



Industries extractives dans les zones arides et semi-arides

Planification et gestion de l'environnement

Édité par Joachim Gratzfeld



Collection Gestion des Écosystèmes N° 1



UICN
Union mondiale pour la nature

Industries extractives dans les zones arides et semi-arides

Planification et gestion de l'environnement



La terminologie géographique employée dans cet ouvrage, de même que sa présentation, ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN ou de l'UNCCD sur le statut juridique ou l'autorité de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de ses frontières.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'UICN ou de l'UNCCD.

Publié par : UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni



Droits d'auteur : © 2004 Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources

La reproduction de cette publication à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source soit dûment citée.

La reproduction de cette publication à des fins commerciales, notamment en vue de la vente, est interdite sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.

Citation : Joachim Gratzfeld (Éd.). (2004). *Industries extractives dans les zones arides et semi-arides : Planification et gestion de l'environnement*. Traduit par Danièle et Richard Devitre. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. viii + 112 p.

Publié sous le nom original : *Extractive Industries in Arid and Semi-Arid Zones: Environmental Planning and Management* (IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom, 2003. viii + 112 pp.)

ISBN : 2-8137-0724-2

Photographie de couverture : Mine de cuivre de Monteverde, Chili. Photo : Anglo American

Mise en page : Patricia Halladay Graphic Design

Imprimé par : Atar Roto Presse SA, Genève, Suisse

Disponible auprès du : Service des publications de l'UICN
219c Huntingdon Road, Cambridge CB3 0DL, Royaume-Uni
Tél. : ++44 1223 277894, Téléc. : ++44 1223 277175
Courriel : info@books.iucn.org
www.iucn.org/bookstore

Un catalogue des publications de l'UICN est également disponible.

Industries extractives dans les zones arides et semi-arides

Planification et gestion de l'environnement

Édité par Joachim Gratzfeld

UICN – Union mondiale pour la nature

2004

En collaboration avec le Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest (BRAO) et le Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)

Table des matières

Remerciements	1
Résumé	3
Avant-propos	4
Introduction	6
Chapitre Un. Description des milieux arides	10
1.1 Introduction	10
1.2 Environnement physique	11
1.2.1 Le climat	11
1.2.2 La qualité de l'air	11
1.2.3 Les paysages	11
1.2.4 Les sols	12
1.2.5 Les ressources en eau	12
1.3 Le milieu biologique	13
1.3.1 Végétation et flore	13
1.3.2 La faune	14
1.4 Le milieu socioculturel	15
1.4.1 Populations et établissements humains	15
1.4.2 Occupation des sols et régime foncier	16
1.4.3 Stratégies de subsistance	16
Chapitre Deux. Activités des industries extractives	17
2.1 Matières premières exploitées dans les zones arides et semi-arides	17
2.2 Exploration et exploitation minières	17
I : Exploration	19
II : Études d'appréciation et de faisabilité	20
III : Construction, production, traitement et distribution	21
IV : Démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème	25
2.3 Exploration et extraction pétrolières	26
I : Exploration	27
II : Études d'appréciation et de faisabilité	30
III : Construction, production, traitement et distribution	30
IV : Démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème	31
2.4 Besoins généraux sur le site	31

Chapitre Trois. Impacts sur l'environnement et recommandations	33
3.1 Environnement physique	33
3.1.1 La qualité de l'air	33
3.1.2 Les sols	35
3.1.3 Les paysages	40
3.1.4 Les ressources en eau	41
3.2 Le milieu biologique	44
3.2.1 La flore	44
3.2.2 La faune	45
3.3 Le milieu socio-culturel	46
3.3.1 Les populations et les établissements humains	46
3.3.2 Les impacts économiques	46
3.3.3 Considérations relatives aux droits de l'homme et à l'équité	48
3.3.4 Hygiène du travail et santé publique	49
Chapitre Quatre. Planification et gestion de l'environnement	50
4.1 Cadres institutionnels	51
4.1.1 Institutions publiques	51
4.1.2 Le secteur privé	52
4.1.3 La société civile	53
4.1.4 Organisations et associations internationales	54
4.1.5 Conventions internationales, politiques et législations nationales	56
4.2 Principaux outils de planification et de gestion	60
4.2.1 Évaluation stratégique de l'environnement	60
4.2.2 Étude d'impact sur l'environnement	60
4.2.3 Plans de gestion de l'environnement	61
4.2.4 Suivi, audit environnemental et communication des résultats	65
Chapitre Cinq. Orientations politiques	68
5.1 Planification et gestion des ressources naturelles	68
5.2 Politiques, législations et institutions	70
5.3 Suivi	73

