

Définitions :

morts terrains: Terrain qui ne contient aucune matière utile et qui augmente l'épaisseur de la couche à percer.

matières en suspension: l'ensemble des matières solides insolubles visibles à l'œil nu présentes dans un liquide. Plus une eau en contient, plus elle est dite turbide.

Minerai: est un dépôt minéral *naturel* dans lequel se trouve au moins un minerai dans des concentrations différentes pour rendre faisable l'exploitation minière du minerai d'un point de vue économique.

Introduction :

L'exploitation minière occasionne des modifications de l'environnement. L'étude d'impact présente une description et une analyse des incidences directes et indirectes du projet sur l'environnement. Les différents enjeux peuvent récapitulés comme suit:

- ❑ **Les enjeux environnementaux** : se caractérisent par la dégradation des composantes physiques (sol), biologiques (végétation, faune) et climatique (atmosphère) du milieu récepteur.
- ❑ **Les enjeux socio-économiques** : se manifestent positivement par la génération de revenu, la création d'emploi, le développement des activités annexes et négativement par la migration de la population, les pertes de terres agricoles et pastorales, les conflits sociaux.
- ❑ **Les enjeux politiques** : politique de développement du secteur minier, promotion du secteur privé, développement de l'industrie, création d'emploi, lutte contre la pauvreté et le chômage.
- ❑ **Les enjeux liés à l'utilisation des produits chimiques** : risque pour la santé des travailleurs, pour l'écosystème, pour la pollution du réseau hydrique.
- ❑ **Les enjeux liés aux risques d'accidents divers** : produits dangereux, explosifs, engins lourds.

L'impact de l'exploitation minière sur l'environnement

• 1_ Impact sur les ressources en eau:

Les effets sur la qualité de l'eau et de la disponibilité des ressources en eau dans la zone du projet constituent peut-être l'impact le plus important d'un projet d'exploitation minière. Les questions clés sont de savoir si les fournitures en eau de surface et en eaux

souterraines resteront appropriées à la consommation humaine, et si la qualité des eaux de surface dans la zone du projet restera adéquate pour supporter la vie aquatique et la faune terrestre native.

1_ Impacts de l'exhaure des mines/ Lorsqu'une mine à ciel ouvert intercepte la nappe phréatique, les eaux souterraines envahissent le puits. Pour poursuivre les travaux d'exploration, les compagnies minières doivent pomper cette eau vers un autre endroit. Le pompage et le déversement des eaux provoque un ensemble unique d'impacts environnementaux qui sont bien décrits dans une étude commanditée par la Communauté européenne: "Les eaux de mine sont produites lorsque le niveau de la nappe phréatique est plus élevé que celui des travaux souterrains ou de la profondeur d'une mine à ciel ouvert. Lorsque cela se produit, l'eau doit être pompée de la mine. Alternativement, l'eau peut être pompée à partir des puits entourant la mine pour créer un cône de dépression dans le niveau de la nappe, réduisant ainsi l'infiltration. Lorsque la mine est opérationnelle, l'eau de mine doit être continuellement retirée de la mine pour faciliter la récupération du minerai.. Cependant, une fois que les opérations minières prennent fin, le pompage et la gestion de l'eau de mine souvent s'arrêtent aussi, entraînant une possible accumulation dans les fractures de roche, puits, tunnels, puits à ciel ouvert et aussi des rejets incontrôlés dans l'environnement.

2 drainage minière acide:

Le terme « drainage minier acide » (DMA) s'entend d'un ensemble complexe de réactions chimiques qui se produisent lorsque des roches renfermant du soufre sont exposées à l'eau et à l'oxygène. À bien des égards, ce processus ressemble à d'autres processus naturels comme l'altération météorique ou la rouille.

