

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales,¹ de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les Directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les Directives EHS générales, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans

¹ C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques à chaque site et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs.

Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments spécifiques au projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement, et d'autres facteurs propres au projet. La mise en oeuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires. Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, ce sont les mesures et les normes les plus rigoureuses qui seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des mesures ou des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

Les Directives EHS pour l'exploitation minière s'appliquent aux exploitations minières souterraines et à ciel ouvert, aux exploitations alluvionnaires, aux activités d'extraction par

dissolution et au dragage des fonds marins. L'extraction des matériaux de construction est couverte par les Directives EHS pour l'extraction des matériaux de construction.

Ce document se compose des sections ci-après :

- Section 1.0 — Description et gestion des impacts propres aux activités considérées
- Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats
- Section 3.0 — Bibliographie et références
- Annexe A — Description générale des activités

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Cette section résume les questions d'ordre environnemental, sanitaire et sécuritaire relatives aux activités d'exploitation minière (y compris les installations de traitement des minerais) qui peuvent se poser aux cours des phases de prospection, de mise en valeur et de construction, d'exploitation, de fermeture, de remise en état et des phases ultérieures, ainsi que des recommandations. Les recommandations relatives à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure figurent dans les Directives EHS générales.

1.1 Environnement

Les problèmes environnementaux qui peuvent être associés aux activités d'exploitation minière rentrent dans les catégories suivantes :

- Utilisation et qualité de l'eau
- Résidus
- Matériaux dangereux
- Affectation des sols et biodiversité
- Qualité de l'air
- Bruits et vibrations
- Consommation d'énergie

- Impact visuel

Utilisation et qualité de l'eau

La gestion de la consommation et de la qualité de l'eau, sur le site et aux alentours des mines, s'avère importante. Les sources d'eau peuvent être contaminées dès le commencement des activités minières, c'est-à-dire pendant la phase de prospection, et de nombreux facteurs, même indirects (comme l'afflux de travailleurs) peuvent avoir des impacts défavorables sur la qualité de l'eau. La diminution de la quantité des eaux de surface et souterraines disponibles pose aussi un problème, non seulement au niveau du site mais également pour la population vivant à proximité des sites miniers, surtout dans les régions arides ou celles ayant un fort potentiel agricole. Il importe donc un suivi adéquat et une bonne gestion de l'utilisation de l'eau, en plus du traitement des effluents, notamment les ruissellements d'eau de pluie du chantier minier.

Utilisation de l'eau

Les exploitations minières nécessitent la consommation de grandes quantités d'eau, principalement pour les activités de transformation et autres opérations connexes, mais aussi notamment pour l'élimination des poussières. Il se produit des déperditions du fait de l'évaporation de l'eau nécessaire pour aboutir au produit final mais les pertes les plus importantes sont généralement associées au flux de résidus miniers. Dans toutes les exploitations minières, une gestion appropriée de l'équilibre hydrologique est primordiale. Les mines avec un apport d'eau excédentaire, comme cela peut être le cas dans les régions tropicales humides ou les sites touchés par la fonte des neiges et des glaces, peuvent enregistrer des débits de pointe qui doivent faire l'objet d'une gestion rigoureuse.

Les mesures recommandées pour gérer l'eau consistent à :

- établir le bilan hydrologique (compte tenu des événements météorologiques probables) de la mine et des installations de transformation connexes, et le prendre en compte dans la conception de l'infrastructure;
- formuler un Plan de gestion durable des ressources en eau pour réduire le plus possible l'impact des activités minières sur les systèmes naturels en gérant la consommation d'eau tout en évitant d'épuiser les aquifères, et réduire au maximum les impacts pour les utilisateurs d'eau ;
- réduire le plus possible les quantités d'eau d'appoint ;
- dans la mesure du possible réutiliser, recycler et traiter les eaux industrielles (par ex. renvoi des matières flottantes des bassins de résidus miniers aux installations de transformation) ;
- examiner l'impact que peuvent avoir les opérations d'exhaure sur l'équilibre hydrologique avant de les entreprendre;
- consulter les principales parties prenantes (par ex. les pouvoirs publics, la société civile et la population potentiellement affectée) pour bien comprendre les conflits éventuels pour les ressources en eau, la mesure dans laquelle les communautés sont tributaires de ces ressources et /ou les impératifs de conservation de l'eau qui peuvent exister dans la région.
- veiller en outre à ce que les rejets au niveau des eaux de surface ne les contaminent par des taux de concentration des polluants supérieurs aux limites définies scientifiquement. L'utilisation des eaux réceptrices et leur capacité d'assimilation, compte tenu de l'impact d'autres sources de rejets dans les eaux réceptrices, doit être prise en considération pour déterminer la charge acceptable de polluants et la qualité des rejets d'effluents de la manière décrite dans les Directives EHS générales;
- installer et entretenir des bacs et des séparateurs d'hydrocarbures et de graisse dans les zones de ravitaillement, les ateliers, les réservoirs de carburants et les zones de confinement, et disposer de équipements d'urgence et de plans d'action en cas d'urgence ;
- déterminer la qualité de l'eau dans les réservoirs d'eau à l'air libre (par ex. zones de lessivage, bassins de dissolutions, et bassins à stériles ou bassins de retenues) sur base d'une évaluation des risques spécifiques au site et mettre en place des mesures adaptées pour atténuer les risques en question ou satisfaire aux normes établies pour les effluents à la Section 2.0.
- gérer les eaux usées provenant des équipements sanitaires soit en les réutilisant, soit en les envoyant à la fosse sceptique ou au traitement en surface de la manière décrite dans les Directives EHS générales.

Qualité de l'eau

Les mesures recommandées pour gérer les impacts sur la qualité de l'eau consistent à:

- gérer la quantité et la qualité des effluents rejetés dans l'environnement, y compris les eaux de pluie, le drainage des remblais de lixiviation, les effluents industriels, et le drainage de l'ensemble des installations de la mine, et traiter ces effluents pour respecter les normes applicables des directives indiquées à la Section 2.0 ;

Eaux de pluies

Les principaux problèmes qui doivent être gérés en ce qui concerne les eaux de pluie consistent à séparer l'eau propre de l'eau contaminée, à réduire le plus possible les ruissellements, à éviter l'érosion des surfaces exposées à l'air libre, à éviter la sédimentation des systèmes de drainage et à réduire le plus possible le contact des zones polluées avec les eaux de pluies. Les stratégies de gestion des eaux de pluies recommandées ont été classées par phases (bien que plusieurs mesures

s'appliquent à plus d'une phase, notamment la phase de remise en état du site et de fermeture).

À partir de la phase de prospection, les stratégies de gestion consistent notamment à :

- réduire l'exposition à l'air ou à l'eau des matériaux susceptibles de produire des sédiments (par ex. en choisissant de manière judicieuse l'emplacement du site de stockage des terres et des roches ;
- dévier les eaux de ruissellement des zones non exploitées autour des zones exploitées, y compris les zones terrassées, ensemencées ou plantées. Traiter les eaux de drainage pour enlever les sédiments ;
- réduire ou éviter le transport de sédiments à l'extérieur du site de la mine (par ex. en utilisant des bassins de sédimentation et des clôtures à sédiment) ;
- protéger de l'érosion les canalisations et fossés de drainage, et les berges des cours d'eau par diverses techniques comme déterminer de façon adéquate les dimensions et pentes, mais également au moyen d'enrochements et de revêtements. Les installations de drainage temporaires doivent être conçues pour pouvoir absorber en 24 heures un débit correspondant à une période de récurrence d'au moins 25 ans, tandis que les installations de drainage permanentes doivent être conçues sur la base d'une période de récurrence de 100 ans. Les spécifications pour la conception des structures temporaires de drainage doivent par ailleurs être fonction du risque de défaillance compte tenu de la durée de vie prévue pour le réseau de dérivation, et de l'intervalle de récurrence de toutes les structures qui y déchargent leurs eaux.

À partir de la phase de construction, les stratégies de gestion recommandées consistent à :

- établir des zones ripariennes ;
- appliquer au moment adéquat des techniques de tracé des contours, de terrassement, de réduction / limitation des pentes et de limitation de la vitesse/du débit de ruissellement ; et construire des installations de drainage adéquates pour réduire l'érosion dans les zones exploitées et non exploitées ;
- construire les routes d'accès et d'acheminement avec une certaine pente/inclinaison ou leur appliquer un revêtement, permettant de limiter l'érosion, et prévoir des systèmes de drainage des routes ;
- concevoir des installations pouvant absorber la charge hydraulique totale, y compris les eaux provenant des bassins versants situés en amont et des zones non couvertes par les activités minières ;
- concevoir et entretenir les installations de décantation des eaux de pluie en suivant les bonnes pratiques d'ingénierie reconnues internationalement, notamment les dispositions concernant la collecte des débris et des matières en suspension. Les installations de lutte contre la sédimentation doivent être conçues et exploitées pour parvenir à la fin du processus à un rejet total des solides en suspension (TSS) de 50 mg/l ainsi que d'autres paramètres applicables et valeurs de référence figurant à la Section 2.0, compte tenu des conditions générales et des possibilités d'améliorer de manière globale la qualité des eaux réceptrices, comme exposé dans les Directives EHS générales. La qualité des eaux de rejet doit aussi être adaptée en fonction de l'utilisation des eaux réceptrices.

À partir de la phase d'exploitation du site, les stratégies de gestion recommandées consistent à :

- réaliser le terrassement des zones perturbées, y compris la préparation des morts-terrains avant la pose des dernières

couches du substrat, en suivant leur contour, pour autant que cela puisse être réalisable, et dans des conditions de sécurité établies;

- procéder à la remise en végétation des zones perturbées, y compris par ensemencement, immédiatement après l'épandage du substrat pour éviter toute érosion.

Drainage minier acide et lixiviation des métaux

Un drainage minier acide (DMA) est une solution acide formée lorsque des matières ayant un potentiel de génération d'acide (PGA), qui contiennent de plus grandes quantités de minéraux sulfurés générateurs d'acides que de minéraux pouvant neutraliser l'acide minéral, c'est-à-dire principalement les carbonates, s'oxydent au contact de l'oxygène et de l'eau. Cette acidité a généralement pour effet de dissoudre les métaux et de provoquer leur relargage de leur matrice (phénomène qualifié de lixiviation des métaux ou LM), les métaux en question pouvant alors se retrouver dans les eaux de surface ou dans les eaux souterraines. Il importe de prendre des mesures de prévention et de lutte contre les DMA et la LM, comme décrit dans la section de la présente directive intitulée « Résidus solides ». Les activités de gestion des PGA, DMA et LM doivent se poursuivre aussi longtemps que nécessaire pour maintenir la qualité des effluents aux niveaux requis afin de protéger l'environnement local, notamment pendant la phase de déclassement le cas échéant, de fermeture de la mine et de remise en état du site.

Les questions de DMA et de LM concernent les débris rocheux, les résidus miniers et toutes les surfaces rocheuses exposées à l'air, telles que les tranchées de route et les parois des fosses.

Protection des ressources en eau souterraine

Outre les recommandations en matière de prévention et de lutte contre les effluents, les résidus et le rejet éventuel de matières dangereuses, des recommandations sont formulées pour la

gestion des sources potentielles de pollution des eaux souterraines, associées essentiellement aux opérations de lixiviation et d'extraction par dissolution et à la gestion des résidus miniers. Ces recommandations portent notamment sur² :

Lixiviation : les opérateurs doivent concevoir et appliquer les processus de lixiviation en tas ou la formation des haldes en veillant à :

- éviter toute infiltration de solution toxique de lixiviation par la pose de tapis imperméables adéquats et de systèmes de drainage inférieur permettant de collecter ou de recycler la solution en vue de son traitement et de limiter le plus possible les infiltrations dans le sol ;
- concevoir les systèmes de canalisations transportant les « jus forts » (solutions riches), dotés d'un système de confinement secondaire ;
- installer des équipements de détection de fuites dans les réseaux de canalisation et dans les installations et mettre en place des systèmes adaptés d'intervention rapide ;
- poser des tapis imperméables sous les bassins de stockage des solutions industrielles et sous les autres bassins conçus pour retenir les eaux non potables ou les effluents non traités du processus de lixiviation, et doter ces bassins d'un nombre suffisant de trous de sondage pour pouvoir surveiller le niveau et la qualité des eaux.

Extraction par dissolution : les opérateurs doivent concevoir et exploiter les opérations d'extraction par dissolution en veillant à :

² De plus amples informations sur les mesures de protection des eaux souterraines dans le cadre des activités de lixiviation poursuivies sur le site et des opérations d'extraction par dissolution figurant dans US EPA Guidance, à l'adresse : <http://www.epa.gov/safewater/uic/classv/pdfs/sol-fact.pdf>; <http://www.uic.com.au/nip40.htm>; and <http://www.saltinstitute.org/12.html>.

- bien choisir l'emplacement et les pratiques d'exploitation en fonction des caractéristiques des couches encaissantes, pour s'assurer que le déplacement de la solution de lixiviation au-delà de la zone d'extraction est limité autant que possible et que les aquifères situées hors du site sont protégées ;
- installer un nombre suffisant de puits de surveillance autour des cavités pour pouvoir surveiller la pression ainsi que la quantité et la qualité de l'eau.

Résidus

Les opérations minières gèrent d'importants volumes de résidus. Il importe de prévoir, de concevoir et d'exploiter des structures telles que terrils, bassins d'accumulation de résidus / digues à stériles et installation de confinement de manière à pouvoir évaluer et gérer de façon adéquate les risques géotechniques et les impacts sur l'environnement pendant toute la durée du cycle des activités minières.

Des résidus solides peuvent être générés durant toutes les phases du cycle. Celles qui produisent les plus grandes quantités de résidus sont généralement les phases d'exploitation, qui exigent le déplacement de volumes importants de morts-terrains ainsi que la production de débris et de résidus miniers. D'autres types de résidus solides peuvent résulter des opérations minières, selon la nature de ces dernières, tels que les résidus des remblais de lixiviation, les débris provenant des ateliers, les ordures ménagères, les résidus industriels autre que les résidus de production, ainsi que les huiles usées, les produits chimiques et autres résidus pouvant être dangereux.

