

- du stade de développement du projet et du degré de confiance accordé aux catégories de ressources ou de réserves minérales soutenues ;
- de la complexité géologique du projet ;
- de l'existence de différentes caractéristiques métallurgiques ;
- de l'évaluation de difficultés potentielles dans la manipulation des matériaux et les caractéristiques des flux, par exemple le matériau collant et/ou de colmatage ;
- de la complexité du parcours de traitement ;
- de la taille des échantillons adaptée pour mener les travaux d'essai ;
- de la disponibilité des échantillons à partir des travaux d'exploration qui pourraient être raisonnablement obtenus ;
- de la taille physique des échantillons nécessaires pour les diverses procédures d'essai, par exemple les dimensions des échantillons nécessaires pour certains essais de comminution ou de séparation du minerai grossier ;
- des échantillons permettant de tester les teneurs de tête de toute une gamme de matériaux pour générer une corrélation entre la qualité de la charge d'alimentation destinée à subir un traitement, la récupération et les coûts de traitement.

Les échantillons doivent être sélectionnés au sein de la zone concernée par l'estimation des ressources et des réserves minérales, et doivent représenter les principaux domaines géologiques, minéralogiques et métallurgiques. La portée de l'échantillonnage dépend du degré attendu de confiance accordé à l'estimation des ressources et des réserves minérales, mais elle doit avoir une densité spatiale et une portée géographique adaptées à la taille et à la complexité du gisement. Les échantillons doivent inclure les zones de minéralisation considérées comme étant de la teneur moyenne dans le gisement, mais doivent inclure des matériaux proches de la teneur de coupure ainsi que les zones à plus haute teneur du gisement. Par ailleurs, l'incidence des matériaux problématiques sur le plan minéralogique et/ou des minéraux de la gangue résultant d'une dilution de la minéralisation doit être prise en compte dans la sélection des échantillons. Le cas échéant, il faut tenir compte de l'incidence d'une possible dilution de la minéralisation à partir de remblai dérivé des résidus de l'exploitation souterraine de chambres secondaires. La série d'échantillons doit permettre de déterminer la relation entre la qualité de la charge d'alimentation de l'usine de traitement d'une part, et la

récupération des produits et les coûts associés d'autre part.

Le protocole d'échantillonnage utilisé et les résultats de l'échantillonnage à des fins métallurgiques doivent être vérifiés par le ou la spécialiste. Il ou elle doit déterminer, avec l'autre spécialiste (en géologie, exploitation minière, etc.) le degré de représentativité des échantillons métallurgiques de la charge d'alimentation prévue de l'usine. La sélection des échantillons doit être adaptée à l'objectif d'essai visé et tenir compte de la séquence d'exploitation du gisement. Il convient d'identifier toutes les tendances possibles dans l'échantillon pouvant affecter les travaux d'essai métallurgique et de prendre les mesures nécessaires pour réduire ces tendances. Pour réduire les risques associés à un projet, les échantillons sélectionnés doivent mettre en valeur les parties du gisement essentielles à la rentabilité du projet.

Il faut tenir compte de l'effet possible de la composition granulométrique, de la durée et des conditions de stockage ainsi que du transport sur la qualité des échantillons métallurgiques lors de l'évaluation du caractère approprié des échantillons pour les travaux d'essai aux fins de traitement.

Le contrôle qualité du processus d'échantillonnage est une activité que le ou la spécialiste (ou leurs délégués) est habilité(e) à vérifier afin de s'assurer que les échantillons sont correctement contrôlés (notamment pendant les phases d'expédition et de préparation) et traités.

### 2.1.5. Analyse d'échantillons

Par travaux d'essai, on entend l'utilisation de procédures scientifiques approuvées par l'industrie afin de déterminer les caractéristiques de préparation et de séparation/extraction de la minéralisation présentant un intérêt en termes de rentabilité dans le gisement. L'analyse doit adopter une approche équilibrée envers la majeure partie du gisement, et ne pas se concentrer uniquement sur une petite partie du gisement. L'objectif des travaux d'essai est de déterminer la continuité et la variabilité de la récupération du minéral ou du métal, ainsi que la capacité à produire, en toute sécurité et de manière rentable, un ou des produits vendables. Ils doivent aussi permettre de caractériser le ou les produits, les résidus et les effluents liquides à stocker ou dont il faut se débarrasser, le cas échéant.

Le nombre et la taille des échantillons testés, de même que le degré de confiance envers la définition des paramètres, varient en fonction de la complexité de la minéralisation et du parcours attendu du traitement, ainsi que des catégories de confiance prévues accordées aux ressources et aux réserves minérales à déterminer. La nature et le style de la minéralisation et du matériau de la gangue doivent être envisagés pour déterminer l'impact sur le traitement et la récupération.

Ces influences incluent, sans toutefois s'y limiter :

- les espèces minérales ;
- les compositions minérales ;
- les contaminants présentant un risque potentiel élevé pour la santé humaine et/ou l'environnement ;
- le calibre et la morphologie des grains ;
- la texture des grains ;
- les associations minérales ;
- les niveaux de dosage des éléments dignes d'intérêt, à la fois utiles et délétères.

Le niveau de détail dans l'étude doit augmenter à mesure que le projet évolue vers les diverses étapes du développement.

Durant les premières étapes du projet minier, le développement du procédé conceptuel d'évaluation peut être basé sur des gisements similaires. Le ou la spécialiste doit juger s'il est approprié d'utiliser de larges échantillons composites ou des échantillons ponctuels pour les travaux d'essai métallurgiques préliminaires. Pendant ces travaux, les alternatives au traitement sont examinées et prises en compte dans l'objectif de sélectionner la méthode de récupération/d'extraction la plus adaptée pour le gisement. Outre le développement d'une méthode de traitement des minerais adaptée en termes de coût et de récupération des minerais, il est conseillé de tester la méthode à l'aide d'échantillons de variabilité afin d'explorer l'incidence de la variabilité spatiale et du domaine de la minéralisation, ainsi que la qualité de la charge d'alimentation destinée à subir un traitement, aux niveaux des études de préfaisabilité et de faisabilité qui servent à étayer la catégorisation des ressources et des réserves minérales. La complexité et l'innovation du schéma de traitement sélectionné seront aussi les moteurs du degré de travail nécessaire pour étudier la performance et l'interaction entre les opérations unitaires. Il convient d'étudier l'influence des minéraux de la gangue, des contaminants et des impuretés avec davantage de précision à mesure que le niveau du projet avance.

La quantité des travaux d'essai étayant les résultats aux diverses étapes du développement du projet doit être indiquée aux côtés du degré de confiance obtenu au travers de ces résultats. Les travaux préliminaires (particulièrement lorsque peu d'échantillons sont disponibles) ou les travaux menés dans le cadre de petits projets peuvent avoir une portée limitée. En général, la quantité et la qualité des travaux d'essai augmenteront lors d'études plus approfondies. Ceci est particulièrement recommandé pour les grands gisements de minerais complexes, pour lesquels le traitement est appliqué à la plus faible teneur de coupure possible afin d'exploiter au maximum la quantité de ressources ou de réserves, ou lorsqu'une technologie innovante est nécessaire pour développer un projet économiquement viable. Le ou la spécialiste joue un rôle important dans l'évaluation des valeurs de récupération, des coûts d'investissement et d'exploitation ainsi que dans l'examen des modalités pour les fonderies, ou autres facteurs déterminants pour les revenus, servant à déterminer les teneurs de coupure utilisées dans la modélisation géologique/de la mine. Il ou elle doit clairement énoncer toutes les hypothèses et les sensibilités. Si des teneurs de coupure différentes sont présentées (par exemple pour des minerais à soumettre à la lixiviation en tas plutôt qu'au broyage, ou pour des types de minerais présentant des réponses métallurgiques différentes), elles doivent être identifiées et fournies séparément.

Les travaux d'essai doivent inclure des aspects de l'assurance et du contrôle qualité adaptés à la catégorie des ressources et des réserves minérales. L'assurance qualité repose sur l'examen des dosages et des procédures de vérification et de laboratoire des éléments métallurgiques sur les résultats, ainsi que sur l'adhérence à des normes ou des procédures opérationnelles acceptées par l'industrie.

Le ou la spécialiste doit vérifier la qualité du laboratoire et, dans la plupart des cas, notamment dans le cas de traitements complexes ou nouveaux, il ou elle doit visiter le centre effectuant les travaux. Dans le cas de travaux d'essai complexes, de traitements innovants, lorsque le nombre d'échantillons est limité ou encore lorsque les travaux ont été effectués dans le passé par des groupes réputés, le ou la spécialiste doit s'assurer que les procédures de vérification sont fondées sur des examens par des pairs internes ou externes de ces travaux cruciaux.

Un critère important de mesure de la qualité de ces travaux concerne l'évaluation par le ou la spécialiste du degré de cohérence et de fiabilité des résultats des essais. Si la série de résultats des essais ne révèle pas d'étude de procédés cohérente, il faut donc en conclure que les caractéristiques métallurgiques du matériau à l'origine des résultats du traitement ne sont pas correctement comprises. Il faudra donc réitérer ou recommencer l'échantillonnage et les analyses.

Le ou la spécialiste doit s'assurer que l'identification et la description des divers programmes d'essais sont résumées, et les résultats pertinents expliqués. En outre, un examen et une évaluation devront attester que les méthodes analytiques utilisées pour déterminer les teneurs des échantillons destinés au traitement, les caractéristiques des matériaux et la qualité du ou des produits finaux sont adaptées au matériau.