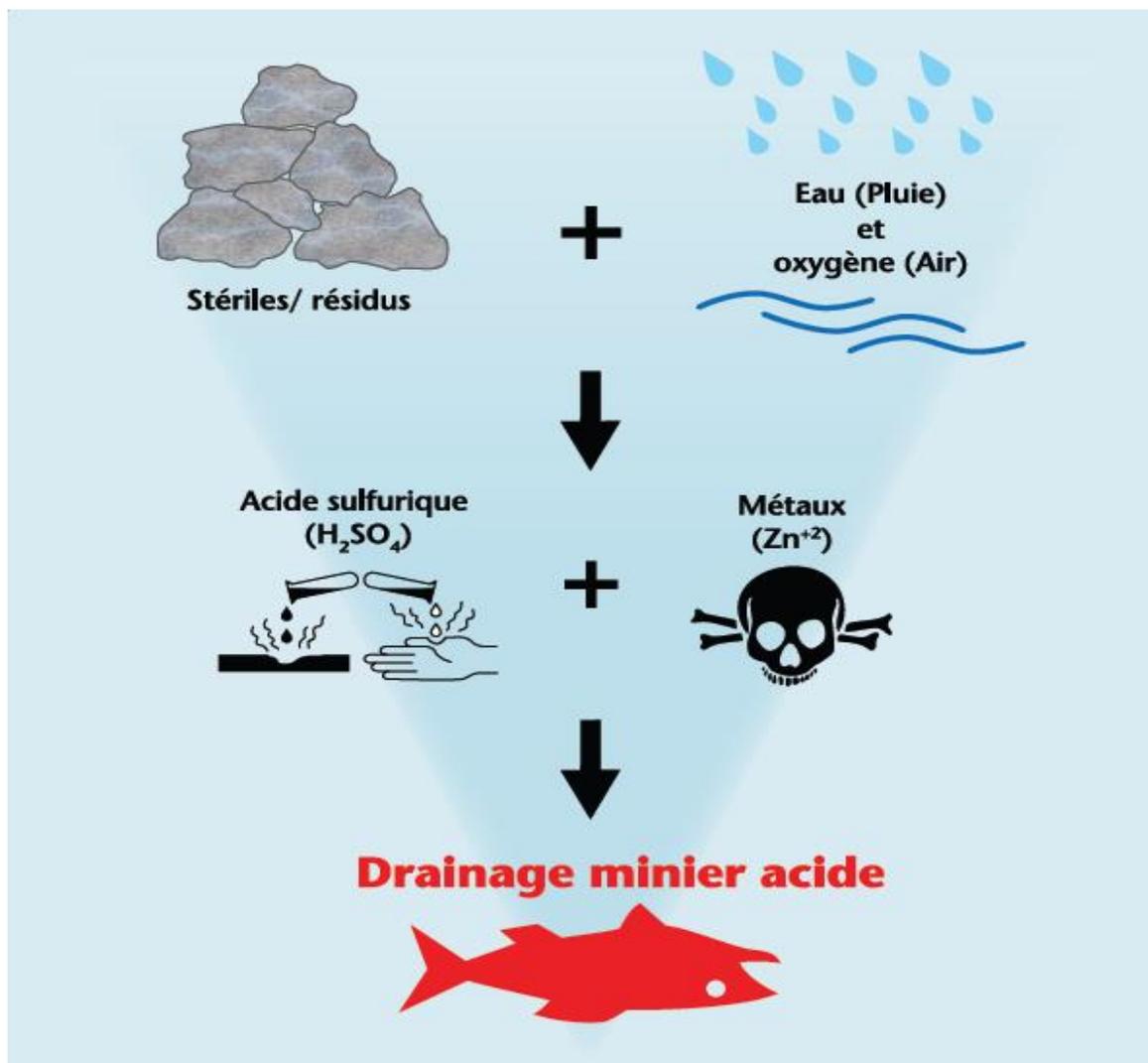
Lorsque l'oxygène et l'eau entrent en contact avec des roches renfermant du soufre, il y a production d'acide. Cet acide peut dissoudre les métaux des roches environnantes qui seront libérés dans le sol et les eaux de surface. De fortes concentrations de métaux et d'acide peuvent être nocives pour les poissons et autres formes de vie aquatique.