Haldes de stérile

Il arrive souvent, selon le taux de recouvrement (dans les mines à ciel ouvert), que d'importantes quantités de morts-terrains ou

de roches de recouvrement doivent être enlevées pour exposer le minerai devant être extrait. Ces débris de roches sont souvent déposés dans des haldes de stérile construits à cet effet. La gestion des haldes pendant l'exploitation de la mine revêt de l'importance en ce qui concerne la protection de la santé et la sécurité des personnes et de l'environnement.

Les mesures recommandées pour gérer les haldes de stérile consistent notamment à :

- concevoir les haldes avec des spécifications appropriées pour les terrassements et la hauteur d'élévation, en fonction de la nature des matériaux et des conditions géotechniques locales pour réduire le plus possible les risques d'érosion et de sécurité ;
- gérer les résidus ayant un potentiel de génération d'acide (PGA) comme décrit ci-après ;
- prendre en considération la possibilité d'une modification des propriétés géotechniques des haldes par suite de l'altération atmosphérique catalysée par voie chimique ou biologique. Ce phénomène peut réduire dans une mesure importante la taille des particules des résidus accumulés et leur minéralogie, pour produire des taux élevés de fractions argileuses et réduire sensiblement la stabilité de la halde et donc accroître la possibilité d'une défaillance géotechnique. Cette modification des propriétés géotechniques (notamment, la cohésion, l'angle de friction interne) a lieu essentiellement dans les installations qui ne sont pas mises hors service avec un système de couverture adéquat, qui pourrait empêcher la percolation des précipitations dans la halde. La conception des nouvelles installations doit prévoir des moyens de faire face à cette dégradation potentielle des propriétés géotechniques en adoptant des facteurs de sécurité plus rigoureux. Il importe que les évaluations de la stabilité

/sécurité des installations existantes prennent en compte ces changements potentiels.

Résidus miniers

Les stratégies de gestion des résidus miniers varient selon les caractéristiques du site et la nature / le type de ces résidus. Ces derniers peuvent avoir un impact sur l'environnement, Ils peuvent en effet polluer les eaux souterraines et de surface par suite d'écoulements contenant des eaux de drainage minier acide (DMA) et de lixiviation des métaux (LM) ou des solutions de lessivage. Ils peuvent également provoquer la sédimentation des réseaux de drainage, générer de la poussière et créer des risques géotechniques qui sont fonction de l'option de gestion retenue. Les stratégies de gestion des résidus miniers doivent prendre en compte non seulement la manière dont ces derniers seront traités et évacués pendant la phase d'exploitation, mais aussi la manière dont ils seront stockés à titre permanent après le déclassé du site. Elles doivent être fondées sur la topographie du site, la région réceptrice en aval du site, et la nature des résidus (telle qu'indiquée par les projections de leur volume, de leur granulométrie, de leur densité, et de leur teneur en eau, par exemple)³.

Les stratégies de gestion des résidus miniers recommandées consistent, notamment, à :

- concevoir, exploiter et entretenir les parcs à résidus miniers conformément aux prescriptions des normes ICOLD3 (CIGB) et ANCOLD4, ou toute autre norme reconnue sur le plan international, basée sur une stratégie d'évaluation des risques. Il importe de faire réaliser un examen indépendant adéquat lors de la conception et de la construction, et d'assurer un suivi systématique des

structures physiques et de la qualité de l'eau, pendant les phases d'exploitation et de déclassé⁴ ;

- lorsque les parcs à résidus miniers sont situés dans des zones exposées à de fortes charges sismiques, procéder dans le cadre de l'examen indépendant à la vérification des hypothèses sismiques maximales prises en compte dans la conception desdites structures et de leur stabilité pour que, en cas d'évènement sismique, aucun rejet incontrôlé de résidus miniers ne se produise ;
- concevoir les parcs à résidus miniers compte tenu des risques / dangers particuliers associés à la stabilité géotechnique ou de la possibilité d'une défaillance hydraulique et des risques que cela pose pour les actifs économiques, les écosystèmes et la santé et la sécurité des populations en aval. Il importe donc aussi de considérer le degré de préparation en cas d'urgence environnementale et de planifier les interventions ainsi que les mesures d'atténuation en cas de décharge catastrophique de résidus miniers ou de surnageants ;
- construire tous les ouvrages de dérivation, fossé et chenal de cours d'eau ayant pour objet de détourner les eaux des bassins versants du site de la structure des résidus miniers, en appliquant les normes correspondant aux fréquences de crue décrites plus loin dans cette Section ;
- accorder l'importance requise à la gestion des infiltrations et aux analyses de stabilité dans le cadre de la conception et de l'exploitation des installations de stockage des résidus miniers. Il est probable qu'il faille, à cet effet, mettre en place un système de suivi particulier au moyen de piézomètres pour déterminer le niveaux des eaux d'infiltration à l'intérieur de la paroi de la structure et en aval de cette dernière, et le maintenir pendant tout le cycle de vie de la mine ;

³ Pour plus d'information, consulter le site de l'Association minière du Canada (AMC – www.mining.ca) : Guide pour les installations de gestion des résidus miniers (1998), et Comment rédiger un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance de parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux (2003).

⁴ International Commission on Large Dams (ICOLD) available at:<http://www.icold-cigb.net>, and Australian National Committee on Large Dams (ANCOLD) available at: <http://www.ancold.org.au/>

- envisager de mettre en place des haldes de résidus miniers ne produisant aucun rejet et de réaliser un bilan hydrique approfondi ainsi qu'une évaluation des risques associés au circuit des activités d'exploitation minière, y compris les réservoirs de stockage et les digues à stériles. Il faut aussi envisager d'utiliser des revêtements synthétiques pour limiter les risques ;
- prendre en compte dans les spécifications de la conception le niveau maxima de crue probable et le dispositif de retenue nécessaire pour la contenir en toute sécurité (compte tenu des risques propres au site) pendant toute la durée de vie des digues à stériles, y compris la phase de déclassement ;
- lorsqu'il existe des risques de liquéfaction, notamment en raison de phénomènes sismiques, prendre en compte dans les spécifications de la conception l'amplitude maximale d'un séisme type ;
- mettre en dépôt sur le terrain les résidus dans un système qui peut isoler les matériaux générateurs de lixiviats acides de facteur d'oxydation ou d'eau d'infiltration, par exemple un bassin de résidus assorti d'un barrage suivi d'opérations d'exhaure et de recouvrement. Il importe de concevoir, construire et exploiter les options autres que la mise en dépôt sur le terrain conformément à des normes de sécurité géotechniques reconnues sur le plan international ;
- Épaississement ou formation d'une pâte pour le remblayage des puits et des galeries souterraines au fur et à mesure du développement de la mine.

Le dépôt des résidus miniers dans les cours d'eau (rivières, lacs et lagunes, par exemple) ou leur rejet en eau peu profonde n'est pas considéré comme une bonne pratique internationale, tout comme le dragage des cours d'eau qui implique le rejet de déchets fluviaux.

L'immersion en mer à grande profondeur des résidus ne peut être une option qu'en l'absence de toute possibilité de dépôt des résidus sur terre d'une manière viable sur le plan environnemental et social, et sur base d'une évaluation scientifique indépendante de son impact. Cette option ne peut être envisagée qu'à l'issue d'une étude de faisabilité et d'une évaluation de l'impact social et environnemental détaillées de toutes les options possibles de gestion des résidus miniers, et seulement si l'étude d'impact établit clairement que le rejet des résidus n'aura probablement pas d'effet négatif important sur les ressources marines et côtières, ou sur les populations locales.

Résidus des remblais de lixiviation

Les pratiques recommandées pour gérer les résidus des remblais de lixiviation consistent, notamment, à :

- collecter et traiter des lixiviats jusqu'à ce que les caractéristiques des effluents finaux correspondent aux valeurs données à la Section 2.0 ;
- utiliser, pour les remblais de lixiviation mis hors service, un ensemble de systèmes de gestion des eaux de surface, de collecte des eaux d'infiltration, et des systèmes de traitement actifs ou passifs pour assurer le maintien de la qualité des ressources en eau après la fermeture du site.

Caractéristiques géochimiques des résidus

Les opérations minières doivent préparer et appliquer des méthodes de définition des caractéristiques géochimiques des minerais et des résidus pour assurer un bon acheminement des matières ayant un potentiel de génération d'acide (PGA) ainsi que des programmes de gestion DMA qui consistent notamment à :

- effectuer une série exhaustive de tests de lixiviation accélérée, à partir de l'étude de faisabilité et au cours de toutes les étapes suivantes, pour évaluer le potentiel de

- DMA dans toutes les formations perturbées par la mine d'une manière ou d'une autre, en suivant des procédures reconnues sur le plan international⁵ ;
- procéder en permanence à des tests et à l'élaboration de cartes détaillées de DMA / lixiviation des métaux (LM) en réduisant la taille des blocs au fur et à mesure que l'exploitation en développement passe du long au moyen puis au court terme ;
 - prendre des mesures préventives concernant le DMA et la LM pour notamment :
 - limiter l'exposition aux matières PGA en procédant aux activités de mise en valeur et de construction par étape, et en couvrant les substances en question et/ou en isolant les écoulements provenant des opérations de traitement
 - adopter des techniques de gestion de l'eau telles que le détournement des eaux de ruissellement propres pour éviter les matières PGA, et en isolant les écoulements « salis » par des matières PGA en vue de leur traitement ; donner aux terrils de matières PGA une pente permettant d'éviter la formation de flaques d'eau et les infiltrations ; et éliminer rapidement les eaux d'exhaure pour réduire le plus possible la génération d'acide.
 - placer dans une aire sous contrôle les matières PGA (y compris les déchets) afin d'éviter systématiquement qu'elles ne soient en contact avec de l'oxygène ou avec de l'eau, en procédant comme suit⁶ :
 - submerger et /ou noyer les matières PGA en plaçant ces dernières dans un environnement anoxique (sans oxygène), le plus souvent sous une lame d'eau
 - en isolant les matières PGA au dessus de la nappe phréatique en les recouvrant d'une couverture imperméable pour limiter les infiltrations et l'exposition à l'air. Les couvertures sont généralement moins préoccupantes dans les climats arides où les précipitations sont faibles, et elles doivent être adaptées aux conditions climatiques et à la végétation (le cas échéant) caractéristiques du site
 - en mélangeant des matières PGA et des substances non PGA ou alcalines pour neutraliser la production d'acide, si cette option est acceptable. Les mélanges doivent être effectués en tenant dûment compte de toutes les caractéristiques de chacune des matières utilisées, le ratio des matières alcalines et des matières génératrices d'acide, l'étude des échecs antérieurs, et la nécessité de procéder à des essais statiques et à des essais cinétiques à long terme.

Déchets courants non dangereux

Les pratiques recommandées pour gérer les déchets ménagers et les déchets industriels ne provenant pas des opérations de traitement consistent notamment, à :

- gérer les déchets solides non dangereux conformément aux recommandations présentées dans les Directives EHS générales ;
- collecter les déchets solides non dangereux en vue de leur recyclage ou de leur transfert dans des décharges contrôlées agréées. La mine doit procéder à des audits des décharges extérieures au site qu'elle peut utiliser pour s'assurer que ces décharges suivent des méthodes de gestion des déchets appropriées. Lorsqu'il n'existe pas de décharge de cette nature à une distance raisonnable, la mine doit mettre en place et exploiter sa propre décharge en obtenant à cet effet les permis réglementaires nécessaires et en procédant à des études justifiables au

⁵ Voir U.S. Department of the Interior, Office of Surface Mining, *Acid Mine Drainage Prevention and Mitigation*, disponible à : <http://www.osmre.gov/lamdpm.htm> ; et *Policy for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia* (BC MEM 1998) disponible à : www.em.gov.bc.ca/Mining/MinePer/ardpolicy.htm

⁶ Ibid (pour de plus amples informations sur le choix des emplacements).

plan scientifique démontrant que la décharge des déchets non dangereux n'aura pas d'impact sur la santé de la population et sur l'environnement⁷ ;

- ne pas décharger les déchets solides non dangereux au même endroit que les déchets rocheux ou les morts-terrains sauf dans des circonstances exceptionnelles dûment expliquées et justifiées dans l'évaluation environnementale et sociale du projet.

Déchets dangereux

Les pratiques recommandées pour la gestion des déchets dangereux consistent, notamment, à :

- gérer les déchets dangereux, y compris les produits chimiques, les huiles usées, ainsi que les matériaux et conteneurs ayant servi d'emballage, de la manière décrite dans les Directives EHS générales;
- confier la manutention des déchets dangereux à des prestataires spécialisés (conformément aux permis réglementaires) exploitant des installations de gestion des déchets dangereux spécialement conçues et gérées à cette fin. Lorsqu'il n'existe pas de prestataires de cette nature à une distance raisonnable, la mine doit mettre en place et exploiter sa propre installation en obtenant à cet effet les permis réglementaires nécessaires ;
- utiliser les huiles usées de préférence comme combustibles supplémentaires dans les installations de génération d'électricité, en suivant les directives applicables aux émissions des sources de combustion (voir les Directives EHS générales et les Directives EHS pour l'électricité thermique).

⁷ Detailed guidance on the design and operation of waste management facilities is provided in the EHS Guidelines for Waste Management Facilities.

Matériaux dangereux

Les matériaux dangereux doivent être manipulés, entreposés et transportés de manière à éviter toute fuite, déversement ou autre rejet accidentel dans le sol, les eaux de surface et les eaux souterraines. Pour limiter le plus possible le risque de déversements accidentels provenant de réservoirs de stockage et de canalisations (par exemple avec des résidus miniers canalisés), il est recommandé de prendre des mesures d'atténuation des risques qui consistent, notamment, à :

- installer une enceinte étanche secondaire pour limiter l'écoulement dans des eaux réceptrices (par exemple, puisards, aires de rétention, revêtements imperméables), notamment :
 - en construisant des canalisations à double paroi ou à paroi renforcée dans les sections situées à des endroits cruciaux (par exemple, la traversée d'un large cours d'eau)
 - en multipliant sur les conduites des vannes d'isolement pour limiter le plus possible les volumes déversés et isoler les flux dans les zones critiques.

Des recommandations plus détaillées pour la gestion des matériaux dangereux, notamment la prévention des déversements et la planification du contrôle des activités de manutention, de stockage et de transport de matériaux tels que combustibles et produits chimiques sont présentées dans les Directives EHS générales.