Brève bibliographie	75
Acronymes	76
Lexique	77
Annexe 1. Exploitation minière : méthodes, procédés, émissions et résidus	81
Annexe 2. Techniques de prélèvement de la terre végétale	84
Annexe 3. Technologies de bioremédiation	86
Annexe 4. Étapes de préparation d'un plan de gestion des déchets	87
Annexe 5. Construction d'un parc à résidus	88
Annexe 6. Organisations principales	92
Annexe 7. Information sur différents sites Web	95
Encadré 1. L'approche par écosystème	6
Encadré 2. Aspects socio-économiques des industries extractives	47
Encadré 3. Autres conventions internationales pertinentes	58
Encadré 4. Éléments clés de planification et de gestion	62
Encadré 5. Fonds d'amortissement et fonds d'affectation spéciale	64
Figure 1. Les milieux arides à l'échelle mondiale	10
Figure 2. Processus naturels dans les régions arides et semi-arides	13
Figure 3. Diagramme d'une exploitation à ciel ouvert	21
Figure 4. Diagramme d'une mine souterraine	22
Figure 5. Études sismiques	28
Figure 6. Forage d'exploration	29
Figure 7. Diagramme du traitement du pétrole brut	31
Figure 8. Influence de l'angle de pente sur la remise en végétation et l'érosion	37
Figure 9. Cadre institutionnel des industries extractives	50
Figure 10. Prélèvement de la terre végétale avec décapeuse	84
Figure 11. Prélèvement de la terre végétale sans décapeuse	85
Figure 12. Construction d'un parc à résidus en vue d'une restauration progressive	88
Figure 13. Le festonnage	91

Tableau 1. Zones d'aridité, végétation et utilisation des sols dans les milieux arides	16
Tableau 2. Phases opérationnelles des activités minières	18
Tableau 3. Principaux flux de déchets	24
Tableau 4. Phases opérationnelles de l'exploration et de la production pétrolières	26
Tableau 5. Sources d'eau douce et conséquences du prélèvement d'eau	42
Tableau 6. Facteurs d'évaluation de la désertification	66
Tableau 7. Indicateurs d'évaluation de la désertification	67

Remerciements

Cet ouvrage est l'aboutissement d'un long cheminement depuis Recife, au Brésil, en novembre 1999. À la troisième réunion de la Conférence des Parties à la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) le groupe Afrique a estimé qu'il serait souhaitable d'élaborer des orientations sur la planification et la gestion des industries extractives dans les zones arides et semi-arides et les membres de l'UICN ont repris ce souhait en écho à l'occasion de la 2ème Session du Congrès mondial de la nature, organisé par l'UICN à Amman, en Jordanie, en octobre 2000. Les membres de l'UICN ont alors approuvé une résolution qui demandait au Secrétariat de l'Union de préparer et d'adopter des lignes directrices sur la prospection et l'exploitation pétrolières, gazières et minérales dans les zones arides et semi-arides (Résolution 2.57).

C'est avec l'appui généreux du Département d'État des États-Unis que l'UICN a réalisé cette publication, par l'intermédiaire de son Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest (BRAO) à Ouagadougou, Burkina Faso. Peter-John Meynell, Ruth Golombok et Petrina Rowcroft (Scott Wilson Resource Consultants) ont rédigé l'avant-projet et Christopher J. Morry (UICN Canada) a organisé l'atelier au cours duquel le deuxième projet a été discuté. Nos sincères remerciements vont à Ibrahim Thiaw (UICN BRAO), l'un des concepteurs du projet, qui a piloté la rédaction de ce document avec compétence. Stephen R. Edwards a apporté une importante contribution à la structure et au contenu. Le projet a été élaboré en collaboration étroite avec le Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, en Allemagne, avec l'assistance de Grégoire de Kalbermatten. La traduction, en français, de la version originale anglaise a été réalisée grâce à la générosité du U.S. Fish and Wildlife Service (U.S. FWS) et du ministère des Affaires étrangères de l'Italie, Direction générale de la coopération au développement (DGCS).

