

## Chapitre 1 :

### I.Introduction :

Comme les autres activités de l'homme, l'industrie minière pose aujourd'hui des problèmes d'environnement très aigus. La difficulté majeure que pose l'approche des problèmes de l'environnement dans l'industrie minière vient de l'extrême diversité des situations rencontrées, ce qui implique des solutions particulièrement variées, faisant souvent appel à des compétences et à des technologies très spécifiques, le plus souvent inexistantes dans les pays en voie de développement.

Du secteur minier informel à la petite mine mécanisée, jusqu'aux grands projets industriels, il existe une gamme très large d'activités minières. Dans chaque cas, la sensibilité aux nuisances susceptibles d'être causées à l'environnement et les capacités techniques des sociétés minières sont des aspects très variables alors que les risques environnementaux sont parfois très convergents.

Les différentes législations minières prévoient dans leurs dispositions la prise en compte de l'aspect environnemental dans l'exécution des projets industriels. Malheureusement force est de constater que les services géologiques nationaux ne disposent ni de moyens ni de spécialistes capables d'appréhender tous les aspects liés à l'étude et à la protection de l'environnement minier. Face à la matérialisation et à l'intensification de ces problèmes, il devient urgent d'intégrer désormais les exigences de la protection de l'environnement dans la politique de relance du secteur minier dans les pays africains. Il s'agira de concilier la nécessité d'une production minière, génératrice de revenus et d'emplois pour l'économie nationale, et le désir légitime de maintenir un environnement sain dans nos pays.

#### **1. Code de l'environnement et développement durable :**

Le code de l'environnement vient poser le principe général de la protection de l'environnement en rappelant que :

- les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, les espèces végétales et animales, la diversité et les équilibres biologiques font partie du patrimoine commun de la nation,
- leur protection, leur mise en valeur, leur remise en état et leur gestion sont d'intérêt général et concourent à l'objectif de développement durable qui vise à satisfaire les besoins de développement des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

Il pose quatre principes fondamentaux qui s'appliquent directement à l'évaluation environnementale (Hertig, 2006) :

**Le principe de précaution** : l'absence de certitude, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable ;

**Le principe d'action préventive et de correction**, par priorité à la source des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable ;

**Le principe de causalité ou pollueur-payeur** : Il précise que celui qui est à l'origine de la nuisance doit supporter les frais occasionnés par les mesures de protection de l'environnement ;

**Le principe de participation** : chaque citoyen doit avoir accès aux informations relatives à l'environnement, y compris celles relatives aux substances et activités.

L'évaluation environnementale désigne l'ensemble de la démarche destinée à analyser les effets sur l'environnement d'un projet de développement économique, mesurer leur faisabilité environnementale et aider à la prise de décision. Il pourrait s'agir également d'un classement d'un site qui a pour objectif de le maintenir dans son état d'origine, qu'il soit naturel ou urbain (BRGM, 1998), zones protégées, zones humides, sites archéologiques, monuments historiques, etc.

L'évaluation vise à (Hertig, 2006) :

- améliorer la décision par une prise en compte explicite et sélective des considérations environnementales,
- fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement des diverses actions de développement économique,
- associer les citoyens aux processus de prise de décisions inhérentes aux modifications prévisibles de leur cadre de vie,
- favoriser l'intégration des objectifs fondamentaux que sont la protection de l'environnement et de développement durable.

## **2. Développement Durable (DD)**

La notion du développement durable, implicite à la démarche de l'étude d'impact, est un concept dynamique à dimensions multiples. Les Nations-Unies le définit comme " le développement qui répond aux besoins économiques actuels sans compromettre la capacité de la planète à satisfaire les besoins des générations futures". Cette définition implique un passage de l'idée d'une durabilité écologique à un cadre où le contexte socio- économique est également mis en exergue. Il comporte 4 piliers (UNESCO) :

- Equité sociale : répartition équitable des richesses naturelles et produites (Pacte social) ;
- Efficacité économiques : économie orientée vers les défis de l'avenir (Energies renouvelables)
- Environnement : protection du patrimoine naturel et de la biodiversité
- Démocratisation des modes de décisions (Concertation, participation et consensus).

## **II. L'exploitation minière**

### **1. Les phases d'un projet minier**

Du début des prospections minérales à la période d'après-clôture de la mine, on distingue différentes phases dans un projet minier. Ce qui suit représente les phases typiques d'un projet minier. Chaque phase d'exploitation minière est associée à différents groupes d'impacts environnementaux.