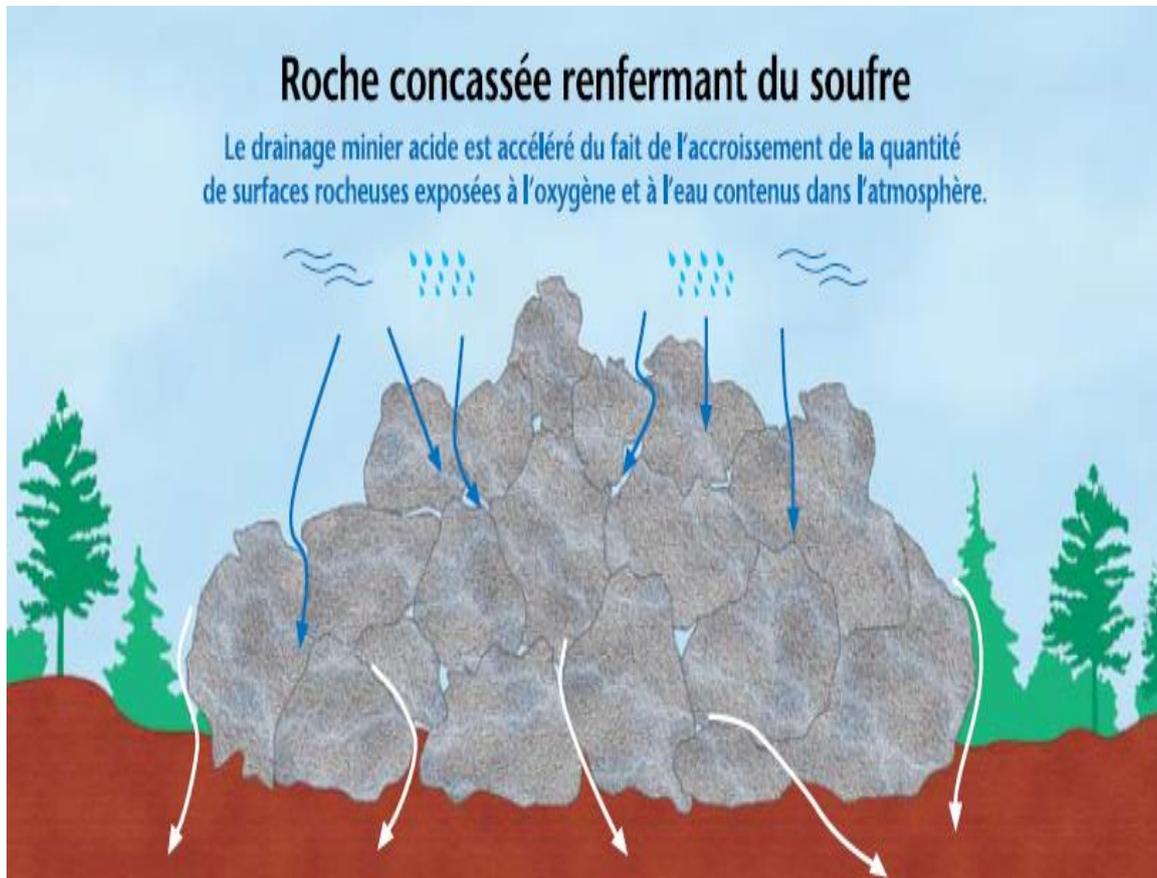
Au cours de l'activité d'exploitation minière, la fragmentation et le concassage des roches exacerbent (augmente) le drainage minier acide du fait de l'accroissement de la quantité de surfaces rocheuses exposées à l'oxygène et à l'eau contenus dans l'atmosphère.

2_1_Le drainage d'acide minier et la lixiviation des contaminants

La capacité de drainage de l'acide minier est une question-clé. La réponse déterminera si un projet minier proposé est acceptable pour l'environnement. Lorsque des matériaux minés (tels que les parois des mines à ciel ouvert et des mines souterraines, les résidus, les déchets rocheux et les matériaux lessivés déversés) sont excavés, exposés à l'eau et à

l'oxygène, des acides peuvent se former si les minéraux sulfurés de fer (en particulier la pyrite, ou 'l'or des idiots') sont abondants et si il y a une quantité insuffisante de matériaux neutralisants pour contrebalancer la formation d'acide. L'acide, à son tour, lessivera ou dissoudra les métaux et autres contaminants dans les matériaux minés et formera alors une solution acide, à forte teneur en sulfate et riche en métal (y compris les concentrations élevées de cadmium, de cuivre, de plomb, de zinc, d'arsenic, etc.). Le lessivage des constituants toxiques, tels que l'arsenic, le sélénium et les métaux, peut se produire même si les conditions acides ne sont pas présentes.





2. L'érosion des sols et des déchets miniers dans les eaux de surface

Pour la plupart des projets miniers, le potentiel d'érosion de sol et de sédiments dans l'eau de surface et la dégradation de la qualité de celle-ci est un grave problème.