Différentes personnes ont participé à cette entreprise, y apportant avis et commentaires précieux, à savoir : Camilla Toulmin, Ced Hesse et Rebecca Leonard (Institut international pour l'environnement et le développement, Programme Terres arides); Al Fry (World Business Council for Sustainable Development, Suisse); Peter Croal et Jean-Claude Lauzier (Agence canadienne de développement international); Jane Walker, Sarah Oakley, Elizabeth Pasteur et Melissa Makwarimba (Scott Wilson); Roger Blench (Overseas Development Institute, Royaume-Uni); Malcolm Wealleans (SDEMS Consulting); Theo Harding et Juliet Evans (Anglo American Environmental Services, Afrique du Sud); John Kilani (Chamber of Mines, Afrique du Sud); Dave Salmon (Amcoal Environmental Services, Afrique du Sud), Bryony Warmsley (Warsley Associates, Afrique du Sud); S. D. Williams et C. J. Matala (Department of Mines, Botswana); Rick Killan (International Council on Mining and Metals/ICMM); Kit Armstrong (Chevron-Texaco/Oil and Gas Producers Forum); David Richards (Rio Tinto et ICMM); Jan Hartog (Shell International); Matoko Aizawa (Société financière internationale); Samira Omar et Muhammad Al-Rashed (Kuwait Institute for Scientific Research); Carlos López-Ocaña (Banque

interaméricaine de développement); James Swiss (Swiss Environment & Safety Inc); Peter Tarr (ministère de l'Environnement et du Tourisme, Namibie); Arthur Hussey (Desert Research Foundation, Namibie); Boubacar Issa (Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel); Shaheen Rafi Khan (Sustainable Development Policy Institute, Pakistan); Caroline Mitchell (British Petroleum); Amadou Tidiane Ba (université Cheikh Diop, Sénégal); Kamal H. Batanouny (université du Caire, Égypte); Greg Block (Commission de coopération environnementale de l'Accord de libre-échange nord-américain); Michel A. Bouchard (Association internationale pour l'évaluation des impacts); Malick Diallo (Union économique et monétaire ouest-africaine); John N. Middleton (Société financière internationale); Clayton Rubec (Service canadien de la faune); Ahmed Saeed (Bureau national de l'UICN, Pakistan); Thérèse Beaudet, Andrew Deutz et Elizabeth Pelletier (UICN, Canada); Charles di Leva et Françoise Burhenne-Guilmin (Centre du droit de l'environnement de l'UICN, Allemagne); Arzika M. Sani, Laurent Sapré Millogo et Richard Pearce (Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique de l'Ouest, Burkina Faso); Scott Hajost (UICN, États-Unis); Parvaiz Naim (UICN, Népal); Lucy Emerton (UICN, Sri Lanka); Nancy MacPherson, Cristina Espinosa, Caroline Martinet, Clarita Martinet, Pedro Rosabal, Simon Rietbergen, Sue Mainka, Jeff McNeely, Mohammad Rafiq, Andrea Athanas, Marieke Wit et Danièle Perrot-Maître (Siège de l'UICN, Suisse).

Résumé

L'objet de la présente publication est de compléter les méthodes de planification et de gestion visant à atténuer, dans les zones arides et semi-arides, la dégradation et la désertification des terres qui résultent des opérations des industries extractives. Il s'agit, en tout premier lieu, d'aider les services gouvernementaux chargés d'attribuer les licences et permis, de planifier et de surveiller les activités des industries extractives à tenir compte des dimensions du développement et de l'environnement dans leur processus décisionnel. Le document propose, en outre, aux industries extractives, aux organisations non gouvernementales locales et aux instituts de recherche, des principes de planification et de gestion de l'environnement.

Les chapitres 1 à 4 décrivent des orientations pratiques sur les activités des industries extractives. Parmi les nombreux thèmes traités, on trouvera un aperçu des caractéristiques fondamentales des milieux arides et semi-arides et une introduction sur les principales étapes des interventions des industries extractives (exploration, appréciation, construction et production, démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème). Dans ces chapitres, les principales incidences environnementales et sociales des activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides sont discutées et suivies de recommandations et de mesures de protection et de gestion durable de l'environnement. Les principaux arrangements institutionnels, ainsi que les rôles et responsabilités des organismes publics, du secteur privé, de la société civile, des organisations internationales et des conventions internationales, et des cadres politiques et juridiques nationaux, sont mis en évidence. Les principaux aspects de la planification et de la gestion de l'environnement, tels que l'évaluation stratégique de l'environnement (ESE), l'évaluation des impacts sur l'environnement (EIE), les plans de gestion de l'environnement, le suivi et la communication des résultats, sont abordés.