## 2.2. Éléments essentiels de l'aide au traitement

### 2.2.1. Soutien à l'étude de procédés par l'échantillonnage et l'analyse

Initialement, la caractérisation minéralogique et physique des échantillons permet de définir le parcours de traitement possible dès les premières étapes de l'évaluation du gisement. Ce parcours de traitement est ensuite confirmé par des travaux d'essai qui servent à établir la réponse de la minéralisation.

Le niveau des travaux d'essai doit être adapté au niveau d'études étayant la catégorisation des ressources et des réserves minérales. Il est de la responsabilité du ou de la spécialiste de déterminer si l'interprétation des travaux d'essai explique la réponse métallurgique d'une manière satisfaisante et à un degré adéquat de détail, de cohérence et de confiance. Le ou la spécialiste déterminera les critères de conception du traitement (PDC, de l'anglais *Process Design Criteria*), qui constituent une partie essentielle du document présentant les paramètres de l'étude de procédés. L'étude de procédés doit être adaptée à la taille, la variabilité et la minéralogie du gisement. Les PDC incluront généralement les facteurs suivants :

- les facteurs d'étude (débit, disponibilité, etc.) ;
- la densité apparente du minerai, par type de minerai (en conjonction avec les spécialistes de la géologie et de l'exploitation minière), des matériaux cassés et du ou des produits ;
- la gravité spécifique du minerai, par type de minerai (en conjonction avec les spécialistes de la géologie et de l'exploitation minière), et du ou des produits ;
- les récupérations du ou des produits, par type de minerai ;
- la qualité du ou des produits (teneur, éléments délétères, etc.) par type de minerai ;
- la base de production et les valeurs clés à partir de l'équilibre métallurgique (notamment les taux d'écoulement, les pourcentages de solides, etc.) en tant que valeurs moyennes et d'étude et, le cas échéant, spécifiques aux types de minerai prédominants et/ou aux périodes d'exploitation minière concernées ;
- la broyabilité ;
- les calibres des grains et les densités des boues utilisées dans les opérations unitaires ;
- les caractéristiques de sédimentation et/ou de filtration des matières solides dans le traitement, des produits et des résidus, comme l'exige le processus ;
- la méthodologie pour classer le gros matériel, en indiquant les données d'entrée pertinentes et leur source (travaux d'essai, client, vendeur d'équipement, autres experts, pratique acceptée par l'industrie, ou le ou la spécialiste) ;
- la présence et la distribution d'éléments délétères dans le concentré ou le produit, et dans les résidus et l'effluent ou les effluents ;
- la sélection du traitement.

En déterminant les informations qui seront prises en compte dans les PDC, le ou la spécialiste peut avoir appliqué des modifications/des facteurs de développement aux informations fournies par le biais des travaux d'essai et présentées dans les PDC. L'utilisation appropriée des modifications/facteurs de développement est à la discrétion du ou de la spécialiste, en fonction de son expérience et de l'étape du projet. Le ou la spécialiste doit justifier les modifications.

L'étude de procédés doit entraîner la production de diagrammes des schémas simplifiés de traitement (PFD, de l'anglais *process flowsheet diagrams*), un bilan des matériaux, une liste de l'équipement, une liste des charges électriques, des schémas de tuyauteries et instrumentations (schémas P&I), ainsi que les philosophies du contrôle et des opérations. Ces derniers doivent être créés par le ou la spécialiste du traitement ou sous la supervision du ou de la spécialiste pour examen et approbation par le ou la spécialiste du traitement. Certains de ces éléments de l'étude de procédés pourraient être absents des premières étapes du développement du projet, mais doivent être disponibles pour étayer les estimations des réserves minérales afin d'offrir le niveau de détails requis pour les estimations des coûts d'investissement et d'exploitation au niveau attendu de précision.

Les documents descriptifs de l'étude étayant les études sont présentés dans l'annexe A. Toutefois, des résultats économiques concrets sont essentiels pour déterminer l'impact économique de l'étude. Ils devront indiquer :

- le coût d'investissement initial pour les installations de traitement ;
- le coût d'exploitation pour le traitement ;
- le coût des immobilisations de maintien de la production pour les installations de traitement.

Le ou la spécialiste participe aux paramètres étayant le calcul des teneurs de coupure, et contribue donc directement à répondre à la définition des catégories de confiance dans le modèle des ressources et des réserves minérales.

Si l'on envisage une technologie non commercialisée pour la méthode de traitement ou la conception de l'usine pour un gisement minéral particulier, le ou la spécialiste du traitement doit fournir (1) une validation de principe au niveau de l'évaluation économique préliminaire (ÉÉP), (2) une preuve substantielle de la viabilité et des conditions d'application économiques et techniques au niveau de l'étude de pré faisabilité ou (3) une preuve affichant un degré élevé de confiance de ce qui précède au niveau de l'étude de faisabilité. Le ou la spécialiste doit s'assurer que les risques techniques associés à l'une ou l'autre des technologies envisagées sont clairement communiqués.

Si la méthode de traitement, la conception de l'usine ou tout autre paramètre n'a pas permis de parvenir à des fins positives dans l'extraction commerciale du produit de haute qualité de la minéralisation, la méthode de traitement et ses éléments constitutifs, la conception de l'usine ou tout autre paramètre doivent être démontrés avec suffisamment de rigueur pour soutenir l'étape de développement du projet.

Le ou la spécialiste doit tenir compte du fait que la constitution de réserves de charge d'alimentation de l'usine de traitement peut entraîner une érosion du matériau extrait, ce qui pourrait avoir une incidence négative sur les récupérations métallurgiques de l'usine de traitement. Citons par exemple l'oxydation des minéraux sulfurés qui peuvent réduire la récupération via la flottation par mousse. L'oxydation peut aussi produire un drainage minier acide (DMA), lequel pourrait avoir une incidence sur la qualité de l'eau du site et sur les

exigences en termes de traitement de l'eau.

L'étude de procédés ne prendra pas seulement en compte les facteurs économiques, mais répondra aussi aux questions relatives à la santé et la sécurité des travailleurs dans les installations de traitement, à un niveau adéquat. L'étude doit aussi gérer raisonnablement la production de toute émission odieuse et toxique produite par ces installations de traitement. Le ou la spécialiste participera en outre à la caractérisation des résidus de traitement à éliminer ou à stocker, des solutions excédentaires exigeant un traitement et une élimination, et des émissions gazeuses. Dès les premières étapes des travaux sur la propriété, le ou la spécialiste donnera des conseils quant au stockage ou à l'élimination adaptés des résidus et des effluents. Toutefois, à mesure que le niveau de la catégorie de réserves minérales augmente, il en sera de même avec le niveau de travaux nécessaires pour se débarrasser des déchets et des résidus et pour contrôler les émissions. Au minimum, il est prévu que les experts participent à l'étude de préféabilité et interviennent dans l'étude de faisabilité et au niveau des opérations. Un ou une spécialiste qualifié(e) s'occupera spécifiquement des questions environnementales. Ce ou cette spécialiste doit bien connaître les codes nationaux et internationaux ainsi que les lois et réglementations locales applicables à l'installation de traitement à l'étude.

### 2.2.2. Estimation initiale des coûts d'investissement dans l'usine de traitement

Lors de l'estimation des coûts d'investissements, le ou la spécialiste doit envisager, discuter si nécessaire et ouvrir la voie à des situations qui risquent de nécessiter un investissement supplémentaire durant la montée en cadence de la production à l'usine. L'une de ces situations concerne l'utilisation d'une nouvelle technologie dans l'usine de traitement.

Le rôle d'une estimation initiale des coûts d'investissement est d'évaluer le coût d'une usine de traitement au niveau exigé de précision nécessaire pour atteindre le débit, la récupération, la qualité du ou des produits, la préparation des résidus pour leur élimination ou leur utilisation en tant que matériau de remblai de mine, ainsi que la préparation des effluents pour l'évacuation ou les rejets, le cas échéant, qui ont été utilisés dans l'estimation des ressources et des réserves minérales.

L'estimation initiale des coûts d'investissement direct de l'usine de traitement et d'autres installations indispensables doit être à la mesure :

- du processus de sélection au taux de traitement choisi ;
- de l'emplacement géographique du projet ;
- de la topographie ;
- des conditions au sol ;
- de la sismicité ;
- de la disponibilité et de l'usage de l'eau ;
- de l'alimentation électrique de l'usine de traitement ;
- du climat ;
- de la logistique ;
- des facteurs régionaux, tels que la disponibilité d'ouvriers qualifiés, etc.

Le ou la spécialiste décidera quels facteurs influencent le coût de l'usine de traitement et s'assurera que la question a été abordée. Il convient de noter qu'en plus du coût d'investissement direct, l'estimation doit inclure le capital indirect ainsi que les coûts et les dépenses imprévues des propriétaires. Il faut indiquer la manière dont sont établis les coûts ainsi que leur niveau de définition et de précision (voir annexe A).