A chaque épisode pluvieux de forte intensité ou de longue durée, les stériles et les anciennes galeries sont soumis à une forte érosion. En d'autres termes, à chaque fois, plusieurs tonnes de déchets miniers c'est à dire plusieurs dizaines de kilogrammes d'éléments traces métalliques sont amenés vers le réseau hydrographique sous forme de matières en suspension.

2_ Impacts des projets miniers sur la qualité du sol

L'exploitation minière peut contaminer les sols sur de vastes zones. Les activités agricoles proches d'un projet d'exploitation minière peuvent être particulièrement touchées.

Les opérations minières modifient régulièrement le paysage environnant en exposant des sols qui étaient précédemment intacts. L'érosion des sols exposés, les minerais extraits, les terrils et les matériaux fins dans les tas de déchets de roches peuvent entraîner des charges substantielles de sédiments dans les eaux de surface et les voies de drainage des eaux. En outre, les déversements et fuites de matières

dangereuses et les dépôts de poussières contaminées fouettées par le vent peuvent conduire à la contamination du sol.

Les contaminations de sols appartiennent généralement à deux catégories:

(1) sol contaminé provenant des poussières fouettés par le vent

(2) les sols contaminés à partir de déversements de produits chimiques et de résidus.

La poussière fugitive peut poser des problèmes environnementaux significatifs dans certaines mines. **La toxicité inhérente** de la poussière dépend de la proximité **des récepteurs environnementaux** et du type de minerai exploité. Des niveaux élevés **d'arsenic, de plomb et de radionucléides** dans la poussière fouettée par le vent constituent généralement le plus grand risque.

Les sols contaminés à partir de **déversements de produits chimiques et des résidus** sur les sites de la mine peuvent poser un risque de contact direct lorsque ces matériaux sont utilisés abusivement comme **matériaux de remblayage**, pour la création de zones vertes ornementales (décoratives) ou encore comme suppléments de sol..

2-1_ Evacuation des morts terrains et des déchets de roche

dans presque chaque projet, les minerais métalliques sont enfouis sous une couche de sol ordinaire ou de roches (appelée 'morts terrains' ou 'déchets de roche') qui doit être déplacée ou creusée pour permettre l'accès au dépôt de minerai métallique. Pour la plupart des projets miniers, la quantité de morts terrains générée par l'exploitation minière est énorme. Le rapport entre la quantité de morts terrains à la quantité de minerais (appelé 'taux de découverte') est généralement supérieur à un et peut être beaucoup plus élevé. Par exemple, si un projet minier proposé implique l'extraction de 100 millions de tonnes de minerai, le projet minier proposé pourrait générer plus d'un milliard de tonnes métriques de morts terrains et de déchets de roche. Ces déchets volumineux, contenant parfois des niveaux significatifs de substances toxiques, sont généralement déposés sur place, soit en tas sur la surface ou comme remblai dans les carrières, ou dans les mines souterraines. Par conséquent, l'EIE d'un projet minier proposé doit évaluer soigneusement les options de gestion et les impacts associés à l'entreposage des morts-terrains.

2_2_ L'érosion des sols et des déchets miniers dans les eaux de surface

Pour la plupart des projets miniers, le potentiel d'érosion de sol et de sédiments dans l'eau de surface et la dégradation de la qualité de celle-ci est un grave problème. selon une étude commanditée par la Communauté européenne:

"En raison de la grande superficie de terre endommagée par l'exploitation minière et des grandes quantités de matériaux qui sont exposées sur les sites, l'érosion peut être une préoccupation majeure sur les sites miniers. Par conséquent, la lutte contre l'érosion doit

être considérée depuis le début des opérations jusqu'à l'achèvement des travaux de réhabilitation. L'érosion peut provoquer le chargement important de sédiments (et tous polluants chimiques l'accompagnant) vers des plans d'eau proches, surtout pendant des tempêtes sévères et de grandes périodes de fonte de neige. "L'eau de ruissellement chargée de sédiments est au départ un mince filet qui grandit progressivement jusqu'à se transformer en ravines naturelles ou en exutoires artificiels. En fin de course le dépôt des sédiments peut se produire dans les eaux de surface, ou dans les plaines d'inondation d'une vallée de cours d'eau.