Cyanure

Le cyanure doit être utilisé conformément aux principes et normes de pratiques du Code international de gestion du cyanure⁸. Le code du cyanure présente des principes et normes

⁸ Code international de gestion du cyanure disponible à : <http://www.cyanidecode.org/>

de pratiques applicables à plusieurs aspects de l'utilisation de cyanure, notamment son acquisition (le choix de fabricants), son transport, sa manutention / son stockage, son exploitation, le déclassement des unités de cyanuration, la sécurité des employés, les interventions d'urgence, la formation, et la consultation publique et la divulgation. Le Code est une initiative à adhésion volontaire lancée dans le cadre d'un dialogue entre différentes parties prenantes sous les auspices du Programme des Nations Unies pour l'environnement et est géré par l'Institut international de gestion du cyanure.

Affectation des sols et diversité biologique

L'altération de l'habitat est l'un des risques les plus graves que peuvent poser les activités d'exploitation minière pour la biodiversité. Un habitat peut être altéré à tous les stades du cycle de l'exploitation minière, mais les risques d'altération permanente ou temporaire des habitats terrestres et aquatiques sont les plus élevés durant les activités de construction et d'exploitation. Par ailleurs, les activités de prospection exigent souvent la construction de routes d'accès, l'établissement de couloirs de transport et l'installation de camps temporaires pour loger les mineurs, autant d'activités qui peuvent donner lieu à des opérations de défrichage et à un afflux de population plus ou moins important.

Selon le type d'exploitation minière, les activités de mise en valeur et de construction nécessitent souvent le défrichage de terrains aussi bien pour la mine que pour les installations de traitement, les parcs à résidus miniers, les haldes et les aires de stockage et aussi pour les infrastructures comme les bâtiments, routes, camps de construction, sites urbains, structure de gestion des eaux, centrale électrique, lignes de transport d'électricité et couloirs d'accès au site de la mine.

La protection et la conservation de la biodiversité sont indispensables à un développement durable. Réussir à concilier

les besoins de conservation et les priorités de développement tout en répondant aux besoins des communautés locales quant à l'utilisation des sols est souvent l'un des problèmes fondamentaux auxquels sont confrontés les projets miniers. Les stratégies recommandées consistent notamment à déterminer :

- si le projet va avoir un impact négatif sur un habitat naturel essentiel⁹ ou réduira la population des espèces menacées d'extinction, gravement ou non
- si le projet va avoir un impact probable sur une zone protégée quelconque
- quelles sont les possibilités de poursuivre des projets de compensation de la diminution de la biodiversité (c'est-à-dire des projets de gestion d'autres zones caractérisées par une importante biodiversité lorsque des pertes se sont produites sur le site principal par suite de la mise en valeur du site minier) ou de prendre d'autres mesures pour en atténuer l'effet
- si le projet et son infrastructure va encourager un afflux de population susceptible d'avoir un impact défavorable sur la biodiversité et les communautés locales
- si des partenariats peuvent être lancés avec des organisations scientifiques accréditées au plan international pour, par exemple, entreprendre des évaluations de la biodiversité, procéder à un suivi systématique et gérer des programmes axés sur la biodiversité
- si des consultations vont pouvoir être tenues avec les principales parties prenantes (par exemple le gouvernement, la société civile et les communautés qui pourraient subir les répercussions du projet) pour comprendre les besoins divergents en ce qui concerne

⁹ Tel que défini les Critères de Performance 6 de l'IFC (PS6) –Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles. Les lecteurs sont invités à prendre connaissance de la définition du concept d'habitat essentiel et des conditions applicables dans le document PS6.

l'utilisation des sols et combien les communautés sont tributaires des ressources naturelles et / ou définir des règles de conservation qui peuvent s'appliquer dans la région.

Habitats terrestres

Il importe de limiter dans toutes la mesure du possible l'altération temporaire et permanente des habitats terrestres et d'agir conformément aux critères de protection et de préservation des habitats essentiels. Les stratégies recommandées pour gérer cette question consistent, notamment, à¹⁰:

- construire les routes d'accès et les installations dans des endroits sélectionnés de manière à ne pas avoir d'impact sur les habitats terrestres cruciaux, et planifier les activités de prospection et de construction de manière à éviter les périodes sensibles de l'année ;
- limiter le plus possible les opérations qui ont pour effet de perturber la végétation et les sols ;
- mettre en œuvre des mesures d'atténuation adéquates pour les différents types d'habitat et leurs impacts potentiels en prévoyant, notamment, la remise en état du site à la fermeture de la mine (ce qui peut nécessiter de procéder à des inventaires initiaux, à des évaluations, voire même au sauvetage d'espèces), la compensation des pertes, ou le dédommagement des utilisateurs directs ;
- éviter d'ériger des obstacles aux mouvements des espèces sauvages ou de menacer les espèces migratoires (d'oiseaux, par exemple), ou encore de limiter ces obstacles ou menaces dans toute la mesure du possible et

ouvrir d'autres voies de migration lorsqu'il est impossible de ne pas créer d'obstacles ;

- planifier de manière à éviter les zones sensibles et mettre en place des zones tampons ;
- poursuivre les activités de manière à ce que le risque de glissement de terrain ou de coulée de débris ou de boue, de déstabilisation des rives ou des cônes d'alluvionnement soit le plus limité possible ;
- mettre en œuvre des mesures de conservation des sols (par exemple, l'isolement, le placement judicieux et l'empilement des sols propres et des morts-terrains en vue de la remise en état du site) ; prendre en considération des facteurs essentiels comme le placement, le site, la conception, la durée, la couverture, la réutilisation et la possibilité d'une manutention unique ;
- lorsque la terre arable a été enlevée au préalable, entreposer ladite terre en vue des activités futures de remise en état du site. La gestion de la terre arable doit donner lieu au maintien de l'intégrité du sol en vue de son utilisation future. Il importe de mettre en place une protection temporaire ou une mise en végétation des aires de stockage pour prévenir toute érosion ;
- maintenir la qualité et la composition du substrat de culture en vue de son utilisation (par exemple à des fins de recouvrement) pendant les activités de fermeture et de remise en état du site ;
- veiller à ce que le substrat de culture soit suffisant pour permettre la croissance d'espèces végétales autochtones adaptées aux conditions climatiques locales et compatibles avec l'usage prévu pour les terres. L'épaisseur globale du substrat doit correspondre à celle observée dans les zones avoisinantes non perturbées et être adaptée à l'usage qui sera fait des terres ;
- gérer la croissance de la végétation le long des routes de desserte et autour des installations permanentes en

¹⁰ De plus amples informations sur les stratégies de conservation de la biodiversité sont données dans les publications intitulées "Integrating Mining and Biodiversity Conservation – Case Studies from around the world" (IUCN et ICMM, 2004) et "Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity" (ICMM 2006).

surface. Enlever les espèces végétales invasives et replanter des espèces autochtones. Employer des méthodes biologiques, mécaniques et thermiques pour maîtriser la végétation et éviter d'employer des herbicides chimiques dans la mesure du possible.

S'il est démontré qu'il est nécessaire d'employer des herbicides pour maîtriser la croissance de la végétation le long des routes de desserte ou autour des installations, il importe de former le personnel à cet effet. Les herbicides à éviter sont notamment ceux qui figurent dans les Classes de risques 1a et 1b de la Classification des pesticides par risque recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), ceux qui figurent dans la Classe II de ladite Classification (si le pays d'accueil du projet n'impose pas de restrictions à la distribution et à l'utilisation de ces produits chimiques, ou s'il est probable que ces derniers soient accessibles à des personnes n'ayant ni la formation, ni l'équipement ni les installations nécessaires pour assurer la manutention, stocker, appliquer et mettre au rebut ces produits de manière appropriée), et aux Annexes A et B de la Convention de Stockholm, sauf dans les conditions stipulées dans la convention¹¹.

Habitats aquatiques

Les habitats aquatiques peuvent être altérés par suite de modifications des régimes des eaux de surface et des eaux souterraines, et des pressions accrues exercées de ce fait sur les communautés de poissons et d'espèces sauvages. Les opérations de terrassement peuvent mobiliser des sédiments qui sont transportés dans des cours d'eau et ont un impact négatif sur la qualité et le volume des ressources en eau. Les stratégies recommandées pour gérer cette question consistent, notamment, à :

- limiter le plus possible la création et la longueur de nouveaux couloirs d'accès ;
- mettre hors services et remettre en végétation les routes de desserte utilisées pendant la phase de prospection et installer des barricades pour qu'il ne soit pas possible d'y accéder ;
- maintenir, dans la mesure du possible, des voies de drainage naturelles et rétablir ces dernières si elles ont été perturbées ;
- maintenir le même périmètre de captage ou un périmètre comparable à celui qui existait avant la mise en valeur du site ;
- protéger la stabilité des cours d'eau en limitant les impacts pouvant perturber le débit des eaux et les rives, et en instaurant des zones non constructibles le long des zones ripariennes ;
- réduire le volume des ruissellements en cas de précipitations importantes au moyen d'infrastructures installées sur le site pour stocker et gérer l'eau (par exemple : bassins de rétention, puisards, fossés de faible pente, dérivations d'eau propre) ;
- concevoir des ponts et des dalots temporaires et permanents pour gérer les débits de pointe en fonction du risque potentiel correspondant ;
- construire, entretenir et remettre en état des lits de cours d'eau stables, offrant de bonnes conditions de sécurité pour l'usage auxquels ils sont destinés et qui ont le moins d'impact possible en matière d'érosion, de mouvement de masse et de dégradation du chenal ou du lit de lac.

Habitats marins

Les habitats aquatiques situés dans le milieu marin peuvent être altérés par les opérations de dragage des fonds marins, l'exploitation des minéraux en eau profonde, les activités de chargement off-shore, la construction de ports et l'évacuation

¹¹ Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (2001).

des déchets miniers. Les eaux fluviales et de ruissellement altérées par des opérations minières peuvent aussi avoir un impact sur le milieu marin. Les principales répercussions négatives sont, notamment, la perturbation et la destruction d'habitats, la suspension de sédiments dans la colonne d'eau, le changement de température de l'eau, et la modification de sa qualité. Les entités parrainantes des projets doivent engager les services de spécialistes pertinents pour procéder aux évaluations des impacts marins qui ont également une dimension socio-économique (comme les impacts sur les lieux de pêche). L'évaluation et la gestion des impacts doivent cadrer avec les engagements pris par le pays d'accueil dans le contexte de conventions internationales, y compris la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer¹².

Qualité de l'air

La gestion de la qualité de l'air ambiant sur le site de la mine est une opération importante à tous les stades du cycle de l'activité minière. Des particules atmosphériques peuvent être émises à chaque phase du cycle, mais ces émissions sont particulièrement fortes durant les activités de prospection, de mise en valeur, de construction et d'exploitation. Les principales émissions sont les poussières fugaces provoquées par les explosions, les surfaces exposées à l'air libre comme les haldes de déchets miniers, les décharges de déchets, les voies de desserte et les infrastructures ainsi que, dans une moindre mesure, les gaz de combustion des carburants des machines stationnaires et mobiles. Des recommandations sur les questions ayant trait à la qualité de l'air ambiant sont présentées dans les Directives EHS générales. .

Poussières

Les émissions de poussières fugaces provenant des surfaces sèches des parcs à résidus miniers, des décharges de déchets, les stocks et les surfaces exposées à l'air doivent être limitées dans la mesure du possible. Les stratégies recommandées pour gérer la poussière consistent, notamment, à :

- employer des techniques de suppression de poussière (par exemple aspersion d'eau, emploi de revêtements tous temps, d'additifs agglomérant) pour les routes et les zones de travail, optimiser la configuration des circuits de circulation, et réduire la vitesse de déplacement des véhicules ;
- remettre en végétation ou couvrir rapidement les sols exposés à l'air et autres matériaux érodables ;
- ne débroussailler et n'ouvrir à l'exploitation de nouveaux terrains que lorsque cela est absolument nécessaire ;
- remettre en végétation ou empêcher par un moyen quelconque la génération des poussières dans les aires devenues inactives ;
- entreposer les matériaux sources de poussières dans des sites fermés ou faisant l'objet de mesures efficaces de suppression des poussières ;
- maintenir au minimum la hauteur de largage des matériaux pendant leur chargement, leur transfert et leur déchargement et procéder à ces opérations à l'abri du vent, puis envisager d'utiliser des systèmes de pulvérisation d'eau pour prévenir l'émission de poussières ;
- utiliser des convoyeurs couverts et équipés de systèmes de nettoyage des courroies revenant à vide pour les matériaux poussiéreux.

Émissions gazeuses

Les principales émissions gazeuses proviennent de la combustion de carburants dans les installations de génération d'électricité, de sources mobiles, de la génération de méthane

¹² La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (1982) comprend de nombreuses dispositions concernant la navigation, l'utilisation des ressources, et la protection des ressources situées dans la mer territoriale et dans la zone contiguë à ladite mer territoriale des États signataires. Le texte intégral de la convention est disponible à l'adresse : <http://www.un.org/Depts/los/index.htm>

ainsi que des opérations de séchage, de grillage et de fusion.

Les stratégies recommandées pour réduire et maîtriser les émissions des procédés stationnaires de génération de vapeur et d'électricité provenant de sources ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 mégawatts thermiques (MWth) et de sources mobiles figurent dans les Directives EHS générales ; les stratégies concernant les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les Directives EHS pour l'électricité thermique.

Fusion et grillage

Les recommandations générales concernant la fusion et l'affinage sont présentées dans les Directives EHS pour la fusion et l'affinage des métaux communs. Toutefois, certains points ne concernent que la fusion et le grillage des métaux précieux.

De nombreux producteurs de métaux précieux fondent ces métaux sur place avant de les expédier à des raffineries extérieures. L'or et l'argent sont généralement produits dans de petits fours de fusion à fondant dont les émissions sont limitées mais qui peuvent, lorsque certains minerais sont employés, contenir du mercure. Il importe de procéder à des essais avant l'opération de fusion pour évaluer la nécessité de collecter le mercure par distillation dans une cornue.