Étant donné les différences qu'il existe dans ces niveaux de définition et de précision, un degré adéquat d'imprévu doit être accordé, qui sera adapté au niveau de l'étude justificative. Les allocations pour dépenses imprévues visent à couvrir les coûts d'éléments qui n'ont pas spécifiquement été estimés, et ne servent pas à couvrir les changements de portée du projet, les risques externes, etc. Dans la plupart des études, notamment dans des projets complexes et de grande envergure, le ou la spécialiste devra être soutenu(e) par des responsables des coûts d'investissement initiaux. Le ou la spécialiste est chargé(e) de fournir des données sur le traitement des intrants afin d'étayer l'estimation initiale des coûts d'investissement.

### 2.2.3. Estimation des coûts d'exploitation de l'usine de traitement

L'estimation des coûts d'exploitation consiste à fournir une évaluation des coûts d'exploitation d'une usine de traitement nécessaires pour atteindre la récupération et la qualité du ou des produits qui ont été pris en compte dans l'estimation des ressources et des réserves minérales.

Les facteurs contribuant généralement aux coûts d'exploitation sont les suivants :

- la consommation des supports et des revêtements dans la comminution ;
- l'utilisation et le coût des agents réactifs ;
- la consommation d'eau par type (eau douce, récupérée ou recyclée) et les coûts associés (acquisition, pompage, traitement préalable, etc.) ;
- les consommables pour l'entretien et leur coût ;
- les coûts de la main-d'œuvre ;
- les coûts associés au transport de l'équipement et des produits ;
- le traitement des résidus et des effluents en vue de leur élimination ou rejet, le cas échéant ;
- le coût de préparation du remblai pour couvrir les exigences de la mine, le cas échéant ;
- les pièces de rechange et les produits d'entretien ;
- l'utilisation et les coûts de l'électricité et de l'énergie.

Les activités d'estimation des coûts d'exploitation doivent être adaptées au niveau de l'étude formant la base de l'estimation des ressources et des réserves minérales (voir annexe A). Le ou la spécialiste doit déterminer le niveau de soutien à l'estimation. À mesure que l'étude progresse, la réponse variable de l'usine à la minéralisation, à la dureté et à d'autres paramètres métallurgiques tels que la réponse à la flottation et/ou à la lixiviation doivent être pris en compte dans l'analyse financière, lors de la conversion des ressources et des réserves minérales estimées. Il faudra indiquer l'incidence de l'emplacement géographique sur la détermination des besoins en ressources humaines qualifiées au moment voulu, le transport des consommables et des pièces de rechange vers le site minier, ou des produits miniers du site minier jusqu'au marché, surtout si le transport est une entreprise particulièrement complexe. Déterminer la disponibilité et le coût de l'eau et de l'électricité est tout aussi crucial dans l'estimation du coût. Ceci s'applique tout particulièrement au traitement de grands gisements à faible teneur ou de projets complexes situés dans des lieux reculés. Une estimation du coût d'exploitation ne tient généralement pas compte des dépenses imprévues.

Dans la plupart des études, notamment dans des projets complexes et de grande envergure, le ou la spécialiste devra être soutenu(e) par des responsables experts en matière de coûts d'exploitation. Le ou la spécialiste est chargé(e) de fournir des données sur le traitement des intrants afin d'étayer l'estimation des coûts d'exploitation.

#### 2.2.4. Traitement hors site du ou des produits

La transformation hors site du ou des produits générés sur le site minier représente l'un des coûts importants fréquemment imputables au traitement. Dans le cas de concentrés ou d'un autre/d'autres produits, il faut inclure le coût inhérent à la production d'un ou de produits vendables par fusion, par traitement hydrométallurgique ou autre transformation ultérieure confiée par contrat à un tiers. À ces coûts viennent s'ajouter des facteurs qu'il faudra indiquer, notamment la présence d'éléments entraînant des pénalités ou la sensibilité des producteurs de produits transformés en aval, par exemple une fonderie, pour concentrer la pureté et la teneur. Il faut évaluer l'incidence de l'emplacement pour déterminer la facilité à expédier le ou les produits destinés au traitement, et également pour établir la complexité logistique ou l'éventuel impact négatif des conditions météorologiques saisonnières ou d'autres facteurs. Les pertes de concentrés ou d'un autre produit pendant le transport doivent également être évaluées. Dans le cas des concentrés de minéraux et de métaux ou de plomb d'œuvre extraits, les coûts de traitement hors site doivent inclure le transport, la commercialisation et les coûts d'assurance.

Les coûts de traitement du produit sont inclus dans les paramètres contribuant à déterminer les ressources et les réserves minérales. Ainsi, le ou la spécialiste doit fournir des observations quant à l'impact sur le coût et déterminer s'il existe un risque dans la commercialisation du ou des produits finaux concernant la quantité fournie au sein du marché existant ou la qualité. Si la quantité ou la qualité sont inhabituelles, il faudra le faire remarquer. Toute relation entre les promoteurs/commanditaires du projet et l'utilisateur final ou les utilisateurs finaux peuvent appeler à des observations. Si le ou la spécialiste peut faire des observations quant à la qualité marchande du ou des produits finaux dans les études préliminaires, les experts en commercialisation interviendront à une étape ultérieure de l'étude.

#### 2.2.5. Recours aux experts

Il est probable que le ou la spécialiste doive envisager des domaines où l'aide des experts sera indispensable. Les exemples incluent, sans toutefois s'y limiter, l'exécution et la constructibilité du projet, la capacité logistique, le soutien à l'infrastructure, les facteurs environnementaux, les conditions météorologiques locales, la topographie et la géographie, le traitement hors site du ou des produits, le marketing, ainsi que la réponse des communautés face aux répercussions du type d'installation de traitement envisagée (poussière, nuisance sonore, consommation et contamination de l'eau, relocalisation des habitations ou des infrastructures existantes, embouteillages, etc.). Dans ces cas-là, et particulièrement dans les projets avancés, le ou la spécialiste doit se fonder sur les travaux d'autres experts, notamment dans le cas où il ou elle doit donner une opinion qui dépasse le cadre de son expérience directe. Si le ou la spécialiste prend la responsabilité de l'évaluation de ces sections, il est du devoir du ou de la spécialiste de faire preuve de suffisamment de vigilance pour s'assurer que l'expert ou l'experte possède les connaissances suffisantes et a la formation nécessaire pour mener à bien la tâche et expliquer le résultat au ou à la spécialiste.

#### 2.2.6. Formulation de recommandations

Pour les projets en phase préliminaire, et pour apporter le soutien nécessaire à l'estimation des ressources minérales, le ou la spécialiste doit fournir une estimation préliminaire des coûts des travaux d'essai supplémentaires et/ou des études nécessaires pour déterminer les travaux plus détaillés menant à une réduction des risques indispensables pour répondre aux exigences de l'étape suivante de développement du projet. En outre, le ou la spécialiste indiquera les possibilités et les risques et précisera comment développer les informations de manière à répondre aux problèmes inhérents au traitement dans l'évaluation continue du projet.

### 2.2.7. Risque

Lorsqu'il ou elle approuve les catégories de confiance attribuées aux ressources et aux réserves minérales, le niveau d'étude, les travaux d'essai et le soutien à l'étude de procédés, le ou la spécialiste doit tenir compte du risque. Il ou elle doit accorder une attention particulière aux indications du risque du traitement. Ce risque peut résulter de PDC basés sur un échantillonnage et/ou des travaux d'essai insuffisants pour caractériser les principaux types de minéralisation et pour attribuer les marqueurs statistiques par rapport aux PDC sélectionnés, ou de la mise en œuvre inadaptée du traitement pour refléter de manière adéquate la complexité du gisement de minéraux. Le ou la spécialiste doit indiquer dans le rapport les approches adoptées à ce stade et à mettre en œuvre à un stade ultérieur. C'est au ou à la spécialiste que revient de fournir des données précises sur le traitement des intrants pour l'estimation initiale des coûts d'investissement du projet afin d'atténuer ces divers risques. Si le risque est susceptible d'avoir une incidence négative grave sur la rentabilité du projet, il doit être clairement identifié et la probabilité de son occurrence débattue. L'identification d'un risque grave peut entraîner un déclassement de la catégorie de confiance attribuée aux ressources et aux réserves minérales, quel que soit le degré de confiance obtenu dans la continuité des points de vue géologique et de la teneur du gisement. Cela pourrait par ailleurs entraîner un déclassement de la catégorie de confiance attribuée à l'ensemble du projet.

Le ou la spécialiste peut aussi, une fois que l'étude parvient à définir la catégorie des réserves minérales, identifier tout risque potentiel pesant non seulement sur la capacité de production continue à long terme du projet, mais aussi sur la période de production initiale et les calendriers de montée en cadence de la production métallurgique, qui pourraient découler d'un manque de personnel qualifié et/ou d'offres ou de services, ou de l'apport d'une charge d'alimentation non adaptée dès le départ à l'usine.

Lorsque des avertissements ou des dépenses imprévues interviennent en raison d'écarts de savoir découlant du manque ou d'une insuffisance d'échantillons, d'essais et/ou de paramètres techniques, les hypothèses évoquées pour réduire ces écarts doivent être comparées avec des gisements identiques.

### 2.2.8. Transparence du langage

Le ou la spécialiste doit utiliser un langage clair et fournir suffisamment de détails non équivoques pour s'assurer que ses travaux présentent tous les facteurs matériels affectant l'étude et l'application d'un traitement à la ressource ou la réserve minérale en vue de la production du ou des produits vendables.