#### **1.1 Prospection**

La phase de prospection peut entraîner le nettoyage de vastes aires de végétation (typiquement en lignes) pour faciliter la circulation de véhicules lourds transportant les installations de forages. Plusieurs pays requièrent une Etude d'Impacts Environnementaux (EIE) séparée dès la phase exploratoire d'un projet minier parce que les impacts de cette phase peuvent être profonds et parce que les prochaines phases du projet minier peuvent ne pas s'ensuivre si l'exploration n'arrive pas à trouver des quantités suffisantes de dépôts de minerai à hautes teneurs.

#### **1.2 Développement**

Cette phase du projet minier comprend plusieurs composantes distinctes

- Construction de routes d'accès
- Préparation et déblaiement du site

### **1.3 Exploitation minière active**

Dès qu'une compagnie minière a construit des routes d'accès et préparé les zones de campement pour héberger le personnel et stocker les équipements, les travaux miniers peuvent commencer. Tous les types de travaux miniers partagent un aspect commun: l'extraction et la concentration (ou enrichissement) d'un métal en provenance du sol. Les projets miniers proposés diffèrent considérablement par les méthodes proposées pour l'extraction et la concentration du minerai métallique.

Dans presque chaque cas, les minerais métalliques sont emprisonnés sous une couche de sol ou de roche ordinaire (appelée 'morts terrains' ou 'débris de roche') qui doivent être déplacés ou excavés pour permettre l'accès au dépôt de minerai. La première façon dont les projets miniers proposés diffèrent entre eux est la méthode proposée pour déplacer ou excaver les morts terrains. Les paragraphes qui suivent discutent brièvement des méthodes les plus communes.

#### ***1.3.1 Exploitation à ciel ouvert***

L'exploitation à ciel ouvert est un type d'exploitation dans laquelle le dépôt de minerai s'étend profondément dans le sous sol nécessitant l'enlèvement de couches superposées de morts terrains et de minerai.

Dans plusieurs cas, l'exploitation des arbres, la coupe rase ou le brûlage de la végétation surplombant le dépôt de minerai peuvent précéder l'enlèvement des morts terrains. L'utilisation de la machinerie lourde généralement des boteurs/ bulldozers et camions, est le moyen le plus commun pour enlever les morts terrains.

. L'exploitation à ciel ouvert fait souvent intervenir le déplacement de la végétation native des zones, et se trouve donc parmi les types d'exploitation minière les plus destructives du point de vue environnemental, spécialement dans les forêts tropicales.

#### ***1.3.2 Exploitation des Placers***

L'exploitation des placers est utilisée lorsque le métal d'intérêt est associé aux sédiments dans un lit de cours d'eau ou dans une plaine d'inondation. Des boteurs, des dragues ou des jets hydrauliques (un processus appelé 'abattage hydraulique') sont utilisés pour extraire le minerai.

L'exploitation des placers vise généralement à récupérer de l'or à partir des sédiments de cours d'eau et des plaines inondables. Parce que l'exploitation des placers se produit souvent dans un cours d'eau, c'est un type d'exploitation minière destructif pour l'environnement, parce qu'il libère de grandes quantités de sédiments qui peuvent avoir des impacts sur les eaux de surface à plusieurs kilomètres en aval de la mine de placer.

#### ***1.3.3 Exploitation souterraine :***

Dans l'exploitation souterraine, une quantité minimale de morts terrains est enlevée pour accéder au dépôt de minerai. L'accès à ce gisement de minerai se fait au moyen de tunnels ou de puits. Tunnels ou puits conduisent à un réseau plus horizontal de tunnels souterrains qui accèdent directement au minerai. Dans une méthode d'exploitation souterraine dénommée 'exploitation par paliers' ou 'méthode d'exploitation par blocs foudroyés', des sections ou des blocs de roche sont supprimés en bandes verticales, ce qui laisse une cavité souterraine connectée qui est généralement remplie avec des agrégats cimentés et déchets de roche.

Bien que l'exploitation minière souterraine soit une méthode moins destructive de l'environnement pour accéder à un gisement de minerai, elle est souvent plus coûteuse et comporte des risques de sécurité plus élevés que l'exploitation à découvert par décapage direct, y compris l'exploitation à ciel ouvert. Bien que la plupart des projets miniers à grande échelle impliquent l'exploitation à ciel ouvert, de nombreuses grandes mines souterraines sont en opération dans le monde entier.

#### **1.3.4 Réouverture des mines inactives ou abandonnées et retraitement des résidus :**

Certains projets miniers consistent à remanier des piles de déchets (souvent des résidus) de mines inactives ou abandonnées ou d'anciens tas de déchets dans les mines actives. Généralement, cela est proposé lorsque des méthodes plus efficaces d'enrichissement ont rendu économique l'extraction des métaux à partir des déchets miniers anciens. Le matériau des piles peut être envoyé pour traitement dans des installations sur le site même ou en dehors du site. Les projets miniers qui consistent uniquement à retraiter des piles de déchets de mines abandonnées, évitent les impacts environnementaux de l'exploitation à ciel ouvert et l'exploitation des placers, mais entraînent toujours des impacts environnementaux associés à la purification (enrichissement) des métaux dans les tas de déchets.