Les opérations donnant lieu au grillage de concentrés sont souvent associées à des niveaux élevés de mercure, d'arsenic et d'autres métaux, ainsi qu'à des émissions de SO₂. Les stratégies de gestion recommandées consistent, notamment, à :

- procéder à ces opérations à des températures déterminées (les fours de grillage opérant à des températures très élevées entraînent souvent de plus grandes difficultés sur le plan de la maîtrise des contaminants)

- mettre en place un système de lavage de gaz adapté

La fusion des platinoïdes est similaire à celle du nickel et de l'aluminium. Il importe de veiller à éviter de former du nickel carbonyle et du chrome VI durant le processus. Lorsque l'opération donne lieu au captage du méthane (évacuation), il importe de prendre en considération les utilisations profitables qui peuvent être faites de ce gaz.

Bruits et vibrations

Les sources d'émission de bruits dans le cadre de l'exploitation minière peuvent être les moteurs des véhicules, le chargement et le déchargement de roches dans des bennes en acier, les goulottes, les installations de génération d'électricité et d'autres activités ou engins associés aux domaines de la construction et de l'exploitation. Parmi les autres sources d'émissions sonores figurent, notamment, des activités telles que pelletage, sciage, forage, abattage à l'explosif, transport (y compris dans les couloirs ferroviaires et routiers et dans les convoyeurs), concassage, broyage et empilage. Il importe d'établir de bonnes pratiques de prévention des émissions sonores et de lutte antibruit en fonction de l'utilisation principale des terrains et de la proximité des zones de réception des bruits comme les lieux utilisés à une fin quelconque par les communautés locales.

Les stratégies recommandées pour gérer les bruits consistent, notamment, à :

- veiller à ce que le niveau des bruits au lieu de réception le plus proche soit conforme aux normes énoncées dans les Directives EHS générales;
- lorsque cela s'avère nécessaire, atténuer les émissions sonores et lutter contre le bruit au moyen de techniques consistant entre autres, à :
 - mettre en place des enceintes et barder les installations de transformation

- installer des écrans anti-bruit appropriés et/ou des enceintes et des rideaux d'insonorisation à proximité des engins qui sont sources de bruits (par exemple, concasseurs, broyeurs et tamis)
- installer des barrières naturelles à la périphérie du site, des écrans végétaux ou des levées de terre ou merlons, par exemple
- optimiser les schémas de circulation des véhicules à l'intérieur du site, en particulier pour réduire le plus possible la nécessité de faire marche arrière (et, donc, le bruit des avertisseurs de marche arrière) et pour accroître au maximum les distances entre les véhicules et les milieux récepteurs sensibles les plus proches

Les vibrations les plus fortes sont généralement provoquées par les activités d'abattage à l'explosif ; toutefois de nombreux types d'équipements peuvent provoquer des vibrations. Les mines doivent réduire le plus possible les sources importantes de vibrations, par exemple en adoptant une conception adéquate des fondations des installations de concassage. Dans le cas des émissions sonores des tirs de mines (vibration, tirs à l'air comprimé, surpression aérienne, ou projections de fragments de roche), les pratiques recommandées consistent à :

- recourir à un sciage mécanique dans la mesure du possible pour éviter d'utiliser des explosifs ou limiter leur emploi
- établir des plans de charge précis ; employer des procédures de charge et des mélanges explosifs correctement dosés, utiliser des détonateurs à retard, à micro-retard ou électroniques et procéder à des essais d'explosion sur le site (l'utilisation de détonateurs à retard court avec amorçage en fond de charge améliore la fragmentation et limite les vibrations du sol) ;

- concevoir des plans du tir donnant lieu, notamment à l'examen des fronts d'abattage pour éviter que les charges ne soient placées dans un espace trop confiné ainsi qu'à l'examen des trous de forage pour détecter toute déviation et refaire les calculs des tirs de mine en conséquence ;
- mettre en place des dispositifs de maîtrise des vibrations et des surpressions avec des grilles de forage adaptées ;
- concevoir des fondations adéquates pour les concasseurs primaires et les autres sources importantes de vibrations.

Consommation d'énergie

Les activités qui consomment le plus d'énergie dans le cadre d'une exploitation minière sont, notamment, les activités de transport, de prospection, de forage, d'excavation, d'extraction, de broyage et de concassage ainsi que les systèmes de pompage et de ventilation. Les mesures recommandées pour réaliser des économies d'énergie consistent, notamment, à :

- employer des technologies non invasives, comme la télédétection et des technologies de surface pour réduire le plus possible les excavations et les forages exploratoires ;
- employer des moteurs et des pompes d'une puissance adaptée aux opérations d'excavation et de transport, de broyage et de manutention des minerais, ainsi que des variateurs pour les activités dans le cadre desquelles les charges peuvent être extrêmement variables.

Impacts visuels

L'exploitation minière, en particulier à ciel ouvert, peut avoir un impact visuel négatif sur des ressources qui sont associées à d'autres utilisations des terres, telles que des activités de loisirs et le tourisme. Les éléments qui peuvent contribuer à ces impacts visuels sont notamment les murs élevés, l'érosion, la décoloration de l'eau, les routes de desserte, les haldes, les bassins à boue, les structures et les équipements miniers

abandonnés, les décharges, les exploitations à ciel ouvert et le déboisement. Les responsables des opérations d'exploitation minière doivent prévenir et réduire le plus possible les impacts visuels négatifs en tenant des consultations avec les communautés locales sur les utilisations qui pourront être faites des terrains après la fermeture de la mine, et en intégrant une évaluation des impacts visuels au processus de réaménagement du site de la mine. La remise en état des terres doit, dans la mesure du possible, cadrer avec les paysages voisins. La conception et les procédures de réaménagement des terres doivent prendre en considération la proximité des points de vue du site de la mine et l'impact visuel dans le contexte du rayon de distance¹³. Les mesures d'atténuation peuvent consister à placer de manière stratégique des écrans visuels tels que des rideaux d'arbres, à planter des plantes appropriées durant la phase de remise en état et à changer l'emplacement des installations auxiliaires et des routes d'accès.

1.2. Hygiène et sécurité au travail

Les activités d'exploitation minière doivent viser à assurer des conditions dans lesquelles les employés peuvent travailler sans être exposés à des risques corporels et qui favorisent un bon état de santé du personnel. Les risques qui peuvent se poser dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail propres à l'installation doivent être identifiés dans le cadre d'une analyse de la sécurité au travail ou d'une évaluation globale des dangers et des risques effectuées par des méthodes éprouvées, par exemple une étude d'identification des risques [HAZID], une étude de risques et d'opérabilité [HAZOP], ou une évaluation quantitative des risques [QRA]. En règle générale, il est important, dans le cadre de la planification de la gestion des

questions de santé et de sécurité, d'adopter une démarche systématique et structurée incorporant les actions de prévention et de maîtrise des risques sanitaires et sécuritaires d'origine physique, chimique, biologique, et radiologique décrites dans les Directives EHS générales.

Des risques concernant l'hygiène et la sécurité au travail se posent à tous les stades du cycle de la mine et rentrent dans les catégories suivantes :

- Questions générales d'hygiène et de sécurité sur les lieux de travail
- Matières dangereuses
- Utilisation d'explosifs
- Sécurité et isolement des installations électriques
- Risques corporels
- Rayonnements ionisants
- Aptitude physique
- Santé pendant les déplacements et dans des sites excentrés
- Contrainte thermique
- Bruits et vibrations
- Risques propres aux mines souterraines (incendies, explosions, espaces confinés et atmosphère pauvre en oxygène)

Questions générales d'hygiène et de sécurité au travail

Les stratégies recommandées pour gérer les risques généraux sur les lieux de travail consistent, notamment, à :

- inscrire la gestion des risques sanitaires et sécuritaires posés par les activités de prospection et d'exploitation minières dans un plan détaillé de gestion des questions

¹³ Un exemple de méthode d'évaluation de l'impact visuel pouvant servir à déterminer l'ordre de priorité des mesures de prévention et d'atténuation est donné dans United States Bureau of Land Management's Visual Resource Contrast Rating system (<http://www.blm.gov/nstc/VRM/8431.html>)

d'hygiène et de sécurité comprenant les éléments suivants :

- des plans d'intervention d'urgence préparés spécialement pour les activités de prospection et de production (compte tenu de l'isolement géographique fréquent des sites des mines), ainsi que la fourniture et l'entretien des équipements et équipements d'intervention et de secours d'urgence nécessaires ;
 - la formation d'un nombre suffisant d'employés de manière à pouvoir donner les premiers soins en cas d'urgence ;
 - la formation de certains employés portant sur la gestion de l'hygiène et de la sécurité sur les lieux de travail et, notamment, un programme de communication faisant clairement part de la détermination de la direction à assurer l'hygiène et la sécurité des travailleurs. Ce programme de communication doit donner lieu à des réunions à intervalles réguliers, par exemple chaque jour avant le départ pour la mine des équipes de mineurs ;
 - la prise en compte de considérations ayant trait aux comportements dans le cadre de la gestion de l'hygiène et de la sécurité, notamment par des processus d'observation des comportements ;
 - la formation des employés pour leur apprendre à reconnaître et à prévenir les risques inhérents au travail dans des zones isolées telle que les précautions à prendre pour se garder des espèces sauvages, la protection contre les éléments, les contraintes thermiques, l'acclimatation, l'exposition à des maladies et des aides à la navigation pour éviter de se perdre ;
- installer des systèmes d'éclairage adéquats et sans danger¹⁴ adaptés aux conditions de travail prévu sur les voies de circulation, les zones de travail de la mine ainsi qu'à l'intérieur et autour des installations en surface et des décharges des mines (voir les recommandations relatives à l'éclairage présentées à la Section 2.0). D'autres directives doivent être respectées, comme les normes locales d'éclairage applicables aux équipements mobiles opérant en surface et sur les routes publiques ¹⁵ ;
 - veiller à ce que les panneaux installés pour les zones dangereuses, les installations, les équipements, les mesures de sécurité, les issues de secours, et toutes autres zones connexes, soient conformes aux normes internationales (notamment au plan de leur propreté, de leur visibilité et de leur facteur de réflexion dans les zones qui peuvent être mal éclairées ou être sources de poussière et de pollution), soient vus et aisément compris par les travailleurs, les visiteurs et, le cas échéant, la population en général ;
 - dans la mesure où l'exploitant de la mine n'est pas en mesure d'éliminer ou de réduire suffisamment les risques ou les niveaux d'exposition par d'autres technologies, plans de travail ou procédures, fournir aux travailleurs et aux visiteurs les équipements de protection individuelle nécessaires, donner les instructions à suivre pour les entretenir et les utiliser de manière appropriée et assurer un suivi en ce domaine. Les équipements visés consistent au minimum en casques de sécurité et de chaussures de protection, en plus des équipements de protection des yeux et des mains.
 - établir le bilan de santé des employés à intervalles réguliers, en fonction de l'exposition au risque. Les

¹⁴ Étant donné la nécessité d'éviter des lumières aveuglantes ou pouvant déclencher un incendie.

¹⁵ As a general rule, mobile equipment should produce an illumination level of 50 Lux across the passage at a distance of 1.5 times the stopping distance.

dossiers médicaux doivent être conservés pendant au moins 20 ans.

Matières dangereuses

Les aires de travail doivent être équipées de systèmes adéquats de ventilation et d'évacuation des poussières / fumées qui permettent de maintenir à des niveaux non dangereux et de gérer les expositions à des substances qui peuvent être corrosives, oxydantes, réactives ou siliceuses de la manière indiquée dans les Directives EHS générales. Des installations de rinçage des yeux et de douches d'urgence doivent en outre être installées dans les zones où les travailleurs risquent d'être exposés à une contamination par des produits chimiques et doivent recevoir rapidement un traitement. Des fiches techniques santé-sécurité (FTSS) doivent être disponibles pour toutes les matières dangereuses se trouvant sur le site.

Emploi d'explosifs

Les risques posés à la sécurité par les opérations d'abattage à l'explosif sont généralement liés à des explosions accidentelles et à un manque de coordination et de communication de ces activités. Les méthodes recommandées pour gérer les explosifs consistent, notamment, à :

- procéder à l'utilisation, à la manutention et au transport des explosifs conformément aux règles de sécurité locales et / ou nationales ;
- confier les tirs de mines à des bouffeux agréés ou à des spécialistes des explosifs ;
- gérer systématiquement les opérations de tirs de mine aux niveaux du bourrage, de l'allumage et de la détonation des explosifs, les activités d'excavation à proximité d'explosifs, les ratés et l'évacuation des produits ;
- adopter un calendrier régulier pour les tirs de mines et éviter le plus possible les changements d'horaires ;

- mettre en place des systèmes d'avertissement (tels que sirènes et signaux lumineux clignotants) et des procédures précises avant chaque tir pour prévenir tous les travailleurs et les tierces parties se trouvant dans les zones avoisinantes (par exemple les habitants des environs). Les procédures peuvent donner lieu à l'interruption de la circulation routière et ferroviaires aux abords du site ;
- donner au personnel une formation portant sur la manutention des explosifs et la gestion de la sécurité ;
- exiger la délivrance de permis pour tout le personnel concerné (pour la manutention, le transport, l'entreposage, le chargement et la mise en œuvre des explosifs ainsi que pour la destruction des explosifs excédentaires ou non utilisés) ;
- procéder à la reconnaissance du chantier après le tir de mine par un personnel qualifié pour détecter toute anomalie ou raté avant d'autoriser le retour du reste du personnel ;
- appliquer des procédures de vérification spéciales pour toutes les opérations faisant intervenir des explosifs (manutention, transport, entreposage, bourrage, tir, et destruction des explosifs inutilisés ou excédentaires) conformément aux codes de prévention des incendies et aux documents de référence pertinents en matière de règles de sécurité nationales ou reconnus au plan international ;
- employer un personnel de sécurité compétent pour assurer le contrôle des activités de transport, d'entreposage et d'utilisation des explosifs sur le site.

Sécurité et isolation électriques

La sécurité et l'isolation électriques de toutes les sources d'énergie et de substances dangereuses doivent être assurées conformément aux Directives EHS générales. Les pratiques de gestion recommandées pour les opérations minières consistent, notamment, à :

- établir des normes de compétence en électricité et des procédures de travail dans de bonnes conditions de sécurité pour tous les travaux d'électricité, notamment la construction, la mise hors service et la démolition des équipements et équipements électriques ;
- utiliser des dispositifs de sécurité électriques pour tous les circuits de distribution finale, et procéder à la vérification de ces systèmes de sécurité selon un calendrier adapté ;
- disposer, pour toutes les sources d'énergie ou de substances dangereuses, de procédures d'isolation consignées par écrit qui indiquent comment assurer et maintenir de bonnes conditions de sécurité au niveau du système, de l'installation ou du matériel.