À une étape préliminaire de développement du projet, les informations sur le traitement pourraient être relativement limitées. Les informations disponibles doivent être présentées et accompagnées d'une discussion sur les risques imposés par les informations limitées. À mesure que davantage d'informations deviennent disponibles, la sensibilité de la configuration de l'usine de traitement face aux fluctuations en termes de débit, de récupération et de qualité du ou des produits doit être indiquée.

Il faut prêter attention à la présentation des informations. Toutes les informations importantes sur le plan matériel pour définir le niveau de réponse du traitement doivent être présentées sans ambiguïté et ne doivent pas être trompeuses. Si des problèmes au niveau du traitement sont attendus, il convient d'indiquer les mesures qui ont été prises pour atténuer ce risque. Par

exemple, il faut bien préciser lorsque les valeurs et la qualité du ou des produits diffèrent entre les essais dans le cadre des programmes d'essai, même dès les premières étapes du développement du projet. Les récupérations et la qualité du ou des produits doivent être expliquées et les risques identifiés et débattus, le cas échéant.

Outre la discussion relative à la réponse du traitement, le ou la spécialiste doit tenir compte des facteurs minéralogiques qui pourraient influencer la réponse métallurgique, notamment :

- la récupération des produits ;
- les éléments délétères dans le ou les produits vendables, avec l'appui de spécialistes en géochimie, dans les rejets (résidus et effluents) ;
- les caractéristiques de la comminution ;
- le calibre, la complexité, la répartition et les rapports des particules minérales.

Le ou la spécialiste devra indiquer, pour la durée de vie de la mine (y compris le niveau possible de variation et son impact) :

- la capacité de débit de l'usine de traitement, en fonction de la variation en termes de broyabilité de la charge d'alimentation de l'usine ;
- l'approche adoptée pour prévoir le traitement métallurgique dérivé des essais sur la variabilité ;
- la récupération du matériau de valeur ;
- la qualité du ou des produits finaux (y compris les impuretés et les éléments délétères) vendus à un utilisateur final ou un producteur de produits transformés en aval ;
- la manipulation des résidus et des effluents ;
- le taux de débit du ou des produits sortant de l'usine de traitement.

Dans le rapport, le ou la spécialiste doit inclure au minimum un schéma de traitement simplifié, qui commence par l'arrivée des matériaux minéralisés pour le traitement, et se termine lors de l'expédition du ou des produits finaux hors du site, du rejet des résidus dans les parcs à résidus miniers et de l'effluent traité dans l'environnement, avec la préparation et la livraison de remblai aux exploitations minières, le cas échéant. Mis à part la plupart des travaux préliminaires, un plan de la mine doit indiquer l'emplacement des installations de traitement et de gestion des résidus par rapport aux zones minières, ainsi que l'infrastructure requise. Dans la mesure du possible, les données doivent être expliquées et présentées dans des tableaux.

Lorsqu'il n'a pas été possible de développer le soutien à un niveau normalement applicable au niveau de classification des ressources et des réserves minérales tel qu'en décide le ou la spécialiste, il est recommandé d'indiquer qu'un tel risque existe et de parler de son incidence possible lors de la classification des ressources et des réserves minérales.

Comme pour la communication des données relatives au tonnage et à la teneur des estimations des ressources et des réserves minérales, qui sont arrondies à un nombre approprié de chiffres significatifs reflétant le degré d'exactitude et de précision de l'estimation, le ou la spécialiste réalisant les travaux de traitement doit tenir compte des mêmes considérations concernant les chiffres significatifs lorsqu'il ou elle communique les pourcentages d'extraction métallurgique qui refléteront les caractéristiques de la charge d'alimentation, y compris la teneur et la minéralogie et, dans certains cas, la qualité du ou des produits.

### 2.2.9. Transparence des estimations des coûts

L'élaboration des estimations des coûts d'investissement initiaux relatifs à l'usine de traitement inclut généralement les éléments suivants :

- l'étude de procédés ;
- la conception technique ;
- la mise au point du calcul des matériaux nécessaires ;
- le plan d'exécution approximatif ;
- la base de l'estimation ;
- le développement du taux unitaire, notamment :
  - le taux horaire et les productivités de la main-d'œuvre ;
  - les coûts des matériaux en vrac ;
- la tarification des vendeurs d'équipement d'exploitation ;
- le développement de la sous-traitance ;
- les coûts de location du matériel de construction ;
- le développement des coûts indirects.

Les estimations des coûts d'exploitation de l'usine de traitement incluent généralement les éléments suivants :

- les coûts fixes et indirects de la main-d'œuvre ;
- la main-d'œuvre ;
- les frais généraux et administratifs ;
- la gestion ;
- les coûts liés aux expatriés ;
- les coûts d'exploitation variables ;
- les matières premières ;
- les substances chimiques et les agents réactifs ;
- l'électricité et l'eau ;
- les carburants ;
- les consommables pour l'entretien et l'exploitation ;
- le transport et l'assurance des produits ;
- les coûts liés à l'acceptation post-opérationnelle.

Les immobilisations de maintien de l'usine de traitement sont généralement estimées comme une fraction acceptée du coût d'investissement initial de l'usine de traitement. Cette fraction est supposée être relativement plus faible pour une usine plus simple, et relativement élevée pour une usine complexe.

### 2.2.10. Généralités

Le ou la spécialiste doit avoir recours à une évaluation par les pairs effectuée par d'autres experts qualifiés pour vérifier que le niveau de détails inclus dans ses travaux est adéquat pour étayer le niveau de classification des ressources et des réserves minérales, tel qu'établi par les normes de l'ICM en matière de définition des ressources et des réserves minérales adoptées par le conseil de l'ICM, telles qu'elles sont modifiées de temps à autre (normes de définitions de l'ICM). Le ou la spécialiste doit être conscient(e) du niveau de soutien actuellement pris en compte en tant que pratique exemplaire de l'industrie pour le niveau d'étude qu'il ou elle utilise afin d'étayer la classification des estimations.

## Annexe A – Utilisation des études à l'appui dans l'évaluation et l'estimation du traitement

### A1. Avant-propos

L'annexe A sert de document d'accompagnement aux LDPETM et complète les principes d'aide au traitement dans l'estimation des ressources et des réserves minérales. Les tableaux inclus dans ce document ne sont proposés qu'à titre indicatif, car la nature des gisements varie considérablement en termes de tonnage, de teneur, de continuité et de complexité. Il est de la responsabilité du ou de la spécialiste de procéder à l'évaluation du niveau de travaux adapté au gisement minéral et d'examiner ce qui pourrait constituer un traitement approprié de l'avis de ses pairs.

À mesure que les ressources minérales sont converties en réserves minérales, une grande quantité de travaux doivent être menés pour étayer la conversion, notamment des études techniques pour obtenir des évaluations techniques et économiques du gisement minéral. Après l'identification initiale des ressources minérales, trois niveaux d'études sont entrepris avec plus de détails et de précision. L'implication du traitement dans ces études commence généralement par une évaluation économique préliminaire ou une étude de définition, puis progresse vers une étude de préfaisabilité et se termine par une étude de faisabilité, avec un degré croissant de définition du projet à chaque étape. Le recours à une étude de préfaisabilité, comme le prévoient les normes de définitions de l'ICM, est particulièrement important dans la conversion des ressources minérales.

Compte tenu de l'importance de ces études techniques en tant que documents d'accompagnement, une définition générale des contenus pertinents au développement des contributions métallurgiques et associées au traitement est justifiée. Cette définition est proposée dans les tableaux ci-dessous.

De manière générale, le niveau de détail augmente en parallèle à la progression des étapes de l'étude. La définition à chacun des niveaux repose sur les travaux des étapes précédentes. Du point de vue du traitement, ces études comportent généralement le contenu et les objectifs suivants :

### A2. Niveau de vérification des échantillons

FACTEUR	ÉVALUATION ÉCONOMIQUE PRÉLIMINAIRE	PRÉFAISABILITÉ	FAISABILITÉ
<b>Objet de la représentativité de l'échantillon</b>	Indicatif	Représentatif	Exhaustif
<b>Types d'échantillons</b>	Échantillons composites et ponctuels	Échantillons ponctuels et composites du domaine, ou zone métallurgique	Échantillons du domaine, ou zone métallurgique, et échantillons de variabilité (ponctuels ou composites)
<b>Identification des échantillons dans le rapport</b>	Liste pour identifier la source et les attributs des échantillons. Le ou la spécialiste doit indiquer le degré perçu de représentativité de	Liste pour identifier la source et les attributs des échantillons. Pour les composites, une explication doit être fournie quant à leur provenance. Les attributs des	Liste identifiant la source et les attributs des échantillons. Les sources des échantillons sont généralement localisées sur le schéma du gisement.