- **3_L'impact du projet minier sur la faune**

La faune est un terme général qui fait référence à toutes les plantes et tous les animaux (ou d'autres organismes) qui ne sont pas domestiqués. L'exploitation minière a une incidence sur l'environnement et les biotes associés par le biais de la suppression de la végétation ainsi que le sol de couverture, le déplacement de la faune, le dégagement de polluants et la génération de bruit.

1_ Perte d'habitat

Les espèces de la faune vivent dans des communautés qui dépendent les unes des autres. La survie de ces espèces peut dépendre des conditions du sol, du climat local, de l'altitude et d'autres caractéristiques de l'habitat local. L'exploitation minière provoque des dommages directs et indirects sur la faune. Les impacts proviennent principalement de la perturbation, du déplacement et de la redistribution de la surface du sol. Certains impacts sont de court terme et sont limités au site de la mine; d'autres peuvent avoir des répercussions profondes et des effets de long terme. L'effet le plus direct sur la faune est la destruction ou le déplacement des espèces dans les zones d'excavation et d'accumulation des déchets miniers. Les espèces mobiles de la faune, comme le gibier, les oiseaux et les prédateurs, quittent ces zones. Les animaux plus sédentaires, comme les invertébrés, de nombreux reptiles, les rongeurs fouisseurs et les petits mammifères, peuvent être plus sévèrement affectés. si les cours d'eau, les lacs, les étangs ou les marais sont comblés ou drainés, les poissons, les invertébrés aquatiques et les amphibiens sont sévèrement touchés. L'approvisionnement en nourriture des prédateurs est réduit par la disparition de ces espèces terrestres et aquatiques. de nombreuses espèces de la faune sont fortement dépendantes de la végétation grandissant dans les drainages naturels. Cette végétation fournit les aliments essentiels, les sites de nidification et des abris pour échapper aux prédateurs. Toute activité qui détruit la végétation près des étangs, des réservoirs, des marais et des marécages réduit la qualité et la quantité de l'habitat essentiel pour les oiseaux aquatiques, les oiseaux de rivage et de nombreuses espèces terrestres. Les exigences de l'habitat de nombreuses espèces animales ne leur permettent pas de s'adapter aux

changements créés par la perturbation du terrain. Ces modifications réduisent l'espace vital. Le degré auquel les animaux tolèrent la concurrence humaine pour l'espace varie.

2_Morcellement de l'habitat

Le morcellement de l'habitat se produit lorsque de grandes portions de terres sont scindées en des parcelles de plus en plus petites, rendant difficile ou impossible la dispersion des espèces indigènes d'une parcelle à une autre entravant ainsi les routes migratoires naturelles. L'isolement peut conduire à un déclin des espèces locales ou des effets génétiques comme la consanguinité. Les espèces qui nécessitent des parcelles de forêts importantes disparaissent tout simplement.

- **4_Impact sur la santé public**

Les programmes des projets miniers sous-estiment souvent les risques sanitaires potentiels des projets miniers. Les substances dangereuses et les déchets dans l'eau, l'air et le sol peuvent avoir des répercussions graves, négatives sur la santé publique.

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit la santé comme *“un état de complet bien-être physique, mental et social et pas seulement en l'absence de maladie ou d'infirmité.”*

Le terme *“substances dangereuses”* est vaste et inclut toutes les substances qui peuvent être nocives pour la population et/ou l'environnement. En raison de la quantité, de la concentration ou des caractéristiques physiques, chimiques ou infectieuses, les substances dangereuses peuvent:

- (1) causer ou contribuer à une augmentation de graves maladies irréversibles ou incapacitantes.
- (2)) **constituer un risque substantiel ou potentiel pour la santé humaine ou l'environnement si elles sont improprement traitées, stockées, transportées, éliminées ou gérées autrement.**
- (3) Les problèmes sanitaires fréquemment liés aux activités minières incluent:
- (4) • L'eau: La contamination des eaux de surface et souterraines par des métaux et des éléments, la contamination microbiologique par des eaux usées et des déchets dans les terrains de camping et les zones de résidence des travailleurs miniers;
- (5) • L'air: L'exposition à de fortes concentrations de dioxyde de soufre, les particules, les métaux lourds, y compris le plomb, le mercure et le cadmium
- (6) • Le sol: Le dépôt d'éléments toxiques à partir d'émissions atmosphériques.