Risques corporels

Les risques corporels posés par les opérations minières peuvent comprendre : les risques de glissement de terrain, de chutes de pierre, d'affaissement du front d'abattage ou d'un effondrement dans les chantiers à l'air libre ou souterrains; les risques associés aux transports (par exemple par camion ou chemin de fer, sur des routes de desserte surélevées), les risques posés par le travail en hauteur et la possibilité de chute, et ceux qui sont associés à l'emploi d'équipements fixes et mobiles, des appareils de levage et de équipements mobiles. Les stratégies de prévention et de maîtrise des risques consistent, notamment, à procéder comme indiqué ci-après :

Sécurité géotechnique

- Planifier, concevoir et exploiter toutes les structures telles que mines à ciel ouvert, haldes, bassins de retenue des résidus miniers, installations de confinement et excavations souterraines de manière à pouvoir gérer de manière appropriée les risques géotechniques pendant l'intégralité du cycle minier. Les mesures de sécurité doivent être encore plus rigoureuses dans les zones d'activité sismique et dans celles où peuvent se produire des phénomènes climatiques extrêmes. Il importe de procéder à un suivi systématique et à un examen régulier des données sur la stabilité géotechnique. La stabilité à long terme des sites exploités doit être dûment prise en considération dans le cas aussi bien des mines à ciel ouvert que des mines souterraines ;
- établir les coefficients de sécurité statique pour les haldes, les décharges et autres structures de confinement en fonction du niveau de risque en phase d'exploitation et à la fermeture de la mine ;
- prendre en compte l'évolution possible des propriétés géotechniques des décharges par suite des altérations dues aux effets de catalyse chimiques ou biologiques. Il faut prendre en compte la possibilité de détérioration des propriétés géotechniques dans le cadre de la conception des nouvelles installations en appliquant des coefficients de sécurité plus élevé. Il faut aussi prendre en compte ces modifications potentielles dans le cadre des évaluations de la stabilité / sécurité des installations existantes ;
- procéder à une évaluation précise des conditions de sécurité du chantier en ce qui concerne les chutes de pierre et/ou les glissements de terrain. Il importe d'être particulièrement vigilant après de fortes chutes de pluie, des secousses sismiques et des opérations de tir de mine. Il faut réduire les risques le plus possible en concevant de manière appropriée les terrasses et les pentes des

- excavations, les plans de tir, les épierrements, les bermes de protection et en réduisant la circulation.
- inclure dans les analyses de stabilité géotechnique une évaluation de la topographie naturelle aux alentours du site de la mine, ainsi que des infrastructures minières connexes, telles que talus remaniés et alignement des routes. Des risques géotechniques peuvent exister avant même le début des activités minières, en particulier dans les zones à climat tropical et dans les zones d'activité sismique où les sols sont profondément météorisés et exposés à de fortes précipitations. Ces conditions peuvent poser des risques particulièrement élevés dans les zones d'installation / de logement associées à l'exploitation minière. Il importe d'utiliser de manière générale des méthodes moderne de mesure des déformations topographiques en trois dimensions et de traiter et évaluer les données obtenues au moyen de logiciels spéciaux pour surveiller la stabilité des terrains, surtout sous terre mais aussi en surface.

Sécurité des machines et des équipements

Pour prévenir et maîtriser les risques posés par l'utilisation de machines et de équipements, il est nécessaire de prendre des mesures pour renforcer la visibilité en tous points du site minier. Les pratiques de gestion de la visibilité considérées peuvent consister, notamment, à :

- utiliser des couleurs contrastées pour les équipements / machines, et leur mettre des marques réfléchissantes pour les rendre encore plus visibles ;
- utiliser des machines et équipements mobiles qui offrent à l'opérateur de meilleures lignes de visibilité¹⁶ ;

- faire porter aux travailleurs des vêtements de travail à haute visibilité ;
- installer des marques réfléchissantes sur les structures, aux carrefours, et dans d'autres endroits où des accidents peuvent se produire (les murs de structures non amovibles, par exemple, doivent être blanchis à la chaux afin d'être plus visibles) ;
- utiliser des éclairages adaptés pour les zones d'exploitation immédiate où des équipements /machines effectuant de fréquents virages et marches arrière ;
- installer des barrières de sécurité le long des sections des pistes construites sur le site / des couloirs de transport qui sont particulièrement dangereuses. Ces barrières peuvent être construites au moyen de déblais ou d'autres matériaux capables d'arrêter un véhicule.

Des recommandations sur la gestion des travaux effectués dans des espaces confinés ou dans des excavations et des travaux en hauteur sont présentées dans les Directives EHS générales.

Rayonnements ionisants

Lorsque des risques de rayonnement naturel existent, les mesures d'atténuation recommandés consistent notamment à :

- mettre en place un programme de suivi dosimétrique dans toutes les zones où les travailleurs peuvent être exposés à des doses au niveau de l'organisme entier supérieures à 6 millisieverts sur une période de 12 mois (se reporter aux limites d'exposition à des rayonnements ionisants en dose représentative en milieu professionnel présentées à la Section 2.0). Le programme doit comprendre des évaluations effectuées au niveau des lieux de travail ainsi qu'un suivi au niveau des individus.

¹⁶ Les lignes de visibilité des nouveaux équipements doivent être évaluées au moyen d'instruments tels que le logiciel United States National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) Visibility Analysis Software, disponible à : <http://www.cdc.gov/niosh/mining/mining/illum/>.

Aptitude physique

Les opérations minières demandent souvent un grand nombre de manipulations qui peuvent se solder par de graves blessures, des dégâts matériels ou des impacts environnementaux si la fatigue ou si l'état physique des travailleurs en arrive à compromettre leur travail. Il importe de procéder à une évaluation des risques pour identifier les rôles dans lesquels « l'aptitude au travail » (y compris l'aptitude physique) est une condition nécessaire pour assurer le déroulement de l'activité avec un risque réduit. Les mesures d'atténuation recommandées consistent, notamment, à :

- examiner les systèmes de gestion des équipes pour réduire la fatigue des employés ;
- adapter les examens médicaux préalables à l'emploi aux exigences de la fonction proprement dite (par exemple, un chauffeur doit avoir une bonne vue) ;
- formuler un programme de lutte contre l'alcool et autres drogues durant l'exploitation.

Déplacements et santé dans les zones isolées

Les opérations minières se trouvent souvent dans des régions très isolées, où l'accès à des services médicaux d'urgence ou généraux de haute qualité est très limité. Pour réduire les risques posés sur le plan de la santé par des déplacements fréquents (comme c'est le cas pour les équipes de prospection) et la vie dans des sites isolés, il est recommandé de prendre des mesures d'atténuation qui consistent, notamment, à :

- élaborer des programmes pour prévenir les maladies chroniques et aiguës en utilisant des systèmes d'assainissement et de lutte contre les vecteurs de maladies appropriés ;
- identifier les risques associés au travail en altitude ;
- lorsque les aliments sont préparés sur le site de l'exploitation minière, inspecter régulièrement les processus de préparation et d'entreposage de la

nourriture et d'évacuation des déchets puis procéder au suivi de ces activités afin de réduire le plus possible les risques de maladie.

Contrainte thermique

Les opérations minières peuvent exposer des travailleurs à des conditions climatiques extrêmes. Les températures ambiantes élevées engendrées par les processus industriels peuvent aussi provoquer une contrainte thermique et doivent être prises en compte. La contrainte thermique liée aux opérations souterraines est examinée dans la suite du présent document.

Bruit et vibrations

Les émissions de bruits et de vibrations doivent être gérées de la manière indiquée à la Section 1.1. Il est également recommandé de prendre des mesures pour gérer l'exposition professionnelle aux bruits et aux vibrations qui consistent, notamment, à :

- ramener le bruit à des niveaux d'exposition professionnelle acceptables comme indiqué dans les Directives EHS générales ;
- veiller à ce que les cabines des machines de grande taille (par exemple, les excavatrices, les camions-bennes, les tracteurs à pneus, les chariots de forage et autres équipements qui nécessitent un opérateur) soient insonorisées ;
- après avoir envisagé et essayé toutes les autres options, utiliser des dispositifs individuels de protection de l'ouïe, comme indiqué dans les Directives EHS générales ;
- limiter l'exposition de la main et du bras aux vibrations émises par des machines, par exemple des outils manuels ou électriques, ou encore à des vibrations dans tout le corps produites par les surfaces sur lesquelles les travailleurs se tiennent debout ou assis, par l'adoption et

l'entretien d'équipements respectant les normes
d'exposition professionnelle à des vibrations.

Risques particuliers aux opérations minières souterraines

Les risques sanitaires et sécuritaires professionnels considérés ci-après sont particuliers aux opérations minières souterraines. Un système de marquage doit systématiquement être mis en place dans le but de savoir où se trouvent toutes les personnes se déplaçant sous terre.

Ventilation

- Les systèmes de ventilation et de refroidissement de l'air doivent être adaptés aux opérations menées et pouvoir maintenir les températures dans les zones de travail et les concentrations de contaminants à des niveaux ne présentant pas de risque. Le système de ventilation est considéré être une composante essentielle du projet minier dans son ensemble et doit être traité comme tel. Les opérateurs et le personnel d'entretien des systèmes de ventilation doivent recevoir une formation adaptée couvrant des questions telles que les atmosphères explosibles, les produits de combustion, la poussière (surtout en présence de silice) et des émissions nocives des moteurs diesel ;
- Les mines souterraines doivent assurer une source sûre d'air pur dans toutes les zones où doivent se trouver des mineurs. Les stratégies de gestion recommandées consistent, notamment, à :
 - veiller à ce que les unités de ventilation en surface et les équipements auxiliaires connexes soient situés et gérés de manière à éliminer tout risque pouvant compromettre la performance du matériel de ventilation ou la qualité de l'air qu'il produit (par exemple, il ne faut pas entreposer des sources d'émissions et des matériaux inflammables ou explosifs à proximité des bouches d'entrée d'air) ;

- utiliser des ventilateurs auxiliaires pour éviter tout refoulement d'air incontrôlé ;
- évacuer le personnel de la mine, ou l'envoyer dans un poste refuge (doté de réserves d'eau et de nourriture adéquates), si le système de ventilation principal s'arrête et qu'il ne s'agit pas seulement d'une brève interruption ;
- barricader toutes les zones qui ne sont pas ventilées et poser des signes d'avertissement pour éviter toute entrée par inadvertance.
- évacuer directement dans les galeries de retour, l'air circulant dans toutes les zones où se trouvent les transformateurs, les compresseurs, les combustibles et autres zones à risque;

- Le cas échéant, il importe de surveiller les conditions thermiques pour identifier le stade auquel les individus peuvent souffrir de stress thermique (dû à la chaleur ou au froid), et de prendre des mesures de protection. Les températures doivent être maintenues à des niveaux raisonnables et adaptés aux activités poursuivies. Il importe aussi de procéder à des évaluations de la tolérance à la chaleur des mineurs, d'adopter des procédures d'acclimatation, de prévoir des pauses pour permettre aux travailleurs de s'hydrater, et d'adopter des horaires de travail-repos adaptés.

Poussière

- Outre les mesures indiquées face aux risques posés par la poussière identifiés plus haut et dans les Directives EHS générales, il importe d'intégrer pleinement les mesures de contrôle de la poussière dans les procédures d'exploitation souterraine, en particulier pour les activités de tir de mine, de forage, de transport des matériaux et de déversement. Il est essentiel de réduire la poussière le plus possible pour

améliorer la visibilité en milieu souterrain ainsi que les conditions sanitaires dans lesquelles opèrent les mineurs.

Feux et explosions

Les mines souterraines doivent préparer et mettre en œuvre des plans pour prévenir, détecter et combattre les départs de feux et pour les empêcher de se propager. Les stratégies de prévention de feux et explosions consistent, notamment, à :

- évaluer les risques d'incendie de manière régulière pour pouvoir identifier au plus tôt et réduire les zones exposées à des risques de propagation rapide d'un incendie (par exemple, les zones où sont utilisées des machines à moteur diesel sans rail de roulement) ;
- identifier les zones où existent des risques d'incendie par des panneaux d'avertissement, et interdire à toute personne de fumer, d'utiliser des lampes à flamme nue, des allumettes ou tout autre type de source d'inflammation dans les zones désignées à risque, sauf dans les cas où de rigoureux protocoles ont été établis et sont strictement appliqués (par exemple pour les opérations de soudage) ;
- éviter d'utiliser sous terre des transformateurs à huile;
- entreposer les matériaux inflammables dans des locaux ignifuges équipés de manière à pouvoir contenir les fuites et les débordements. Un système de détection et d'extinction des feux doit être installé dans chaque local de ce type ;
- situer, concevoir, équiper et exploiter tout entrepôt de produits inflammables ou dangereux, y compris d'explosifs, conformément aux codes pertinents de prévention des incendies et de sécurité, qu'ils soient nationaux ou agréés au plan international. Les entrepôts de produits explosifs doivent se trouver en surface à moins que les conditions existantes (sécurité, froid extrême, par exemple) ne justifient leur entreposage sous terre) ;

- éviter et maîtriser les feux sur les convoyeurs à bande en veillant à ce que les tuyaux d'incendie soient opérationnels et immédiatement accessibles sur toute la longueur des convoyeurs.

Dans les mines souterraines classées « grisouteuses » (catégorie dans laquelle rentrent la plupart des mines de charbon), il faut prendre des précautions supplémentaires qui consistent, notamment, à :

- prévenir toute inflammation en installant des détecteurs automatiques de gaz dans les zones où sont utilisées des équipements électriques, et d'autres détecteurs de gaz dans toutes les zones de travail souterraines de la mine (par exemple aux fronts de taille du charbon) ;
- prévenir toute inflammation en imposant des restrictions à l'utilisation d'articles contenant de l'aluminium, du magnésium, du titane, ou un alliage métallique léger à moins qu'il n'existe aucune possibilité de friction ou d'impact, ou que lesdits articles soient dûment revêtu d'un matériau anti-étincelles ;
- entreposer les outils manuels dans un local anti-étincelles et obtenir les permis nécessaires avant de les utiliser ;
- utiliser des fluides hydrauliques résistant au feu pour tous les équipements souterrains ;
- gérer les gaz inflammables et explosifs dans les sections en exploitation ou dans les parties abandonnées des mines souterraines, à moins que ces dernières n'aient été intégralement scellées et que toute source possible d'inflammation en ait été retirée. Lorsque l'air contient ≥ 1 % de méthane, tous les équipements électriques et mécaniques doivent être arrêtés. Lorsque l'air contient $\geq 1,5$ % de méthane, tout le personnel doit être évacué, à l'exception des individus équipés et formés requis pour normaliser la situation, et toutes les sources possibles d'inflammation doivent être désactivées et mises hors

tension. Les mines dans laquelle des émissions de méthane peuvent se produire doivent installer des systèmes de surveillance et d'alarme aux endroits le nécessitant ;

- installer et utiliser des portes coupe-feu.