	l'échantillon en termes de teneur et de domaine.	échantillons doivent être conciliés avec le modèle de ressources afin de décrire les limites de l'influence de l'échantillon.	
<b>Informations étayant le concept du traitement</b>	Le concept est développé à partir de la minéralogie, d'une pratique habituelle pour le type de gisement étudié, et d'essais sélectionnés à l'échelle du laboratoire sur les échantillons.	Le concept est développé sur la base d'informations antérieures et de la mise à l'essai de facteurs d'optimisation des composites de la zone métallurgique. Sur les gisements vastes ou complexes, les principales opérations unitaires ou les étapes innovantes du traitement peuvent être testées dans des conditions simulées de l'usine. L'analyse sur l'impact de la variation de la teneur est généralement incluse dans les travaux d'essai. L'analyse de la variation métallurgique par zone est également une tâche recommandée, surtout pour les gisements complexes.	Le concept présenté à partir d'études et de performances antérieures est confirmé par des travaux d'essai supplémentaires. Les principales opérations unitaires ou étapes innovantes du traitement doivent être testées dans des conditions simulées de l'usine. La variabilité résultant de la teneur, de la zone et de l'emplacement géographique est déterminée.
<b>Environnement</b>	Les échantillons peuvent être testés si des problèmes sont attendus.	Les experts en traitement et en environnement doivent sélectionner les premiers échantillons et entreprendre des essais standards et autres essais environnementaux sur les stériles, les résidus et l'effluent.	Les experts en traitement et en environnement doivent sélectionner des échantillons et entreprendre des essais standards et autres essais environnementaux afin d'étayer l'étude de procédés et de répondre aux législations environnementales.
<b>Définition d'un produit vendable</b>	La production doit correspondre au traitement sélectionné. La négociabilité du produit est indiquée.	Le ou les produits à proprement parler sont fabriqués en les mettant à l'essai, et leur négociabilité est évaluée. Il faut identifier les éléments délétères ainsi que leur incidence.	En s'appuyant sur les travaux antérieurs, il est possible de montrer qu'un produit est de qualité acceptable, quelle que soit la variabilité de la charge d'alimentation. Les produits fabriqués doivent subir une évaluation du marché, à l'exception des produits destinés à devenir des lingots.
<b>Essais, AQ/CQ</b>	La chaîne de contrôle des échantillons est démontrée.	Les procédures internes d'assurance qualité (AQ) et de contrôle qualité (CQ) dans	Les procédures d'AQ/CQ internes et externes dans le programme de travaux d'essai

	La crédibilité du laboratoire d'essai est évaluée.	les travaux d'essai doivent être expliquées. La capacité à reproduire les résultats de la ou des premières transformations doit être démontrée.	sont expliquées. Les principaux essais sont reproduits par un laboratoire de référence pour apporter des résultats cohérents. Lorsque la duplication des essais n'est pas possible, une évaluation indépendante par des pairs constitue une option de substitution.
--	--	---	---

### A3. Niveau de définition de l'étude

FACTEUR	ÉVALUATION ÉCONOMIQUE PRÉLIMINAIRE	PRÉFAISABILITÉ	FAISABILITÉ
<b>Critères de conception du traitement (PDC)</b>	Il est recommandé de se fonder sur des critères de conception préliminaires visant à étayer la modélisation des ressources et des réserves. Ces critères doivent inclure le tonnage, la qualité de la charge d'alimentation, la récupération, ainsi que les principaux paramètres d'étude qui sont importants dans le jugement du ou de la spécialiste.	Outre les critères de conception du traitement, les principaux critères de sélection de la conception sont définis pour l'équipement (taille, puissance, type).	Les critères de conception du traitement, l'équipement principal et les systèmes de soutien (eau, air, CVC [chauffage, ventilation et climatisation]) sont établis.
<b>Schéma de procédé (PFD)</b>	Un bloc-diagramme fonctionnel des principales opérations unitaires montrant des flux importants suffit.	Les schémas de procédé (PFD, de l'anglais <i>Process Flow Diagram</i> ) indiquent les principales entrées et sorties des éléments de l'équipement de l'opération unitaire principale.	Les PFD montrent le flux de traitement de l'équipement majeur et annexe, y compris la purge et les flux intermittents. Les schémas P&I sont nécessaires pour permettre une estimation adéquate des coûts et une étude sur les risques et l'exploitabilité (HAZOP, de l'anglais <i>hazard and operability</i> ).
<b>Description du traitement (DT)</b>	La description du traitement doit définir la méthode de concentration ou d'extraction.	La sélection d'un schéma de traitement candidat doit être confirmée, et la sélection expliquée. Les principaux éléments et les influences des mesures doivent être décrits.	Les détails des traitements majeurs et annexes au sein du traitement sont fournis. Ceci inclut les éléments majeurs, les prélèvements de courant et les influences des mesures.
<b>Liste du matériel (LM)</b>	Le type de matériel est indiqué.	Les principaux éléments du matériel sont identifiés.	Les équipements majeurs et annexes sont identifiés, et les besoins énergétiques indiqués.

<b>Stratégie de contrôle et opérationnelle</b>	Aucune stratégie n'est recommandée.	Une description élémentaire doit être fournie.	La stratégie de contrôle et opérationnelle, y compris la stratégie pour gérer la variabilité du minerai, doit être décrite.
<b>Bilans de masse (BM)</b>	Un BM simplifié doit être proposé.	Un BM des flux majeurs de l'usine, accompagné des densités des cycles, est fourni.	Un BM des flux majeurs et annexes de l'usine, accompagné des caractéristiques des cycles (pH, densités, etc.), de la qualité des produits et intermédiaire, est fourni.
<b>Bilans énergétiques (BÉ)</b>	Une analyse à très haut niveau, éventuellement une estimation pondérée simple basée sur des opérations similaires.	Un bilan énergétique préliminaire doit être effectué en indiquant la capacité à s'approvisionner en électricité et à trouver d'autres sources d'énergie, ainsi que le niveau des consommations.	Un bilan énergétique détaillé doit être effectué en indiquant la capacité à s'approvisionner en électricité et à trouver d'autres sources d'énergie, ainsi que le niveau des consommations.
<b>Environnement</b>	Il est fort possible que le projet ait besoin d'aires de stockage des stériles et des résidus, d'une usine de traitement des effluents aqueux, et éventuellement de contrôles des émissions gazeuses. Cela doit être discuté au niveau préliminaire.	Les aires de stockage des déchets et des résidus doivent faire l'objet d'une définition, leurs caractéristiques environnementales doivent être déterminées, et tous les travaux d'essai nécessaires entrepris pour démontrer qu'un projet acceptable sur le plan environnemental peut être construit, exploité et mis hors service.	Tous les aspects environnementaux du projet doivent être préparés et leur coût évalué en détail. L'acceptation par les communautés locales et les organes de réglementation est un aspect essentiel du projet.
<b>Niveau des dépenses d'investissement (Capex)</b> Référence : Pratiques recommandées N° 47R-11: <i>Cost Estimate Classification System – As Applied in the Mining and Mineral Processing Industries</i> de l'Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE)	Le Capex est déterminé par comparaison prise en compte par rapport à un projet similaire dans un emplacement similaire tenant compte des incidences de l'emplacement du site (par exemple l'altitude, la géographie). Le Capex peut aussi être déterminé par des devis et l'affacturage de l'équipement majeur sur cette base. <b>Degré de précision : de - 20 % à - 50 % et de + 30 % à + 100 %.</b>	Le Capex est déterminé avec l'équipement majeur par des devis budgétaires, avec l'équipement annexe à partir des bases de données, et avec les coûts d'installation par l'affacturage. La base de cette estimation est développée à partir d'informations issues de la base de données. Calculs des matériaux nécessaires développés ou indiqués comme étant non développés. <b>Degré de précision : de - 15 % à - 30 % et de + 20 % à + 50 %.</b>	Le Capex est déterminé avec l'équipement majeur et l'équipement annexe par des devis définitifs des fournisseurs, et les coûts d'installation par le calcul des matériaux nécessaires. La base de cette estimation est développée à partir d'informations locales. Les plans de construction et d'exécution logistique sont développés et étayent l'étude. <b>Degré de précision : de - 10 % à - 20 % et de + 10 % à + 20 %.</b>

<p><b>Niveau des dépenses d'exploitation (OPEX)</b>  Référence :  Pratiques recommandées  N° 47R-11: <i>Cost Estimate Classification System – As Applied in the Mining and Mineral Processing Industries</i> de l'Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE)</p>	<p>Le coût d'exploitation peut être développé par une évaluation comparative dès les toutes premières étapes des études. Sinon, ou lorsqu'on envisage un niveau de catégorie de ressources supérieur à la catégorie « ressources présumées », un effort doit être déployé pour calculer les principaux coûts (main-d'œuvre, énergie, agents réactifs, etc.) pour l'emplacement du projet.  <b>Degré de précision : ± 25 % à ± 35 %.</b></p>	<p>Les coûts d'exploitation sont établis à partir des travaux d'essai (agents réactifs et consommation énergétique), et de l'estimation des coûts de la main-d'œuvre au niveau local et des agents réactifs pertinents pour la région. Le coût de l'électricité constitue un facteur local particulièrement important, et son calcul doit être identifié et décrit. Les coûts d'exploitation incluent les immobilisations de maintien.  <b>Degré de précision : ± 25 % à ± 15 %.</b></p>	<p>Les coûts d'exploitation du traitement sont développés à partir des travaux d'essai (agents réactifs et consommation énergétique) et sur la base des coûts locaux de la main-d'œuvre et des agents réactifs. Le coût de l'électricité constitue un facteur local particulièrement important, et son calcul doit être identifié et décrit. L'influence individuelle des principaux éléments des coûts d'exploitation est identifiée. Les coûts d'approvisionnement sont obtenus auprès de fournisseurs honorables et de préférence locaux, capables d'assurer l'approvisionnement. Les coûts d'approvisionnement de fournisseurs éloignés incluent les coûts liés à la chaîne d'approvisionnement, les douanes, les frais de transport, les taxes, etc. Les tarifs de la main-d'œuvre pour les locaux et les expatriés doivent être réalistes. L'influence de la variabilité du minerai sur les coûts d'exploitation est identifiée. Les coûts d'exploitation incluent les immobilisations de maintien. L'influence des coûts d'exploitation variables dans le modèle financier est identifiée.  <b>Degré de précision : ± 15 % à ± 10 %.</b></p>
--	---	--	---

