

## 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 : <math>\pm 25\%</math> à <math>\pm 35\%</math>.</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 : <math>\pm 25\%</math> à <math>\pm 15\%</math>.</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 : <math>\pm 15\%</math> à <math>\pm 10\%</math>.</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.