Refuges et appareils respiratoires de secours

- Les mines souterraines doivent être conçues et exploitées de manière à comporter des sorties secondaires ou auxiliaires et des aires de refuge qui sont :
 - clairement marquées
 - à moins de 15 minutes de tout poste de travail situé à plus de 300 mètres d'un portail de la mine ou d'une recette de puits servant de voie d'accès
 - construites en matériaux non combustibles, dotées d'un mécanisme de fermeture hermétique pour empêcher le gaz de pénétrer, et suffisamment grandes pour accueillir toutes les personnes travaillant à proximité
 - équipées de liaisons indépendantes avec les installations au jour pour la ventilation et les communications (par exemple par téléphone), et dotées de réserves d'eau et d'équipements de premier secours
- Compte tenu d'une évaluation du risque de se trouver dans une atmosphère trop pauvre en oxygène (par exemple dans les mines utilisant des machines à moteur diesel sans rail de roulement), les mineurs travaillant sous terre doivent être équipés et avoir appris à se servir d'appareils respiratoires autonomes de secours qui leur permettent de survivre pendant le double du temps nécessaire pour atteindre un refuge ou une sortie de la mine (au minimum 30 minutes). Les mineurs doivent à tous moment porter leur appareil ou l'avoir à portée de main.

Éclairage

Les systèmes d'éclairage doivent être suffisants et ne pas présenter de danger¹⁷ dans les conditions de travail prévues le long des galeries et dans les zones de travail (se reporter aux valeurs recommandées pour l'éclairage dans la Section 2.0). D'autres recommandations visant de manière spécifique les opérations minières souterraines consistent notamment à :

- assurer un éclairage souterrain suffisant pour permettre l'exécution de toutes les opérations de travail dans de bonnes conditions de sécurité et la circulation sans risque pour les travailleurs et les équipements¹⁸ ;
- installer un éclairage permanent et suffisant dans les lieux suivants : tous les ateliers, tous les garages de réparation et d'entretien, et tous les autres sites où des machines sont en mouvement ou dont l'équipement pourrait présenter des risques (les principales galeries des puits et les galeries active du fond les postes de premier secours et les galeries de transporteur, de circulation et de transfert) ;
- installer des sources d'éclairage d'urgence distinctes et autonomes dans tous les endroits où une panne du système d'éclairage habituel pourrait être dangereuse. Ce système doit pouvoir se déclencher automatiquement pour permettre aux travailleurs de procéder à l'arrêt d'urgence des machines, et son bon état de fonctionnement doit être vérifié régulièrement ;
- Les mineurs travaillant en profondeur doivent avoir à tout moment avec eux une lampe avec coiffe agréée tant qu'ils sont sous terre. Cette lampe doit pouvoir fournir un éclairage d'au moins 1 500 lux sur une distance de 1,2 m pendant toute la durée du travail posté.

¹⁷ Compte dûment tenu de la nécessité d'éviter tout effet d'éblouissement et toute source possible d'inflammation.

¹⁸ As a general rule, underground workers should have cap lamps with a mean intensity of 1 candela (12.57 Lumens) and 10-hours battery capacity. Mining vehicles and transport equipment of all types should provide at least 10 Lux 20 m ahead of the device and 10 Lux 5 m behind it when reversing.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les problèmes de santé et de sécurité que peuvent poser aux populations locales les activités minières comprennent la sécurité des transports le long des couloirs d'accès, le transport et la manutention de produits dangereux, les impacts sur la qualité et le volume des ressources en eau, l'établissement involontaire de nouveaux sites de reproduction des vecteurs, et le risque de propagation de maladies transmissibles, , par suite de l'afflux de travailleurs, telles qu'affections respiratoires et infections transmises sexuellement. D'importants effets peuvent en outre s'exercer, au niveau des ménages et de la population, sur des facteurs sociaux déterminants de l'état de santé, comme la drogue, l'alcool, la violence contre les femmes et autres effets psychosociaux liés à une arrivée massive de main-d'œuvre durant les phases de construction et d'exploitation. L'arrivée de travailleurs et des membres de leur famille élargie exerce aussi de fortes pressions sur les installations et les ressources sanitaires des communautés voisines. Enfin, parce qu'elles ont de fortes répercussions, généralement positives, sur l'économie locale, les grandes exploitations minières peuvent rapidement transformer le profil de morbidité des communautés locales, qui peut passer de maladies infectieuses comme le paludisme et les affections respiratoires et gastro-intestinales, à un profil de maladies non transmissibles comme l'hypertension, le diabète, l'obésité et les troubles cardiovasculaires. L'infrastructure médicale de nombreux pays en développement ne possède souvent ni le matériel ni l'expérience nécessaire pour prendre en charge des maladies non transmissibles.

Les recommandations concernant la gestion de ces questions sont présentées dans les Directives EHS générales. D'autres questions propres aux activités minières qui ont des répercussions sur la santé et la sécurité des communautés, ainsi que des conséquences environnementales, sanitaires et

sécuritaires de plus vaste portée sont examinées dans les paragraphes qui suivent :

Sécurité des digues à stériles

Les digues, les bassins à stériles et autres retenues importantes de déchets humides peuvent poser des risques selon leur emplacement par rapport aux établissements humains et aux autres ressources de la population. Les considérations sanitaires, sécuritaires et environnementales des digues à stériles ont été examinées précédemment dans le présent document.

Barrages de retenue d'eau

Les barrages de retenue d'eau peuvent créer des sites de reproduction de vecteurs et modifier la structure des sites existants. Dans les régions où sévit le paludisme, les berges de la retenue d'eau peuvent devenir un site de reproduction des moustiques car elles se caractérisent par une importante ligne de végétation en eau peu profonde. Les retenues d'eau peuvent aussi constituer de nouveaux sites de reproduction pour les mollusques hôtes intermédiaires des parasites de la schistosomiase, grave maladie parasitaire courante dans de nombreuses régions à climat tropical.

Affaissement de terrain

Un affaissement de terrain peut se produire par suite d'activités minières souterraines ou d'extraction par dissolution. L'affaissement du terrain peut exposer le site à des inondations et causer d'autres dommages s'il ne permet plus d'exploiter des terres agricoles. Pour limiter le plus possible et / ou maîtriser les changements subis par le terrain par suite d'un affaissement, il est recommandé de prendre des mesures de gestion qui consistent, notamment, à :

- développer la mine compte tenu de l'emplacement / la taille du dépôt de minerai, des strates sus-jacentes, et de la profondeur que devront avoir les puits d'extraction (le risque d'affaissement est en général plus faible lorsque les excavations se font à une plus grande profondeur) ;
- surveiller la taille et la forme des cavernes minées au moyen d'un système de consignation des données et en employant certaines techniques d'exploitation (par exemple, l'évolution de la pression de dissolution et des taux de pompage, les volumes des flux, les températures, et certaines densités);
- combler les puits, les cheminées, les accès aux sites d'exploitation, les galeries à flanc de coteau, et les ouvertures des forages en surface au moyen de béton armé ou d'autres matériaux pour prévenir ou limiter les possibilités d'affaissement de terrain dans les zones à haut risque.;
- arranger les zones d'affaissement pour assurer un drainage adéquat et remettre les terres utilisées en état afin de permettre aux communautés de les utiliser comme auparavant ou de les affecter à des usages acceptables. Des panneaux de signalisation adéquats doivent être installés le long des routes traversant ces zones.

Préparation à des situations d'urgence et interventions en cas d'urgence

Les dispositions prises en matière de préparation à des situations d'urgence et d'intervention en cas d'urgence doivent être adaptées au degré de risque de cette nature, et correspondre aux mesures indiquées dans les Directives EHS générales. Un plan d'intervention en cas d'urgence doit être préparé conformément aux directives APPEL établies par le

PNUE pour les opérations minières : APPEL-Information et préparation au niveau local¹⁹.

Maladies transmissibles

La nature des projets miniers (par exemple, leur situation dans des endroits éloignés qui nécessitent de longues chaînes d'approvisionnement en matériaux/produits) exige la poursuite d'interventions préventives et durables pour limiter l'incidence et la propagation de maladies transmissibles associée à l'afflux de travailleurs migrants, des membres de leurs familles agrandies et d'autres personnes employées sur le site. Les activités de transports sur de longue distance peuvent favoriser la propagation de maladies, en particulier les infections sexuellement transmises. Sur le site de la mine, le respect de bonnes pratiques internationales pour la gestion des déchets solides, le drainage des eaux de surface et la gestion des eaux provenant des équipements sanitaires permet généralement de réduire efficacement l'incidence des maladies transmissibles vectorielles ou hydriques.

Les installations et les services d'hébergement et d'alimentation doivent être conçus et entretenus conformément aux normes agréées au plan international. Les quartiers où vivent les travailleurs, qui sont conçus et entretenus dans le respect de ces normes pour éviter l'entassement de population, permet de réduire la transmission de maladies respiratoires contagieuses qui peuvent se propager dans les communautés locales. En ce qui concerne les installations et les services d'alimentation, le respect des normes de conception, d'entretien et d'exploitation HACCP permet de réduire la probabilité de transmettre des maladies d'origine alimentaire, passant des populations du projet vers les communautés locales.

¹⁹ APELL for Mining, Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level; rapport technique N° 41, PNUE 2001. Le rapport fournit un cadre de préparation d'un plan d'intervention pour les responsables de la mine, les organismes d'intervention d'urgence, les autorités locales et les communautés.

Dans de nombreuses parties du monde, les principaux facteurs pouvant compromettre la viabilité d'une exploitation minière et la santé des populations locales sont les répercussions négatives que peuvent avoir sur elles des éléments sociaux déterminants de la santé (c'est-à-dire la drogue, l'alcool, les infections sexuellement transmises, et les violences sexuelles).

Dans de nombreux pays en développement, la charge de morbidité associée à toutes les IST, HIV compris, est déjà lourde avant le démarrage des activités minières ; il est toutefois nécessaire de prendre en compte le risque de déclencher une recrudescence de ces problèmes lors de la conception du projet. Cette situation est définie par les quatre facteurs ci-après :

- Hommes – afflux de main-d'œuvre ;
- Argent – augmentation rapide de l'argent à dépenser ;
- Circulation – mise en place de nouvelles routes de transport qui facilitent l'accès aux communautés rurales ;
- Mélange de population – interactions entre les membres de groupes ayant des taux de prévalence élevés (c'est-à-dire la police, le personnel de sécurité, les camionneurs et les travailleurs du sexe) et une population masculine et féminine caractérisée par une faible prévalence.

À terme, la propagation du VIH/SIDA non seulement cause d'immense souffrances et misères humaines mais elle peut aussi avoir un impact négatif sur la société minière qui peut être confronté à la nécessité de renouveler son personnel, à une baisse de productivité, à une augmentation de ses coûts, à une évolution des marchés et à des difficultés pour obtenir des contrats et passer des marchés. Les exploitations minières doivent définir et comprendre les répercussions que peut avoir

le VIH/SIDA, et formuler des ripostes au plan de la gestion, notamment consistant à²⁰ :

- formuler des stratégies pour gérer l'impact des maladies par le biais d'activités d'évaluation, de surveillance et de suivi, et de plans d'action ;
- établir un programme sur le lieu de travail pour prévenir de nouveaux cas d'infection par VIH et fournir des soins et un appui aux employés infectés et affectés ;
- mener des activités d'information au sein de la communauté, dans le secteur et dans la société de manière plus générale.

Les mesures généralement prises pour réduire l'incidence des maladies transmissibles consistent à :

- empêcher les travailleurs, leurs familles et les membres des communautés locales de contracter les maladies par :
 - des initiatives pour fournir des informations sur les questions de santé et éduquer les intéressés
 - la formation des agents sanitaires aux méthodes de traitement des maladies
 - la fourniture de traitements dans le cadre d'activités de prise en charge normalisées sur le site ou dans les centres de santé communautaires (par exemple en menant des programmes de vaccination)

Stratégies particulières de prévention et de contrôle des vecteurs

La meilleure manière de réduire l'impact des maladies vectorielles (comme le paludisme) sur l'état de santé à long terme des travailleurs et des membres des communautés locales consiste à mettre en œuvre une série d'interventions intégrées visant à éliminer les facteurs qui provoquent la maladie. Le personnel d'ingénierie et le personnel médical du

²⁰Pour de plus amples informations, se reporter au document de l'IFC intitulé: HIV/AIDS Resource Guide for the Mining Sector, disponible à: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/HIVAIDS>

projet ont donc des rôles importants à jouer. Les entités parrainantes du projet, en étroite collaboration avec les autorités sanitaires des communautés doivent appliquer une stratégie de lutte intégrée contre les maladies transmises par les moustiques et par d'autres arthropodes qui, en règle générale, doit consister à :

- mettre en œuvre un programme de lutte intégrée contre les vecteurs ;
- examiner les plans d'ingénierie, en portant une attention particulière aux routes, aux réservoirs d'eau et aux équipements de contrôle, et formuler des stratégies de gestion des eaux de ruissellement ;
- collaborer et échanger des services avec d'autres programmes de lutte contre les maladies opérant dans la région du projet pour maximiser les effets positifs des actions menées, en particulier en ce qui concerne la distribution de moustiquaires imprégnées ;
- formuler un programme « A-B-C-D » pour tous les employés du projet : A = avertissement, B = blocage des piqûres, C = chimioprévention pour les personnes non immunisées et D = diagnostic et traitement ;
- recourir de manière sélective à l'application d'insecticides rémanents dans les logements du projet. Les programmes d'application de ces insecticides sont complexes ; leur conception doit être réalisée avec le plus grand soin et exige, en particulier, une bonne connaissance des moustiques qui sont les vecteurs locaux et leur éventuelle résistance aux insecticides disponibles ;
- mettre au point un programme efficace de suivi et évaluation à court et à long terme couvrant les employés ainsi que les communautés pouvant être touchées.