## A4. Risques liés au traitement

FACTEUR	ÉVALUATION ÉCONOMIQUE PRÉLIMINAIRE	PRÉFAISABILITÉ	FAISABILITÉ
<b>Complexité du gisement/du corps minéralisé</b>	L'influence de la complexité du gisement minéral (matériaux complexes sur le plan minéralogique, variations en termes de dureté, etc.) sur le traitement doit être identifiée.	L'influence de la complexité du gisement sur la récupération ou la qualité du produit doit être indiquée. Indiquer si cette complexité a été prise en compte dans l'étude de procédés.	L'influence de la complexité du corps minéralisé sur le traitement doit être évaluée. L'impact de cette complexité sur la récupération et la capacité à fabriquer un produit vendable doit être indiqué. Cette étape explique comment l'étude de procédés aborde la complexité du corps minéralisé.
<b>Complexité ou nouveauté du schéma de traitement</b>	Il convient d'indiquer si le traitement est original ou s'il s'agit d'un traitement courant impliquant des techniques bien connues pour ce type de minéralogie.	En cas de complexité ou de nouveauté, il est recommandé de mener des travaux d'essai à l'échelle du laboratoire confirmant la validation de principe. Si le traitement n'a jamais été mis en œuvre à l'échelle industrielle, il est conseillé de mener des essais en usine pilote.	Les travaux en usine pilote ou de démonstration ont été menés pour les traitements originaux. Les variations au niveau de la performance doivent être confirmées et expliquées. Généralement, une procédure d'évaluation indépendante par les pairs doit être effectuée.
<b>Référence pour la montée en cadence de la production</b>	Non recommandée.	Suggérée. Indiquer la montée en cadence prévue pour la production ainsi que les coûts et les hypothèses pour la base.	Recommandée. Indiquer la montée en cadence prévue pour la production ainsi que les coûts et les hypothèses pour la base.

## A5. Autres risques

FACTEUR	ÉVALUATION ÉCONOMIQUE PRÉLIMINAIRE	PRÉFAISABILITÉ	FAISABILITÉ
<b>Élimination des résidus, traitement des effluents et contrôle des émissions gazeuses</b>	La nature des résidus, des effluents et des émissions gazeuses doit être indiquée, de même que la forme d'élimination des résidus et le traitement des effluents et des émissions gazeuses envisagées.	Un niveau approprié de détail doit être intégré à la définition des émissions des usines, et leur gestion adaptée expliquée. Les experts en environnement doivent intervenir si nécessaire afin d'assurer une étude solide et d'atténuer les risques. Examiner l'acceptation sociale et l'application des règlements.	À ce niveau, il convient de tenir compte de l'impact de la variabilité du minerai afin de proposer une élimination des résidus et un traitement des effluents adaptés. Les experts en traitement travailleront généralement avec des experts en environnement sur l'examen de tous les aspects environnementaux du projet, afin de garantir l'acceptation

			sociale et l'application des règlements.
<b>Santé et sécurité</b>	Il convient d'indiquer si le traitement implique l'utilisation de substances chimiques ou de processus potentiellement dangereux, ainsi que le niveau de risque envisagé.	En délimitant le traitement, il faudra prévoir un contrôle approprié des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. Si un traitement dangereux est envisagé, il convient de prévoir la gestion des incidents non contrôlés.	À ce niveau, en cas de présence de substances chimiques ou de traitements dangereux, les plans doivent indiquer comment ces problèmes seront gérés. Il faut prévoir un plan d'intervention dans l'éventualité d'un incident non contrôlé. Une étude HAZOP doit être menée.
<b>Interactions avec d'autres disciplines</b>	L'influence de facteurs non liés au traitement (les conditions météorologiques, la situation géographique, la possibilité d'un drainage rocheux acide, ou DRA) doit être identifiée si elle est susceptible d'entraîner des répercussions sur le traitement.	Outre les facteurs indiqués comme problématiques au niveau de la délimitation du champ de l'évaluation, les réserves en eau et la qualité de cette ressource constituent un facteur particulièrement critique du traitement. Des observations sont attendues quant à toute difficulté possible.	L'incidence d'autres domaines sur le traitement et la conception de l'usine doit être indiquée et décrit. En particulier, il faut réévaluer et faire des observations sur les plans de stockage des résidus et la propagation de l'excès d'eau dans l'environnement au regard des règlements environnementaux.
<b>Relations avec les communautés (RSE)</b>	Fournir des informations spécifiques sur le traitement et l'étude de procédés pour aider à déterminer l'influence de l'emplacement géographique sur la ou les communautés locales, ainsi que la perception générale de la communauté quant au développement minier.	Contributions aux activités de responsabilité sociale des entreprises (RSE) en lien avec l'usine de traitement, y compris l'utilisation d'agents réactifs spécifiques, les rejets ou les émissions dans l'environnement, les nuisances sonores de l'exploitation, etc.	Contributions aux activités de RSE en lien avec l'usine de traitement, y compris l'utilisation d'agents réactifs spécifiques, les rejets ou les émissions dans l'environnement, les nuisances sonores de l'exploitation, etc. Élaborer des plans en lien avec le traitement pour minimiser les répercussions et gérer les relations avec les communautés.

## Annexe B – Glossaire des termes pertinents pour les LDPETM de l'ICM

Cette annexe sert de document d'accompagnement aux LDPETM de l'ICM. Les termes ci-dessous sont décrits conformément à leur signification dans le contexte de ces lignes directrices.

**Agents réactifs** – des substances chimiques utilisées dans les processus de concentration ou d'extraction afin de permettre la fabrication d'un produit vendable.

**Approche innovante** – une approche qui n'a jamais été appliquée jusqu'ici à l'échelle commerciale dans un contexte industriel pour ce type particulier de ressources.

**Base de l'estimation** – un document officiel produit par un ou une responsable de l'évaluation des coûts, qui détermine la manière dont est menée l'estimation.

**Bloc-diagramme fonctionnel** – une représentation simplifiée d'un traitement montrant des opérations unitaires majeures, sans représenter chacun des équipements.

**Calcul des matériaux nécessaires** – des données quantitatives basées sur l'usage des matériaux dans la construction des installations, qui servent à estimer les coûts d'investissement (généralement estimés pour les travaux de génie civil, le béton, l'acier, etc.)

**Capacité logistique** – la capacité de l'infrastructure ou des systèmes de la société à assurer le transport, le stockage et le contrôle des matériaux et de l'équipement.

**Capital direct** – les coûts totaux des matériaux, de l'équipement et des travaux sous-traités intégrés de manière permanente dans l'installation finale, associés à la main-d'œuvre directe employée pour l'installation de ces matériaux et équipements.

**Capital indirect** – inclut généralement les services d'ingénierie, d'approvisionnement et de gestion de la construction (IAGC), les conseillers tiers, les installations de construction, les services de construction, l'exploitation de sites de construction, le transport, le service après-vente (SAV), les premiers remplissages et les pièces de rechange.

**Catégorie d'étude** – les études techniques sont généralement classées en trois niveaux : l'étude de la portée (ou évaluation économique préliminaire), l'étude de pré faisabilité et l'étude de faisabilité. Ces niveaux reflètent le degré de détail et de précision utilisés dans l'élaboration de ces études.

**Chaîne de contrôle des échantillons** – fait référence à la procédure de traitement d'un échantillon dans une file ininterrompue de responsabilité qui garantit la sécurité physique de l'échantillon, des données et des enregistrements. Ce système permet d'éviter la contamination accidentelle ou délibérée, la perte de l'échantillon ou la manipulation des enregistrements, et permet de déterminer qui avait le contrôle de l'échantillon ou de l'information si un tel incident venait à se produire.

**Classification** – un processus de séparation en deux flux (ou plus) des particules solides dans un flux, en fonction de la taille des particules.

**Commercialisation** – une activité impliquant la vente d'un produit.

**Comminution** – un processus permettant de réduire le matériel extrait qui contient une minéralisation

présentant un intérêt économique à une taille allant de grossière, par concassage et/ou broyage, à fine, adaptée à la concentration ou l'extraction.

**Comparaison prise en considération** – un type d'estimation utilisé au niveau préliminaire, basé sur la comparaison d'une installation proposée dans une situation analogue avec, le cas échéant, des modifications en termes de capacité, d'emplacement, de date ou d'autres facteurs.

**Complexité** – dans le contexte du traitement, la complexité fait référence à la préparation (par comminution, etc.), à la concentration (par flottation, etc.) ou à l'extraction (par lixiviation par agitation, etc.) et au degré de difficulté qui peut être rencontré en fonction de la minéralogie ou de l'éventail de variabilité d'un matériau traité.

**Complexité du corps minéralisé** – lorsque le corps minéralisé présente un haut degré de variabilité dans la réponse au traitement, en termes d'espace ou au sein d'une zone spécifique du gisement.

**Composites du domaine (ou zone métallurgique)** – des groupes d'échantillons ponctuels associés à un composite pour représenter une zone spécifique du gisement.