Le chapitre 5 contient des orientations politiques. Il résume les principes directeurs fondamentaux qui permettront aux fonctionnaires, aux ONG de l'environnement et aux dirigeants des industries extractives de tenir compte des besoins de conservation des écosystèmes dans les activités d'exploration et d'exploitation dans les zones arides et semi-arides, l'objectif étant de promouvoir un développement durable à long terme. L'information est organisée en trois sections : Planification et gestion des ressources naturelles; Politiques, législations et institutions; et Suivi.

Avant-propos

Cette publication est l'une des toutes premières initiatives conjointes du Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique (UNCCD) et de l'UICN – Union mondiale pour la nature. Son but est de fournir des orientations en matière de planification et de gestion de l'environnement sur les activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides. Ces écosystèmes, qui présentent des caractéristiques biologiques et écologiques uniques, contribuent à la diversité biologique mondiale. Ils offrent aussi un potentiel important pour l'exploitation minière, pétrolière et gazière et sont soumis à des efforts d'exploration et d'exploitation intenses.

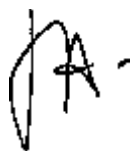
Si nous avons jugé nécessaire de préparer ce document, c'est qu'il est probable que le dilemme entre les efforts de conservation de la diversité biologique et les activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides sera bientôt plus difficile à résoudre. La plupart des pays de ces régions ont une économie faible, sont touchés par la sécheresse et la désertification et luttent pour leur développement économique, notamment dans le cadre d'initiatives de mise en valeur minière et pétrolière. L'UICN et le Secrétariat de l'UNCCD s'efforcent, ensemble, d'atténuer les incidences sur l'environnement des activités d'exploration et d'exploitation dans les zones arides et semi-arides et de veiller à la conservation des biens et services essentiels des écosystèmes pour soutenir le développement à long terme.

De nombreuses initiatives et études concernant les activités des industries extractives et la conservation de l'environnement ont déjà été réalisées par le passé, sont en cours ou prévues (p. ex. : Global Mining Initiative, Mining and Sustainable Development Process et Joint Dialogue on Mining and Biodiversity entre l'International Council on Mining and Metals et l'UICN). Par ailleurs, certains gouvernements et différentes organisations ont mis au point des outils et des lignes directrices dans le but de s'assurer que l'on tienne compte de la conservation de la diversité biologique dans les projets de développement pétrolier et gazier. On peut citer l'Initiative Énergie et Biodiversité (Energy and Biodiversity Initiative); l'Association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement; l'Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz; et Environmental Guidelines for Mining and Sustainable Development (Berlin II). La présente publication souhaite compléter ces initiatives en portant une attention spéciale aux questions de planification et de gestion de l'environnement dans les écosystèmes arides et semi-arides.

Le document s'adresse principalement aux services publics chargés d'attribuer les licences et permis, et d'assurer la planification et le suivi dans les pays en développement, mais il offre aussi un cadre d'action aux entreprises, aux ONG, aux universités et aux centres de formation. Cette publication est une source d'informations générales, mais la planification et la gestion

de l'environnement nécessitent des actions et des mesures ponctuelles, à l'échelle des sites, qui tiennent compte du contexte écologique et socio-culturel de chaque écosystème aride et semi-aride en particulier.

Le Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et l'UICN ont la conviction que cet ouvrage contribue à la vision commune du secteur des industries extractives et du secteur de la conservation dans les milieux arides. Il se veut une étape dans le sens de la coordination, de la coopération et du partenariat entre les acteurs concernés des secteurs privé et public et de la société civile dans son ensemble.