1.4 Fermeture de la mine et activités ultérieures

Les activités de fermeture de la mine et les opérations subséquentes doivent être examinées aussitôt que possible aux stades de la planification et de la conception. Les entités parrainantes du projet doivent préparer un Plan provisoire de fermeture de la mine et de remise en état du site avant le démarrage des activités de production, plan qui indique clairement les sources de financement durables affectées à son exécution. Dans le cas des mines dont l'exploitation sera de courte durée, un plan de fermeture et de remise en l'état détaillé (faisant état de financements garantis) comme indiqué plus haut doit être préparé avant le démarrage des opérations. Un plan de fermeture de la mine qui à la fois prévoit la remise en l'état du site et prend en considération les questions socio-économiques doit faire partie intégrante du cycle de vie du projet et doit être conçu de sorte que :

- la sécurité et la santé de la population ne soit pas compromises à l'avenir ;
- l'utilisation du site après sa remise en état soit durable et profitable aux communautés touchées à long terme ;
- les impacts socio-économiques soient les plus limités possibles lorsqu'ils sont négatif et les plus importants possibles lorsqu'ils sont positifs.

Le Plan de remise en état doit couvrir les avantages qui seront tirés après la fermeture du site des aires recouvrées (qui seront déterminés par un processus faisant intervenir plusieurs parties prenantes : organes réglementaires, communautés locales, utilisateurs préalables des terrains, occupants des terrains adjacents, société civile et autres parties intéressées) ; il doit avoir été préalablement approuvé par les autorités nationales pertinentes et être le fruit de consultations et d'un dialogue avec les communautés locales et les représentants des administrations locales.

Le plan de fermeture doit être mis à jour sur une base régulière et précisé en fonction des changements apportés aux plans de mise en valeur et d'exploitation, ainsi que des conditions et circonstances environnementales et sociales. Les dossiers des travaux de la mine doivent également être tenus dans le cadre du plan de remise en état après la fermeture.

Les plans de fermeture et de remise en état doivent prévoir la fourniture de soins appropriés et un suivi systématique du site, des émissions de polluants, et des impacts connexes qui peuvent se produire. La durée de ce suivi doit être établie en fonction des risques ; il faut toutefois compter, en général, poursuivre ce suivi pendant au moins cinq ans après la fermeture de la mine.

Le stade auquel le Plan de fermeture et de remise en état doit être final est différent pour chaque site, et dépend de nombreux facteurs tels que le durée de vie possible de la mine ; toutes les opérations minière doivent cependant procéder à une remise en état progressive des lieux au fur et à mesure des opérations. Bien que les plans puissent changer selon les besoins pendant les phases de construction et d'exploitation, ils doivent prévoir la possibilité d'un arrêt temporaire des activités et d'une fermeture permanente précoce toute en atteignant les objectifs de faisabilité financière et d'intégrité physique / chimique / écologique énoncés ci-après.

Faisabilité financière

Les coûts engendrés par la fermeture de la mine et la remise en état du site, y compris les travaux postérieurs à la fermeture, doivent être inclus dans les analyses de la faisabilité commerciale aux stades de la planification et de la conception. Il importe, au minimum, d'assurer que tous les fonds, représentés par des instruments financiers appropriés, qui sont nécessaires pour financer le coût de la fermeture de la mine à tout moment de son cycle de vie, sont disponibles, et qu'une

provision pour fermeture précoce ou temporaire soit constituée. Ces financements peuvent revêtir la forme de la constitution d'une réserve ou d'une garantie financière. Les deux systèmes d'accumulation de fonds acceptables sont les comptes séquestres financés par capitalisation (y compris les mécanismes gérés par l'État) et les fonds d'amortissement. Les garanties financières doivent avoir une forme acceptable et provenir d'une institution financière de bonne réputation. Les besoins associés à la fermeture de la mine doivent être réexaminés chaque année ; et les modalités de financement correspondantes doivent être modifiées en conséquence.

Intégrité physique

Toutes les structures (comme les bassins de résidus miniers) doivent rester stables à tout moment, de manière à ne poser aucun risque pour la santé et la sécurité du public qui résulterait d'un défaut ou d'une détérioration physique. Les structures des déchets doivent être mises hors service afin de réduire le plus possible l'accumulation d'eau à leur surface et de permettre à toute eau provenant de la surface de ces structures de s'écouler dans des canalisations de drainage ou d'évacuation conçues pour des débits correspondant à la hauteur de crue maximale probable. Il faut continuer d'entretenir les canaux d'évacuation, de drainage et de dérivation comme étant une nécessité après la fermeture de la mine, car ils peuvent facilement s'engorger à la suite d'intempéries. Les structures ne doivent pas être sujettes à l'érosion ou à un déplacement imprévu en cas d'évènements extrêmes ou de forces induisant une destruction permanente. Il importe d'envisager de remblayer le chantier minier.

L'accès à des lieux posant des risques physiques tels que les routes ou encore les puits de mine et autres ouvertures non surveillées doit être systématiquement interdit au public jusqu'à ce que la transformation des caractéristiques du site permette de réaffecter les sols à de nouvelles utilisations présentant des

avantages aux communautés locales ou à d'autres entreprises et d'affecter à un autre usage les routes, édifices et autres structures du site. Il faut envisager de mettre en place des systèmes de ventilation passive lorsque du méthane peut s'échapper des puits mis hors service et d'autres ouvrages de la mine.

Intégrité chimique

Les eaux de surface et les eaux souterraines doivent être protégées des impacts environnementaux des activités d'extraction et de traitement. Il faut empêcher le lessivage de produits chimiques dans l'environnement pour éviter de poser des risque de sécurité et de santé publique ou causer un dépassement des paramètres de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface en aval.

Intégrité écologique de l'habitat

Si l'intégrité écologique de l'habitat est en partie déterminée par les facteurs considérés plus haut (par exemple les problèmes physiques tels que la stabilité des pentes et les problèmes chimiques tels que des contaminants mécaniques), il faut aussi veiller à assurer la reconstitution d'un habitat profitable à une utilisation écologique future. Le Plan de remise en état et de fermeture de la mine (PRFM) doit comprendre des mesures détaillées couvrant des opérations de réhabilitation progressive tout au long de la période d'exploitation, conformément à un plan approuvé par les autorités responsables des questions ayant trait à l'environnement et aux minerais, avec l'adhésion des administrations et des populations locales.

2.0. Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Le Tableau 1 indique les directives concernant les effluents et les déchets pour cette branche d'activité. Les valeurs indicatives applicables aux effluents issus du procédé de ce secteur d'activité sont conformes aux bonnes pratiques de l'industrie internationale qui trouvent leur expression dans les normes des pays dotés de cadres réglementaires reconnus. En principe, il doit être possible de suivre ces directives dans des conditions normales d'exploitation dans des installations conçues et gérées selon les règles en appliquant les techniques de prévention et de contrôle de la pollution examinées dans les sections précédentes du présent document.

Les directives relatives aux effluents s'appliquent aux effluents traités et rejetés directement dans les eaux de surface destinées à une utilisation générale. Les niveaux de rejets propres à un site donné peuvent être établis lorsqu'il existe des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées gérés par le secteur public, selon les conditions dans lesquelles ils sont utilisés, ou dans le cas de rejets directs dans les eaux de surface, selon la classification de l'utilisation des eaux réceptrices telle qu'elle est décrite dans les Directives EHS générales.

Tableau 1. Directives pour les effluents

Polluant	Unité	Valeur donnée dans les directives
Total des solides en suspension	mg/L	50
pH	S.U.	6 – 9
DCO	mg/L	150
DBO	mg/L	50
Huiles et graisses	mg/l	10
Arsenic	mg/L	0.1
Cadmium	mg/L	0,05
Chrome (VI)	mg/L	0,1
Cuivre	mg/L	0,3
Cyanure	mg/L	1
Cyanure libre	mg/L	0,1
Cyanure WAD	mg/L	0,5
Fer (total)	mg/L	2,0
Plomb	mg/L	0,2
Mercurure	mg/L	0,002
Nickel	mg/L	0,5
Phénols	mg/l	0,5
Zinc	mg/L	0,5
Température	°C	Écart <3 degrés
Note : les concentrations représentent les métaux totaux.		

Les valeurs indiquées au tableau 1 doivent être relevées, pour des effluents non dilués, pendant au moins 95 % du temps d'exploitation de la mine ou de l'unité, calculé sur la base du nombre annuel d'heures d'exploitation. Tout écart par rapport à ces valeurs limites qui tiendrait à des conditions locales propres au projet considéré doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération de centrales ayant une puissance installée ne

dépassant pas 50 MWth figurent dans les Directives EHS générales ; les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les Directives EHS pour l'électricité thermique. Des informations sur les conditions ambiantes basées sur la charge totale des émissions sont présentées dans les Directives EHS générales.

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités susceptibles d'avoir des impacts significatifs importants dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les activités de suivi environnemental seront basées sur des indicateurs directs ou indirects d'émissions, d'effluents et d'exploitation de ressources qui s'appliquent à un projet particulier.

Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments bien calibrés et entretenus. Les données fournies par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparé aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les Directives EHS générales. .

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)²¹, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)²², les valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)²³, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne²⁴ ou d'autres sources similaires. Le tableau 2 fournit les directives relatives à l'éclairage des activités minières et le tableau 3 présente les directives relatives à l'exposition à des rayonnements ionisants applicateurs aux mineurs.

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet concerné doivent être comparés à ceux des installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité présentés dans des publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive)²⁵.

Tableau 2. Éclairage minimum moyen pour les sites et les activités de la mine²⁶

Site / activité	Éclairage minimum (Lux)
Éclairage de secours	5
Passerelles et lieu de passage	5 - 10
Sites dynamiques - zones de production et de mise en valeur	5 – 50
Zones où sont accomplies des tâches manuelles simples ou occasionnelles	50 - 100
Postes de travail et zones d'exécution de travail manuel demandant une précision moyenne à haute	150 – 400

Table 3. Limites d'exposition professionnelle aux radiations ionisantes, en dose efficace²⁷

Moyenne pour cinq années consécutives –dose efficace	20 mSv/an
Exposition pour une seule année –dose efficace	50 mSv/year

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés²⁸ dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les Directives EHS générales.

²¹ Consulter <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

²² Consulter <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

²³ Consulter http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992

²⁴ Consulter : http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

²⁵ Consulter : <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

²⁶ The Role of illumination in Reducing Risk to Health and Safety in South African Gold and Platinum Mines, GAP 804, 2001 provides detailed recommendations for a variety of underground places of work.

²⁷ ICRP 60 by the International Commission on Radiological Protection and IAEA Safety Series No. 115.

²⁸ Les experts agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

Association of Societies for Occupational Safety and Health (ASOSH), South Africa. Gateway to worldwide web information of Safety Health and Environment for mines. <http://www.asosh.org/WorldLinks/Sectors/mining.htm>

Australian National Committee on Large Dams (ANCOLD) available at: <http://www.ancold.org.au/>

International Institute for Environment and Development (IIED), 2000. Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD). London, UK.

British Columbia Ministry of Energy and Mines, (1998). Policy for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia available at: www.em.gov.bc.ca/Mining/MinePer/ardpolicy.htm

Department of the Environment Australia
<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html>

Edgar, T.F. 1983. Coal Processing and Pollution Control. Houston: Gulf Publishing Company.

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). Sub-sectoral Environmental Guidelines: Coal Processing. London: EBRD. Available at <http://www.ebrd.com>

European Commission. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Mineral Oil and Gas Refineries. February 2003. EIPPCB: Seville, Spain. Available at <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

European Commission. 2006. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants. July 2006. EIPPCB: Seville, Spain. Available at <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Special Report, Carbon Dioxide Capture and Storage, March 2006. Geneva: IPCC.

International Cyanide Management Institute. <http://www.cyanidecode.org>

International Labor Office, 1991. Safety and Health in Open Cast Mines. Geneva, Switzerland.

International Union for the Conservation of Nature (IUCN) and International Council for Mining and Metals (ICMM), 2004. Integrating mining and biodiversity conservation: Case studies from around the world. London, UK. Available at: <http://www.icmm.com/publications/767BiodiversityReport.pdf>

International Commission on Large Dams (ICOLD) available at: <http://www.icold-cigb.net>

International Council for Mining and Metals (ICMM), 2006. Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity. London, UK. Available at: <http://www.icmm.com/uploads/1295GPG.pdf>

Kirk-Othmer, R.E. 2006. Encyclopedia of Chemical Technology. 5th Edition. New York: John Wiley and Sons Ltd.

Lighting Handbook, Illumination Engineering Society of North America, 1993.

Lockhart, N. 2002. Advances in Coal Preparation. London: World Energy Council. Available at http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/default/tech_papers/17th_congress/1_2_02.asp

Management and Prevention of Heat Stress, Department of Minerals and Energy, Western Australia, December 1997.

Mineral Resources, Mine Safety and Health Administration, 30CFR Part 48, 56, 57, 58, and 715; U.S. Department of Labor.

Mining Association of Canada (MAC), 1998. A Guide to the Management of Tailings Facilities.

MAC, 2003. Developing an Operations, Maintenance and Surveillance Manual for Tailings and Water Management Facilities.

National Fire Protection Association (NFPA). 2004. Standard 120: Standard for Fire Prevention and Control in Coal Mines. 2004 Edition. NFPA: Quincy, MA.

NFPA. 2000. Standard 850: Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations. 2000 Edition. NFPA: Quincy, MA.

Northeast States for Coordinated Air Use Management (NESCAUM). 2003. Mercury Emissions from Coal -Fired Power Plants: The Case for Regulatory Action. October 2003. NESCAUM: Boston, MA.

Occupational Radiation Protection, Safety Guide No. RS-G-1.1, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1999.

Risk Management AS/NZS 4360:1999 Standards Australia, 1999.

Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences, ICOLD Committee on Tailings Dams And Waste Lagoons, UNEP 2001.

The Role of Illumination in Reducing Risks to Health and Safety in South African Gold and Platinum Mines, GAP 804, 2001

Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure; The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 2001.