#### **1.4 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.

#### **1.5 Extraction du minerai**

Après qu'une compagnie minière a déplacé les morts terrains, l'extraction du minerai commence à l'aide d'équipements lourds et d'une machinerie spécialisés, tels que les chargeurs, les wagons de mine et les camions-benne, qui transportent le minerai vers les installations de traitement à travers des routes de transport des matériaux. Cette activité crée un groupe particulier d'impacts environnementaux, tels que les émissions de poussière fugitive des routes de transport des matériaux qu'une EIE pour un projet minier proposé devrait évaluer séparément.

#### **1.6 Enrichissement :**

Bien que les minerais métalliques contiennent des niveaux élevés de métaux, ils produisent aussi de grandes quantités de déchets. Par exemple, la teneur en cuivre d'un minerai de cuivre de bonne qualité peut être seulement 0,25-0,50 %. La teneur en or d'un minerai d'or de bonne qualité peut être uniquement de quelques centièmes d'un pour cent. Par conséquent, l'étape suivante dans l'exploitation minière est le concassage (ou broyage) du minerai et la séparation des quantités relativement faibles de métaux du matériau non métallique du minerai au cours d'un processus de traitement dénommé enrichissement “.

Le broyage est l'une des étapes les plus coûteuses de l'enrichissement et produit comme résultat de très fines particules qui facilitent une meilleure extraction du métal. Toutefois, le broyage permet également un dégagement plus complet des contaminants lorsque ces particules deviennent des résidus. Les résidus sont ce qui reste après le broyage du minerai en de fines particules suivi de l'extraction du métal/des métaux précieux.

L'Enrichissement inclut des techniques de séparation physique ou chimique comme la concentration par gravité, séparation magnétique, séparation électrostatique, flottation, extraction par solvant, extraction par voie électrolytique, lixiviation, précipitation et amalgamation (souvent impliquant l'utilisation du mercure). Les déchets provenant de ces processus incluent des décharges

de déchets rocheux, des résidus, des matériaux de lessivage (pour les opérations d'or et d'argent) et des décharges de matériaux lessivés (pour les opérations de lessivage de cuivre).

La lixiviation impliquant l'utilisation de cyanure est un type de processus d'enrichissement, généralement utilisé pour des minerais d'or, d'argent et de cuivre et qui mérite une attention particulière en raison des graves impacts sur l'environnement et sur la sécurité publique. Avec la lixiviation, le minerai finement broyé est entassé dans de larges piles (dénommées 'piles de lixiviation') sur un coussin imperméable, et une solution contenant du cyanure est pulvérisée sur le sommet de la pile. La solution de cyanure dissout les métaux désirés et la liqueur mère contenant le métal est prélevée au bas de la pile à l'aide d'un système de tuyaux.

### **1.7 Evacuation des résidus**

Comme précédemment discuté, même les minerais métalliques à haute teneur sont composés presque entièrement de matériaux non métalliques et contiennent souvent des métaux toxiques indésirables (comme le cadmium, le plomb et l'arsenic). Le processus d'enrichissement génère de gros volumes de déchets appelé 'résidus,' c'est à dire les rejets d'un minerai après qu'il a été broyé et que les métaux désirés aient été extraits (par ex., avec le cyanure (or) ou l'acide sulfurique (cuivre)).

Si un projet minier implique l'extraction de quelques centaines de millions de tonnes métriques de minerai, le projet de mine générera une quantité similaire de résidus. La manière dont une compagnie minière dispose de son important volume de matériau de déchets toxique est l'une des questions centrales qui détermineront si un projet minier proposée est acceptable du point de vue environnemental.

L'objectif à long terme primordial de la gestion et de l'entreposage des résidus est d'empêcher la mobilisation et le dégagement dans l'environnement des constituants toxiques des résidus miniers.

### **1.8 Réhabilitation et fermeture de site minier**

Lorsque l'exploitation minière active cesse, les installations minières et le site sont réhabilités et fermés. L'objectif du plan de réhabilitation et de fermeture d'un site minier doit toujours viser à retourner le site à une condition qui ressemble le plus possible à la condition d'avant exploitation.

Les mines qui sont célèbres pour leurs immenses impacts sur l'environnement ont le plus souvent produit ces impacts uniquement durant la phase de fermeture, lorsque les opérations minières avaient cessé. Ces impacts peuvent persister pendant des décennies et même des siècles. Par conséquent, l'EIE pour chaque projet minier proposé doit inclure une discussion détaillée du plan de réhabilitation et de fermeture, offert par le promoteur du projet d'exploitation minière.