Hama Arba Diallo
Secrétaire exécutif
Convention des Nations Unies
sur la lutte contre la désertification



Achim Steiner
Directeur général
UICN – Union mondiale pour la nature

Introduction

Les zones arides et semi-arides occupent 30% des terres émergées de la planète. La moitié de cette superficie, formée de terres pastorales ou agricoles, est consacrée à la production économique. Près de deux milliards de personnes vivent dans ces régions souvent situées dans les pays en développement, et dépendent directement des ressources naturelles. L'exploration et l'extraction de minéraux, de pierres, de métaux et d'hydrocarbures offrent un espoir de développement économique et social bien nécessaire, mais ces activités peuvent aussi avoir de profondes incidences environnementales et sociales. Faute d'être bien gérées, elles peuvent avoir des effets qui persistent longtemps après que l'exploration et l'exploitation ont cessé.

Le principe même du développement durable exige que les ressources naturelles, économiques et sociales soient maintenues pour les générations futures et reconnaît que la définition des ressources à conserver, des principes de répartition équitable de ces ressources et des pouvoirs décisionnels doit incomber à tous les acteurs.

Il faut donc s'assurer que les activités des industries extractives existantes et nouvelles, engendrent un partage équitable des ressources exploitées, du point de vue des ressources économiques et humaines, aux niveaux national et local et n'entraînent qu'une dégradation minimale de l'environnement. Dans les régions arides et semi-arides, les ressources minières et pétrolières peuvent servir à générer la richesse et le développement durable, faisant en sorte que les communautés profitent des avantages économiques à long terme et que l'environnement local continue de fournir des biens et services après la cessation des activités extractives.

En reconnaissant que l'interdépendance environnementale, économique et sociale est un principe fondamental des activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides, les entreprises admettent progressivement et respectent la gestion intégrée des terres, de l'eau et des ressources vivantes qui garantit la conservation et l'utilisation durables et équitables des ressources naturelles. C'est ce que l'on nomme souvent «l'approche par écosystème» (encadré 1) décrite à la cinquième réunion de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique (décision V/6).

Encadré 1. L'approche par écosystème

L'approche par écosystème — le principal cadre d'action au titre de la Convention sur la diversité biologique (CDB) — se fonde sur l'application de méthodes scientifiques appropriées et axées sur les structures, processus, fonctions et interactions essentiels entre les organismes et leur environnement. Elle reconnaît que les êtres humains, avec leur diversité culturelle, sont un élément à part entière de nombreux écosystèmes. Cette approche, au niveau des structures, processus, fonctions et interactions, est

compatible avec la définition d'«écosystème», à savoir «le complexe dynamique formé de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de leur environnement non vivant qui, par leur interaction, forment une unité fonctionnelle» (article 2, CDB).

L'approche par écosystème exige une gestion qui puisse s'adapter à la nature complexe et dynamique des écosystèmes et à une connaissance ou une compréhension insuffisante de leur fonctionnement. La gestion doit savoir s'adapter pour répondre aux incertitudes inhérentes aux processus écosystémiques; elle doit tenir compte de l'«apprentissage par la pratique» ou tirer parti des résultats de la recherche. Il peut s'avérer nécessaire de prendre certaines mesures même lorsque la relation de cause à effet n'a pas pu être parfaitement établie sur le plan scientifique.

L'approche par écosystème n'exclut pas d'autres méthodes de gestion et de conservation telles que les réserves de la biosphère, les aires protégées et les programmes de conservation consacrés à telle ou telle espèce, ainsi que d'autres approches utilisées dans le cadre des politiques et législations nationales. Au contraire, elle peut englober toutes ces approches et d'autres méthodes pour s'attaquer à des situations complexes. Il n'existe pas de moyen unique d'appliquer l'approche par écosystème : celle-ci dépend en effet des conditions locales, provinciales, nationales, régionales ou mondiales (Source : UNEP/CBD/COP/5/23/V/6).

L'utilité de lignes directrices sur la planification et la gestion de l'environnement

Aujourd'hui, beaucoup de gouvernements et d'entreprises privées reconnaissent que la réussite économique est inextricablement liée aux bonnes performances dans les domaines environnemental et social. Conscients des conflits qui pourraient opposer le développement et la gestion des ressources, certains gouvernements ont déjà adopté des politiques, des lois et des règlements nationaux concernant l'utilisation durable des ressources des zones arides et semi-arides, en plus de règlements plus généraux relatifs aux études d'impact sur l'environnement, au suivi et à la vérification des performances en matière d'environnement. Quelques pays tels que l'Australie ont élaboré des directives sur l'exploitation minière en milieu aride tandis que plusieurs entreprises d'exploitation minière et pétrolière internationales et nationales pionnières ont mis au point des solutions techniques pour résoudre les problèmes environnementaux posés par leurs activités.