United Nations Environment Programme (UNEP) Mineral Resources Forum <http://www.unep.org/pc/mining/mrfvision.htm>

UNEP, 2001. APELL for Mining, Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level, Technical Report No. 41.

United Nations Convention on the Law of the Sea (1982) Available at: <http://www.un.org/Depts/los/index.htm>

U.S. Department of the Interior, Office of Surface Mining. Acid Mine Drainage Prevention and Mitigation (2007) available at: <http://www.osmre.gov/amdpvm.htm>

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 2005. 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Electric Utility Steam Generating Units, Clean Air Mercury Rule. Washington, DC: US EPA.

United States Congress. 2005. Clean Skies Act of 2005. (Inhofe, S.131 in 109th Congress). Library of Congress: Washington, DC. Available at <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/z?c109:S.131>:

US EPA. 40 CFR Part 434—Coal Mining Point Source Category BPT, BAT, BCT Limitations and New Source Performance Standards. Washington, DC: US EPA.

US EPA. 40 CFR Part 60. Standards of Performance for New Stationary Sources. Subpart Y—Standards of Performance for Coal Preparation Plants. Washington, DC: US EPA.

United States National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) Visibility Analysis Software available at: <http://www.cdc.gov/niosh/mining/mining/illum/>.

The Role of illumination in Reducing Risk to Health and Safety in South African Gold and Platinum Mines, GAP 804, 2001 provides detailed recommendations for a variety of underground places of work.

Annexe A : Description générale de la branche d'activité

Les opérations minières sont principalement définies par le type et la méthode d'extraction (exploitation minière en roche dure, exploitation du charbon, extraction par dissolution, exploitation minière en mer, souterraine, à ciel ouvert, etc.) Les opérations habituelles d'exploitation en roche dure donnent lieu à l'extraction à grande échelle de minerais et de débris rocheux, à la valorisation du minerai [ce qui implique le broyage (par morcellement / pulvérisation du minerai) et sa concentration], et nécessite de vastes installations de stockage et de traitement des déchets. Le traitement métallurgique provoque des changements géochimiques pour affiner les métaux et est généralement effectué hors du site de la mine. Les opérations qu'il implique définissent une branche d'activités distincte qui fait l'objet des Directives EHS pour la fusion et l'affinage.

L'objectif global d'une opération minière consiste à extraire le minerai recherché et de réaliser un traitement préliminaire complet (valorisation, par exemple), tout en gérant des volumes beaucoup plus considérable de résidus miniers (débris rocheux, déchets miniers, eaux usées, déchets de production et produits dangereux) de manière à protéger l'environnement et la santé de la population dans de bonnes conditions de sécurité dans des conditions et selon des calendriers présents et futurs très divers.

Les opérations minières sont généralement classés dans quatre grandes catégories définies par les produits recherchés : métaux précieux, métaux communs, matières minérales énergétiques et minéraux industriels (voir le Tableau A.1).

Les principales composantes d'une mine typique sont :

- les puits et / ou les ouvrages souterrains ;

- les aires de stockage des déchets et les installations de résidus miniers ;
- les tas de roches et de minerais ;
- les installations d'extraction et les installations de traitement (par exemple les installations de broyage) ;
- l'infrastructure de gestion de l'eau (par exemple les bassins de traitement, les digues à stériles) ;
- d'autres infrastructures (routes, lignes électriques, pistes d'atterrissage)

Les exploitations minières sont systématiquement placées au dessus ou à côté du gisement afin de réduire les coûts d'exploitation et les coûts du traitement initial et ne pas perturber le terrain plus que cela n'est nécessaire. Les mines sont situées dans des endroits très divers, et dans presque toutes les zones bio-géoclimatiques (par exemple, les zones tempérées, tropicales, polaires, désertiques, en altitude, côtières, en surface et sous terre). Les produits traités sont transportés en vue de subir un traitement plus poussé ou d'être vendus, selon les conditions économiques et logistiques, par un ensemble de moyens de transport tels que camions, péniches, chemin de fer et conduites de boue. Les exploitations minières occupent généralement une superficie au jour allant de 100 à 1 000 ha mais qui peut dépasser 5 000 ha pour les exploitations exceptionnellement importantes.

Prospection

Les activités de prospection suivent généralement une progression qui se traduit par une augmentation des travaux sur le site : prospection préliminaire, détaillée et poussée. Les études de prospection préliminaire ne donnent souvent pas lieu à d'importants travaux sur le site. Les activités de prospection

détaillée et poussé, en revanche, nécessitent des examens sur le site, qui ont pour effet de perturber le terrain (routes d'accès, lieux de forage et tunnels souterrains de prospection).

Mise en valeur, construction, et déclassement

Il importe de planifier la stratégie minière en cherchant, dès le départ, à réduire les risques environnementaux. Il peut s'agir aussi bien de questions fondamentales qui déterminent le plan de la mine, par exemple l'ordonnancement des puits et la sélection d'une stratégie de manutention des matériaux, que du choix de l'emplacement des haldes et des morts-terrains en amont des stériles et autres sources de poussières.

Phase d'exploitation

L'exploitation commence avec le démarrage des installations de broyage et de traitement. La durée de vie opérationnelle de la mine est fonction de la quantité de minerai existant dans le gisement. Les déblais rocheux retirés de la mine et les résidus miniers provenant de l'usine de traitement s'accumulent chaque jour au fur et à mesure que la mine progresse, et ces matériaux sont déposés dans des zones de stockage jusqu'à la fin des opérations d'extraction. Il arrive que de nouvelles réserves de minerai soient découvertes en cours d'exploitation, ce qui engendre l'apport de changements à la stratégie d'exploitation de l'ensemble de la mine. Il peut aussi arriver qu'une mine soit fermée de manière temporaire durant sa phase d'exploitation (en raison de conditions économiques défavorables ou de conflits avec les mineurs, par exemple) ; il faut toutefois, pendant ce temps d'arrêt, continuer de prendre soin de l'environnement et d'assurer l'entretien des installations pour éviter de compromettre de quelque manière que ce soit la sécurité et la santé des communautés et de protéger l'environnement.

Durant la phase d'exploitation, les conditions physiques et géochimiques de la mine évoluent, et il peut être nécessaire de procéder à des évaluations des impacts environnementaux, sociaux et sanitaires et de prendre des mesures pour les gérer. Des situations anormales peuvent se produire (comme le déversement accidentel de l'eau des bassins de retenue des déchets miniers, ou une faille dans la digue à stériles) ; pour aussi rare qu'ils soient, de tels événements peuvent aussi exiger la réalisation d'évaluations d'impact supplémentaires et l'adoption de mesures additionnelles.

Fermeture définitive et déclassement de la mine

En règle générale, durant les cinq dernières années d'exploitation prévues, un plan de fermeture définitive est préparé dans le but de laisser le site de la mine dans état aussi fonctionnel que possible sur le plan écologique et stable sur le plan physique et chimique, pour qu'il puisse être utilisé à d'autres fins à l'avenir. L'engagement de poursuivre des opérations de réhabilitation progressive du site de la mine tout au long du cycle de la vie de cette dernière, pour tirer parti du personnel et des équipements disponibles est l'un des éléments essentiels du plan de fermeture, car il permet de réduire les risques de contamination et d'alléger le coût de la fermeture définitive de l'exploitation, ou de limiter le besoin de contracter une assurance financière complexe et élevée. Les travaux progressifs de réhabilitation consistent généralement à :

- démolir les bâtiments et l'infrastructure physique ;
- fermer les puits ouverts ;
- stabiliser les ouvrages souterrains et les puits et empêcher l'accès du public à ces structures ;
- restaurer les pentes ;
- s'assurer que l'eau de drainage du site de la mine et des résidus miniers ne pose pas de risque pour la santé de la population et l'environnement.

Suivi nécessaire après la fermeture de l'exploitation

Les mesures de suivi nécessaires après la fermeture de la mine et l'arrêt des activités de traitement rentrent fondamentalement dans deux grandes catégories :

- *Suivi actif* : utilisation, entretien et suivi pour s'assurer que les risques (acceptables) posés à la santé humaine et à l'environnement sont minimaux.
- *Suivi passif* : suivi occasionnel et entretien périodique pour s'assurer que les risques (acceptables) posés à la santé humaine et à l'environnement sont minimaux.

Une troisième option, qui est le « retrait du site », signifie qu'aucun suivi ou entretien supplémentaire n'est nécessaire. L'expérience montre que certaines parties d'un site minier ou certaines composantes de l'exploitation peuvent faire l'objet d'un simple « retrait ». Il est toutefois rare que cela puisse être le cas de l'intégralité d'un site minier.

Méthodes et activités minières

Exploitation minière à ciel ouvert

D'importants gîtes situés à proximité de la surface du sol sont creusés pour former un puits à ciel ouvert. Les minerais et les autres matériaux (terre végétale, morts-terrains et roches) sont extraits au moyen d'équipements utilisés en surface, c'est-à-dire, en général, des camions et des pelles. Les dimensions et l'ampleur de chaque puits à ciel ouvert sont différentes et sont déterminées par la teneur et la géométrie du minerai, les structures géologiques, la solidité de la roche et de la topographie. Les pentes du puits sont généralement formées d'une série de pans très inclinés d'une hauteur de 30 mètre en général, situés entre des replats horizontaux. La hauteur de chaque pente dépend

essentiellement de la taille des équipements d'excavation, des structures géologiques et de la solidité de la roche.

De nombreux puits à ciel ouvert sont creusés à une plus grande profondeur que la nappe phréatique, ce qui entraîne la modification des flux d'eaux souterraines pendant la phase d'exploitation et, dans certains cas, après la fermeture de la mine. Les flux de ruissellement peuvent également être perturbés. Il arrive souvent qu'une mine souterraine soit mise en valeur en dessous du puits à ciel ouvert et des passages peuvent être construits avec les ouvrages souterrains. Les puits à ciel ouvert sont le plus souvent remplis d'eaux de ruissellement et d'eaux souterraines lorsque leur exploitation est achevée.

Exploitation minière souterraine

L'exploitation minière souterraine permet de recouvrer le minerai grâce à la poursuite d'un système complexe d'excavations effectuées pour ouvrir des accès, assurer des services et procéder au recouvrement du minerai. Les gisements peuvent être continus ou discontinus ; le minerai peut se trouver en petites quantités dans des filons séparés par d'importantes zones stériles (non minéralisés). Les exploitations minières s'efforcent généralement d'extraire le maximum de matériaux minéralisés possible d'un point de vue économique, ce qui peut donner lieu à de très importantes excavations souterraines. Ces excavations présentent divers degrés de stabilité. Les plus importantes peuvent être remblayées ou être laissées s'effondrer. La plupart des méthodes minières souterraines rentrent dans les grandes catégories ci-après :

Foudroyage progressif : après l'extraction du minerai, on laisse les ouvrages souterrains s'effondrer ; il s'ensuit un éboulement des roches qui se trouvent au dessus de l'excavation au fur et à mesure de la progression des travaux d'extraction. Les

perturbations du terrain en surface se produisent dans ce cas en principe rapidement, selon la profondeur des ouvrages miniers.

Foudroyage postérieur : les parties de la mine où le minerai a été extrait ne sont pas remblayées et un effondrement peut se produire un certain temps après la fin des activités d'extraction. Il est probable que des perturbations du terrain se produiront à une date future.

Galeries soutenues par des piliers : des piliers sont installés pour assurer la stabilité de la zone pendant la phase d'extraction. Un effondrement et des perturbations du terrain peuvent se produire à une date future.

Remblayage : les ouvertures causées par les activités d'extraction sont comblées au moyen de matériaux qui peuvent être des déblais rocheux, des déchets ou des boues de résidus miniers. Cette méthode réduit dans une large mesure les possibilités de perturbation du terrain en surface.

Autres types de mine et méthodes d'extraction

Extraction de minéraux industriels

Le terme « minéral industriel » désigne souvent les minéraux qui ne sont ni des combustibles ni des métaux, comme les pierres de taille (comme le calcaire, le granit, l'ardoise, par exemple) ; les pierres broyées et concassées ; le sable et le gravier ; l'argile, les minerais céramiques ou réfractaires (kaolin, bentonite, schistes) ; et des matériaux chimiques et d'engrais (potasse et phosphates). Cette vaste gamme de matériaux peut être extraits par différentes techniques.

Extraction par dissolution et lixiviation sur place

L'extraction par dissolution est parfois appelée lixiviation sur place parce que ces deux méthodes consistent toutes les deux

à dissoudre, pour le récupérer sous forme de solution, le minerai recherché (sel, potasse, soufre, uranium, cuivre et or). L'extraction par dissolution vise principalement à dissoudre les sels en injectant de l'eau dans le gisement et en créant une poche souterraine de saumure pressurisée qui est ramenée à la surface. La lixiviation sur place donne lieu à l'ajout de divers réactifs à l'eau et utilise un réseau de puits d'injection pour injecter la solution dans un gisement souterrain en vue de dissoudre le minerai, puis au pompage des minéraux dissous (jus fort) au moyen d'un réseau de puits de collecte. La *lixiviation en tas* est une autre variante de la méthode d'extraction par dissolution, qui dissout les minerais voulus des matériaux déjà amenés à la surface par des méthodes habituelles (par exemple dans le cadre de l'exploitation de mines à ciel ouvert ou souterraines).

Exploitation minière par dragage en mer

L'exploitation minière par dragage en mer donne lieu à l'enlèvement des minéraux déposés sur les fonds marins par une drague. Cette méthode peut perturber les fonds marins et détruire des habitats et les biotes correspondants. Des niveaux élevés de sédiments en suspension peuvent aussi être observés dans la colonne d'eau par suite des activités consistant à extraire les matériaux, les amener à la surface, les transporter, et les placer ou les entreposer en vue de leur traitement ultérieur. Les opérations de dragage peuvent être menées à partir de postes stationnaires, motorisés ou basés sur terre, et font généralement intervenir des machines mécaniques, hydrauliques ou à technologies mixtes.

Exploitation minière en haute mer

L'exploitation minière en haute mer nécessite des équipements d'excavation mécanisés ainsi que des pompes à haute capacité, pour exploiter les gisements superficiels qui se trouvent sur les

fonds marins. Les pompes amènent les matières contenant les minéraux à un navire en surface, par une colonne montante. Cette méthode d'exploitation minière peut perturber les fonds marins, modifier les températures de l'eau et générer un panache sédimentaire.