**Concentré** – lorsque les minéraux d'un matériau ont été suffisamment valorisés pour créer un produit adapté au traitement en aval ou à la vente.

**Concept de traitement** – le regroupement d'opérations unitaires telles que la comminution ou la flottation pour modifier une unité minéralisée afin de concentrer ou d'extraire un produit de valeur.

**Conditions météorologiques locales** – les conditions météorologiques locales et le climat qui sont pris en compte dans la conception des installations de traitement, en particulier les extrêmes saisonniers et climatiques.

**Consommation énergétique** – le niveau de consommation d'énergie prévu par un équipement spécifique.

**Continuité de la récupération** – lorsque la récupération d'un gisement minéral peut être respectée sans interruption à un niveau rentable pendant toute la durée d'exploitation du projet.

**Coût de production économique** – le coût de fabrication du produit, qui représente le remboursement du coût d'investissement et des coûts d'exploitation (y compris tout traitement du produit hors du site).

**Coûts d'exploitation** – les charges d'exploitation liées à la concentration ou l'extraction du produit, et comprenant généralement les frais inhérents à l'électricité, à la main-d'œuvre, aux agents réactifs, aux consommables et aux pièces de rechange.

**Coût d'installation** – le volet du coût d'investissement qui inclut le coût de la main-d'œuvre et du matériel pour l'installation de l'équipement sur le site.

**Coût d'investissement** – l'estimation qui indique le coût de la fabrication, de l'acquisition et de l'installation de l'équipement sur des fondations adaptées et dans un bâtiment adéquat, auquel viennent s'ajouter la tuyauterie, le réseau électrique, l'instrumentation, l'infrastructure et les autres éléments suffisant à offrir une installation exploitable.

**Coûts imputables au propriétaire** – ils incluent généralement les frais liés au personnel préposé et à la formation en phase de pré-exploitation, à la préproduction et à l'équipement minier initial pour la production, aux travaux préparatoires de décapage de la mine, à la mise en valeur de la mine, à l'équipe de projet du propriétaire, au logement, à l'obtention de permis, à la mise en service, aux imprévus de l'entreprise et du

propriétaire.

**Crédibilité du laboratoire d'essai** – un laboratoire d'essai est crédible s'il répond aux exigences des normes concernées publiées par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) ou son équivalent. La crédibilité est confirmée lorsque le ou la spécialiste a vérifié les travaux d'essai directement par l'intermédiaire d'une visite dans les installations d'essai et/ou après avoir étudié les documents fournis par le laboratoire couvrant les travaux d'essai. Le ou la spécialiste peut aussi déterminer, à partir des informations communiquées par ses pairs ou autres, si le laboratoire jouit d'une réputation solide pour la fiabilité de ses résultats.

**Critères de conception** – des informations qui communiquent des faits et des hypothèses sur lesquels sont basés les résultats de la conception et de la production.

**Critères de conception du traitement** – les informations détaillées nécessaires pour soutenir un concept de traitement aux plus hauts degrés de l'étude.

**CVC** – le chauffage, la ventilation et la climatisation d'un espace.

**Danger** – la propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique susceptible d'avoir un effet délétère dangereux sur la santé humaine et/ou sur l'environnement.

**Débit** – la quantité de matériau qui est traité dans une installation sur la base d'une heure, d'un jour civil, d'un mois ou d'une année.

**Degré de confiance** – un terme utilisé pour exprimer la confiance accordée à la fiabilité de l'information.

**Degré de récupération** – généralement exprimé en termes quantitatifs, il fait référence à la fraction de matériau de valeur qui est récupéré pour le produit vendable.

**Densités des flux** – la concentration de masse matérielle dans un flux de boue.

**Densité spatiale** – le niveau de concentration de l'échantillon dans un volume particulier d'espace de la zone minéralisée.

**Développement du procédé conceptuel** – un très haut niveau de développement du procédé qui établit une méthode générale de traitement de la charge d'alimentation de l'usine ou d'extraction des métaux pour fabriquer un produit vendable.

**Devis budgétaire** – une estimation préliminaire des coûts fournie par un vendeur qualifié pour un type particulier de matériel ou de service.

**Devoir de vigilance** – une enquête, une vérification ou un examen menés afin de confirmer des faits ou des détails d'une question à l'examen.

**Dilution** – l'inclusion de roches contenant une minéralisation à valeur commerciale ou sans valeur qui, par nécessité, est extraite en même temps que la matière minéralisée durant la chaîne d'extraction, réduisant par conséquent la teneur globale du matériau extrait.

**Domaine** – communément qualifié d'unité ou de zone métallurgique, le domaine est défini comme un assemblage minéral dont la composition lithologique et minéralogique est commune et qui est censé avoir une réponse métallurgique spécifique.

**Drainage minier acide (DMA)** – une solution d'acide sulfurique produite lorsque l'eau réagit avec des minéraux sulfurés (dans les stériles, par exemple) en présence d'oxygène (autrement dit, l'air) et de bactéries communes. Le DMA contient souvent des métaux dissous qui représentent une menace pour les humains ainsi que pour la faune et la flore sauvages.

**Échantillon ponctuel** – un échantillon obtenu à un espacement régulier de matériau dans une zone spécifique.

**Échantillon représentatif** – un ou des échantillons représentatifs sélectionnés pour capter efficacement les attributs chimiques ou physiques tels que la teneur, la minéralogie et la dureté pour les domaines, les unités géométallurgiques ou les parties désignées d'un gisement minéral.

**Échantillons de variabilité** – des échantillons qui peuvent être ponctuels ou composites, et qui couvrent l'éventail de la qualité, la teneur ou l'emplacement de la minéralisation dans le volume du gisement minéralisé destiné à être traité.

**Effluent** – un débit sortant ou une solution aqueuse dans une étendue d'eau naturelle, provenant d'une structure telle qu'une centrale de traitement des eaux usées, une canalisation d'égout ou un émissaire industriel.

**Éléments pénalisants** – les éléments constitutifs du produit vendable qui s'accompagnent d'un impact économique négatif pour l'acquéreur et pourraient engendrer un rejet du produit par ce dernier.

**Emplacement géographique** – l'emplacement des échantillons au sein de la zone minéralisée.

**Environnement géologique** – du point de vue du traitement, un contexte géologique qui implique une réponse métallurgique caractéristique ou un degré de complexité (par exemple, les gisements de plomb de type Mississippi-Valley, les gisements d'uranium de type bassin d'Athabasca).

**Équipement majeur** – les pièces les plus importantes ou volumineuses du matériel dans une usine de traitement.

**Équipements et systèmes annexes** – les systèmes (par exemple de l'air pressurisé) qui ne modifient pas la minéralisation, mais qui viennent compléter le matériel de traitement.

**Estimation** – l'estimation des coûts afin de déterminer la viabilité de la construction et de l'exploitation d'une installation de traitement.

**Estimation valable** – dans ce contexte, on parle d'estimation valable à un niveau d'étude conseillé lorsque suffisamment de travaux ont été menés pour parvenir à défendre l'estimation dans le cas où elle serait remise en question par des évaluations externes ou indépendantes par des pairs, des autorités réglementaires ou des tierces parties exerçant leur devoir de vigilance.

**Évaluation externe ou indépendante par des pairs** – une évaluation menée par des pairs, censée confirmer qu'une interprétation raisonnable des informations scientifiques et résultant des essais étaye la conception.

**Exécution de projet et constructibilité** – un volet des études de faisabilité qui aide à affiner le coût et l'impact de l'installation d'équipement dans les installations de traitement.

**Expatriés** – ce terme fait référence aux travailleurs qui ne sont pas originaires de la province dans laquelle se trouve le corps minéralisé.

**Expert (en la matière)** – une personne possédant des connaissances ou une capacité étendues fondées sur la

recherche, l'expérience ou la profession, dans un domaine d'étude particulier.

**Extraction par solvants (SX)** – une méthode dans laquelle une solution aqueuse contenant un élément présentant un intérêt est mise en contact avec une solution organique immiscible (un solvant) qui extrait de préférence l'élément digne d'intérêt. Cet élément peut ensuite être éliminé du solvant dans une solution aqueuse, permettant au solvant d'être recyclé et à l'élément intéressant extrait d'être traité plus avant.

**Extraction par solvants/extraction électrolytique (SX/EW)** – un processus en deux étapes pour extraire les ions métalliques à partir d'une solution de lixiviation de faible teneur à l'aide d'une technique d'extraction de solvant (SX, de l'anglais *solvent extraction*), puis pour récupérer le métal de la solution de recouvrement par extraction électrolytique (EW, de l'anglais *electrowinning*).

**Facteurs environnementaux** – en ce qui concerne le traitement, les facteurs associés au traitement d'une matière minéralisée, l'élimination de déchets solides ou aqueux et le traitement d'effluents gazeux pour se conformer aux normes établies par l'instance gouvernementale de contrôle.

**Flottation** – une méthode utilisée pour la concentration des minéraux.

**Flottation différentielle** – une méthode utilisée pour la concentration des minéraux dans lequel ces derniers sont récupérés en produits concentrés distincts.

**Flux intermittent** – un flux de matériaux qui ne s'écoule pas de manière continue, mais qui fait partie du système de traitement pour permettre une flexibilité dans la distribution des produits d'une sous-unité.