5_Impact sur la qualité de l'air

Les émissions atmosphériques se produisent à chaque étape du cycle de la mine, mais surtout pendant l'exploration, le développement, la construction et les activités opérationnelles. Les opérations minières mobilisent de grandes quantités de matières, et des déchets de piles contenant des particules de petite taille sont facilement dispersés par le vent.

Les plus importantes sources de pollution atmosphérique dans les opérations minières sont:

Les sources mobiles: incluent les véhicules lourds utilisés dans les opérations d'excavation, les voitures qui transportent le personnel sur le site minier et les camions qui transportent les matériels miniers. Le niveau d'émissions de polluants provenant de ces sources dépend du carburant et de l'état de fonctionnement de l'équipement.

Sources fixes: Les principales émissions gazeuses proviennent de combustion de carburants dans les installations de production électrique, des opérations de séchage, de grillage et de fusion. De nombreux producteurs de métaux précieux fondent le métal sur place avant de l'expédier vers les raffineries hors site. **En général, l'or et l'argent sont produits** dans les fours de fusion qui peuvent produire des niveaux élevés de mercure dans l'air, **d'arsenic, de dioxyde de soufre et d'autres métaux.**

6_ La poussière : Les émissions des poussières représentent la principale nuisance liée à l'exploitation, Les poussières sont mises en suspension et transportés par les flux d'air :(mouvement de vents). La teneur de l'air en poussière augmente avec la sécheresse de l'air, qui est souvent plus riche en gazes polluants agressifs pour les poumons.

7_ Les bruits et les vibrations:

La pollution par le bruit associé à l'exploitation minière peut inclure les bruits en provenance des moteurs de véhicules, le chargement et le déchargement de roches dans des tombereaux en acier, la production électrique, et d'autres sources. Les impacts cumulatifs des pelles mécaniques, du forage, de l'abattage par explosion, du transport, du concassage, du broyage et du stockage en grandes quantités peuvent affecter de manière significative la faune et les proches résidents. Les vibrations sont associées à de nombreux types d'équipements utilisés dans l'exploitation minière, mais l'abattage par explosion est considéré comme la source la plus importante.



Autres impacts de l'exploitation minière:

- Impact sur les changements climatiques (Perte d'absorption de CO₂, CO₂ émis par les machines, CO₂ émis par la transformation du minerai en métal)
- Impact sur les ressources culturelles et esthétiques
- Impacts sur les moyens d'existence
- Impacts de la migration
- sur les valeurs sociales

considérations sur les changements climatiques

Toute EIE d'un projet qui a le potentiel pour modifier le bilan carbone global devraient inclure une évaluation de l'impact carbone du projet.

Les grands projets miniers ont le potentiel pour modifier le carbone global de l'une au moins des manières suivantes:

_ Perte d'absorption de CO₂ par les forêts et la végétation qui ont été abattues. Beaucoup de grands projets miniers sont proposés dans les zones fortement boisées des régions tropicales qui sont cruciaux dans l'absorption de dioxyde de carbone atmosphérique (CO₂) et dans le maintien d'un équilibre sain entre les émissions et l'absorption de CO₂. Certains projets miniers proposent la destruction à long terme ou même permanente de forêts tropicales. Le programme d'EIE pour les projets d'exploitation

minière doit inclure une comptabilité minutieuse de la façon dont toute perturbation proposée des forêts tropicales modifiera le bilan carbone

_ **CO2 émis par les machines** (par exemple, véhicules lourds fonctionnant au diesel) impliqués dans l'extraction et le transport de minerai. L'EIE doit inclure une estimation quantitative des émissions de CO2 des machines et véhicules qui seront nécessaires pendant la durée totale du projet minier. Ces estimations peuvent être basées sur le taux de consommation de carburant (généralement le carburant diesel) multiplié par un facteur de conversion qui établit un rapport entre les unités (généralement litres ou gallons) de carburant consommées et les unités (généralement tonnes) de CO2 qui sont émises.