**HAZOP** – une étude sur le risque et l'exploitabilité menée dans le cadre d'un examen structuré et systématique d'un système existant ou prévu afin d'identifier les dangers et les risques.

**Immobilisations de maintien** – l'ajout périodique de capital dans l'usine de traitement nécessaire pour maintenir les activités aux niveaux existants.

**Imprévus** – sur les capitaux direct et indirect, à l'exception des coûts imputables au propriétaire, les imprévus font référence à l'allocation des coûts visant à couvrir les articles ou les fonctions nécessaires pour terminer le projet, mais pas nécessairement inclus dans l'estimation des coûts déterminée dans la portée définie du projet. Il faut bien comprendre que les fonds réservés aux imprévus seront dépensés, et qu'ils ne servent en aucun cas à couvrir les changements de portée.

**Influences des mesures** – les caractéristiques du traitement qui déterminent quel équipement il convient d'utiliser dans l'étude.

**Intention de la représentativité de l'échantillon** – un échantillon est sélectionné sur la base de sa capacité à représenter une forme de minéralisation, et ce terme fait référence à l'utilisation dudit échantillon.

**Lingots** – de l'or, de l'argent ou d'autres métaux précieux affichant un niveau élevé de pureté.

**Liste de l'équipement** – généralement, une liste du matériel nécessaire dans l'usine de traitement, plus ou moins approfondie et détaillée en fonction du niveau de l'étude qu'elle étaye.

**Liste identifiant la source et les attributs des échantillons** – dans ces documents, une liste identifiant l'emplacement géographique originel de l'échantillon, sa teneur et tout autre attribut jouant un rôle dans sa sélection comme étant représentatif.

**Lixiviation** – une méthode utilisée pour l'extraction ou l'élimination des métaux et d'autres composants par dissolution.

**Main-d'œuvre** – la main-d'œuvre, qui comprend le personnel faisant ou non partie de l'effectif, constitue l'un des principaux coûts dans les dépenses d'exploitation totale d'une propriété.

**Matériau problématique** – tout matériau qui requiert un niveau de traitement supérieur au traitement normal envisagé pour un minerai classique de ce produit de base, parfois appelé « matériau réfractaire ».

**Méthode de concentration** – un procédé qui réduit la masse de matériaux contenant les minéraux présentant un intérêt économique, de telle manière que la teneur ou la qualité du produit est supérieure à celle de la charge d'alimentation destinée à subir un traitement.

**Méthode d'enrichissement des minerais** – la méthode utilisée pour concentrer les minéraux de valeur pour un traitement supplémentaire, ou pour en faire un produit vendable.

**Méthode d'extraction** – une méthode physique ou chimique utilisée pour extraire un produit métallique ou minéral d'une matière minéralisée afin de fabriquer un produit vendable.

**Minerai** – une matière minéralisée que l'on peut extraire et traiter de manière rentable.

**Minéralogie** – l'étude des minéraux et du lien étroit entre chacun d'eux.

**Mise à l'essai de facteurs d'optimisation** – l'optimisation d'un traitement qui implique de modifier les paramètres, mais pas la technologie fondamentale afin de trouver un point de traitement optimal.

**Niveau de teneur de coupure** – la teneur de l'élément ou de la composante présentant un intérêt économique qui, si elle est excédée, implique que le matériau peut être extrait et traité en réalisant un bénéfice. Si la teneur n'est pas excédée, le matériau en question est classé comme déchet.

**Pair** – un individu ayant une formation et une expérience similaires à celle du ou de la spécialiste.

**Plan d'exécution de la construction** – il accompagne généralement l'étude de faisabilité pour définir le calendrier des dépenses d'investissement et des activités de construction pour les installations présentées dans l'étude.

**Plan d'exécution logistique** – un plan généralement inclus dans une étude de faisabilité qui identifie les principaux aspects (coût y compris) du transport des matériaux et de l'équipement jusqu'au site.

**Précision** – le degré dans lequel une estimation ou une mesure ne présente pas d'erreur.

**Préconcentration** – l'application de l'équipement et du traitement pour rejeter les matériaux peu rentables et ainsi réduire la masse de matériaux soumise à la concentration.

**Preuve d'applicabilité** – des essais visant à étayer l'utilisation d'un traitement atypique indiquant la capacité à gérer les variations.

**Preuve de la viabilité technique et économique** – des essais menés afin de fournir des informations quant à l'étude appuyant l'utilisation d'un traitement atypique comme solution à un problème particulier.

**Procédures d'AQ/de CQ** – des procédures systématiques utilisées pour valider le contrôle et l'analyse des échantillons d'une manière spécifique.

**Produit fini** – un produit vendable obtenu par extraction élémentaire, dont le degré de pureté est suffisant pour être vendable.

**Produit vendable** – un produit qui peut être un concentré, un produit du traitement intermédiaire (par exemple un précipité), un produit métallique fini (par exemple une cathode de cuivre), ou un lingot pouvant être vendu sur un marché de produits de base ou à un utilisateur final.

**Protocole d'échantillonnage** – des procédures qui décrivent la manière dont est effectué l'échantillonnage, et à quel degré de vigilance.

**Purge** – un flux mineur de matériau qui est retiré d'un schéma de traitement de recirculation pour éviter l'accumulation de matériau dans le débit de recirculation, et ainsi pour maintenir l'équilibre des matériaux dans le circuit.

**Remblai** – un matériau parfois préparé avec un flux de résidus provenant d'une usine de traitement, et utilisé pour remplir les cavités des mines dans les exploitations souterraines afin d'offrir un soutènement local aux exploitations.

**Réponse communautaire** – dans le contexte de ce document, la réponse des communautés pouvant être affectées par un développement résultant du traitement peut s'avérer extrêmement importante. Il faut déterminer la réponse communautaire afin de soutenir les diverses procédures d'obtention de permis environnementaux.

**Résidus** – un matériau non rentable produit par une usine de traitement des minerais, que l'on élimine d'une manière répondant aux réglementations gouvernementales, et qui implique généralement un bassin de rétention permanent.

**Résumé des critères de conception** – un degré élémentaire de critères de conception utilisé au niveau de la définition de la portée de l'étude, indiquant le débit, le degré de récupération et la teneur du concentré ou la qualité du produit fini.

**Schéma de procédé (PFD)** – la description des installations de traitement de manière graphique montrant essentiellement tous les principaux équipements et les flux de traitement.

**Schémas P&I** – des schémas utilisés pour présenter en détail les tuyauteries et les appareils d'instrumentation/de contrôle dans une installation de traitement.

**Sélection et collecte d'échantillons** – la procédure qui montre comment et pourquoi certains échantillons ont été collectés comme étant représentatifs.

**Soutien à l'infrastructure** – les systèmes tels que les réseaux d'alimentation en eau et en électricité, les routes, les camps et la logistique utilisés pour soutenir l'exploitation d'une propriété.

**Stratégie de contrôle et opérationnelle** – on y fait généralement référence dans une étude de faisabilité pour indiquer la philosophie de la détection et de la réponse à la variabilité dans les paramètres opérationnels du traitement.

**Teneur** – la quantité de matière minéralisée exprimée comme fraction de la masse de l'élément spécifique. Les unités utilisées sont généralement les suivantes : %, ppm (parties par million), g/t (gramme/tonne) et oz/t (once

par tonne). Elles doivent être précisément définies.

**Tonnage** – la quantité de matériau disponible dans le gisement minéralisé qui est soumis à un traitement rentable.

**Traitement hydrométallurgique** – le traitement d'une matière minéralisée par la dissolution sélective de matériaux et l'application d'autres étapes de traitement pour parvenir au produit désiré.

**Traitement par fusion** – le traitement pyrométallurgique d'un produit concentré ou métallique pour récupérer le matériau en un produit de négociabilité supérieure.

**Travaux à l'échelle de l'usine pilote** – les travaux d'essai visant à étayer les activités de conception et d'estimation, menés de manière continue à une échelle relativement petite (mais à plus grande échelle que les travaux d'essai à l'échelle du laboratoire). Ils intègrent généralement tous les cycles de recyclage pour imiter les opérations unitaires et prévoir la performance de l'état stationnaire d'une usine de traitement à grande échelle.

**Travaux de démonstration** – les travaux d'essai visant à justifier des dépenses d'investissement importantes dans des cas où un traitement est original ou si la variation de la charge d'alimentation destinée à subir un traitement est extrême. Il est recommandé d'effectuer ces travaux d'essai dans une usine pilote afin de correctement évaluer la performance opérationnelle à une échelle qui rappelle davantage une exploitation à l'échelle commerciale que des usines pilotes classiques, et qui génère une quantité de produit permettant une évaluation exhaustive par les clients.

**Travaux d'essai à l'échelle du laboratoire** – les travaux d'essai sont réalisés à l'échelle du laboratoire lorsque la masse d'échantillons utilisée dans les travaux d'essai pèse moins de 10 kilogrammes en général, et peut être traitée par un équipement qu'un individu peut manipuler. Le travail à ce niveau est généralement mené en lots et non sur une base constante.

**Validation de principe** – une série préliminaire d'essais démontrant qu'un procédé non conventionnel ou atypique peut offrir une solution à un problème spécifique.

**Valorisation** – le procédé consistant à valoriser le matériau en concentré par la flottation par mousse, la séparation par gravité ou toute autre méthode n'entraînant pas d'altération physique des minéraux.