_ **CO2 émis par la transformation du minerai en métal** (par exemple, techniques pyrométallurgiques versus hydrométallurgiques). Un exemple est trouvé dans une évaluation réalisée par CSIRO Minerals of Australia qui a utilisé la méthodologie de l'évaluation du cycle de vie pour estimer les émissions de cycle de vie des gaz à effet de serre provenant de la production de cuivre et de nickel, y compris l'exploitation de la mine. Cette évaluation a conclu que les émissions de gaz à effet de serre du cycle de vie du cuivre et de la gamme de production de nickel vont de 3.3 kilogrammes (kg) de CO2 par kg de métal pour le cuivre produit par fusion à 16,1 kg de CO2 par kg de métal pour le nickel produit par lixiviation acide sous pression suivie d'extraction par solvant et extraction par voie électrolytique.¹³ Le résultat important est que les mines métalliques génèrent plus de 1 kg de gaz à effet de serre pour chaque 1 kg de métal qui est produit, et cela ne prend pas en compte la perte de l'absorption de carbone par des forêts détruites.

Planification préalable à l'exploitation

L'opération consiste à :

- ❖ L'élaboration des plans de prévention des impacts,
- ❖ la caractérisation opérationnelle et de déplacement des matériaux,
- ❖ l'évacuation des rejets,
- ❖ la remise en état du site,
- ❖ la gestion de l'eau,
- ❖ la surveillance et l'entretien.

Chapitre 2

Réhabilitation et fermeture de site minier

Sachant qu'un site minier qui n'a pas été déclassé et réhabilité avec soin peut poser des **problèmes de sécurité et constituer** une source de pollution pendant de nombreuses années, l'industrie minière peut démontrer sa capacité à offrir un développement durable en **assurant une gestion environnementale à long terme des installations minières**.

1_ La réhabilitation : c'est une opération qui consiste à remettre le terrain exploité à son état initial ou mieux par l'implantation des arbres ou de faire des lacs artificielles passant par plusieurs procédures tel que : (levé du terrain, calcul du volume à déblayer et à romblier, implantation des arbres ou des plantes,...).

On procède à la réhabilitation des sites afin de réduire les impacts sur l'environnement et les populations par :

- ❖ Compensation des impacts de l'activité d'exploitation,
- ❖ Intégration du projet dans une démarche environnementale globale et contribution aux objectifs **d'optimisation** de la **biodiversité**
- ❖ Communication de l'entreprise autour des thématiques du **développement durable**, auprès des partenaires de l'entreprise et des populations **riveraines** (voisines) des sites d'exploitation.

2_ Approche

- ❖ Bien comprendre les **responsabilités futures associées** à des installations de stockage de résidus miniers est une composante essentielle d'une planification efficace en vue de la fermeture et de la réhabilitation d'un site minier. Cette démarche, effectuée a pour but de s'assurer que :
- ❖ - Après la fermeture de la mine, l'emplacement de l'exploitation soit à la fois stable et sécuritaire du point de vue physique, géochimique et écologique
- ❖ - La qualité des eaux environnantes soit protégée
- ❖ - L'utilisation ultérieure du terrain soit clairement définie à la satisfaction du gouvernement et des communautés environnantes

3_ Revégétalisation (ou **végétalisation**), vise à reconstituer un couvert végétal d'un terrain dénudé par l'action de l'homme ou par l'effet de catastrophes naturelles.

Les espèces végétales utilisées devraient **être adaptées** aux conditions du site à revégétaliser et suffisamment **diversifiées**, toutefois ce concept ne précise pas les objectifs à atteindre et les moyens à mettre en œuvre, laissant la voie ouverte à diverses interprétations.

Plusieurs objectifs sont visés : le **contrôle de l'érosion** et la **stabilisation des sols**, **l'intégration paysagère** des sites et l'utilisation d'espèces endémiques adaptées.

Quelques définitions

Restauration écologique : processus qui assiste l'autoréparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit. Elle est aussi comme « la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique.

La réhabilitation: tout comme la restauration, se sert des écosystèmes historiques ou préexistants comme modèles ou références, mais les deux activités diffèrent au niveau de leurs buts et de leurs stratégies.

La **remédiation**: est le fait de remédier, de rectifier, d'améliorer. Elle concerne plus le procédé que l'objectif final à atteindre.

La récupération , le remplacement, réaffectation, le reboisement, le reverdissement

Conclusion

Malgré ces impacts positifs tels que :

- La création d'emploi
- Génération de revenus
- Développement des activités socio-économiques

L'exploitation minière a toujours des effets négatifs sur l'environnement , c'est ce qui fait l'intervention des communautés politique et sociale pour la protéger