Différentes initiatives prises par des associations industrielles telles que Global Mining Initiative et Mining and Sustainable Development Process illustrent la contribution que les industries extractives peuvent apporter à la conservation et au développement durable. L'initiative Énergie et Biodiversité (Energy and Biodiversity Initiative), organisée par le Center

for Environmental Leadership in Business, prépare des outils et des lignes directrices en vue d'intégrer des considérations relatives à la diversité biologique dans les activités de mise en valeur pétrolière et gazière. Cette initiative a pour ambition de devenir une force positive en faveur de la conservation de la diversité biologique en mettant en présence de grandes entreprises du domaine de l'énergie et de grandes organisations de la conservation, y compris l'UICN, pour qu'elles puissent partager leur expérience et, fortes de leur capital intellectuel, créer une plus-value et influencer des publics clés.

L'UICN, en collaboration avec plusieurs organisations liées aux industries extractives telles que l'Association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement (IPIECA) et l'Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz (OGP, anciennement Forum international d'exploration et de production de l'industrie pétrolière, ou Forum E&P), a publié différents guides de protection de l'environnement qui contiennent des lignes directrices sur l'exploitation gazière et pétrolière dans les régions tropicales et dans les milieux de mangroves ainsi que dans les milieux arctique et subarctique.

Dans la dernière ligne droite avant l'ouverture du Sommet mondial pour le développement durable (SMDD) à Johannesburg, en Afrique du Sud, en 2002, et dans son sillage, l'UICN a poursuivi un dialogue approfondi avec l'International Council on Mining and Metals (ICMM), dont le but était de renforcer la contribution du secteur minier à la conservation de la diversité biologique en introduisant, affinant et appliquant les meilleures pratiques.

Malgré tous ces progrès, il est clair qu'il y a encore beaucoup à faire, notamment sur le plan de la recherche, pour mettre au point les techniques et méthodes les plus pertinentes pour que la durabilité et la protection de l'environnement trouvent leur juste place dans les activités des industries extractives en zone aride et semi-aride. Il faut que les documents techniques et les politiques relatifs aux interventions des industries extractives soient étayés par des discussions et des accords entre différentes entreprises, groupes et gouvernements de différents pays.

Champ d'action et motivation du présent document

Le présent document englobe, dans son champ d'action, les écosystèmes arides et semi-arides non polaires de toutes les régions sèches de la planète. Il a pour ambition de fournir des rudiments de planification et de gestion de l'environnement applicables dans les activités minières et pétrolières dans ces régions. Son but général est de compléter les méthodes de planification et de gestion qui atténuent la dégradation et la désertification des terres causées par les activités des industries extractives et il s'adresse principalement aux organismes et aux services publics chargés d'attribuer les licences et permis ainsi que de planifier et surveiller ces activités. Le document devrait aider à faire naître une compréhension commune des problèmes, des impacts et des acteurs concernés par la mise en place d'industries extractives dans les zones arides et semi-arides. En outre, l'information fournie pourrait aussi servir

de référence aux chefs d'industrie responsables de la planification et de la mise en route d'activités extractives dans les zones arides et semi-arides ainsi qu'aux ONG locales concernées par l'environnement et le développement. Enfin, ce travail devrait permettre aux différents acteurs de tenir compte des questions de durabilité de l'environnement lorsqu'ils prennent des décisions concernant les opérations minières et pétrolières dans les zones arides et semi-arides.

Les processus, rôles et responsabilités des différents acteurs, y compris les entreprises minières et pétrolières, les communautés qui vivent à proximité de mines et de champs pétrolifères et les ONG représentant différents intérêts de la conservation et du développement, sont mis en évidence. Le document reconnaît toutefois qu'il existe de nombreux guides techniques à propos de l'industrie minière et de l'environnement. Il ne cherche pas à s'y substituer mais s'efforce, au contraire, de compléter les travaux existants en matière de planification et de gestion environnementales des activités des industries extractives en se concentrant sur les zones arides et semi-arides. En pratique, ces principes doivent être adaptés aux sites concernés : l'application de recommandations et de mesures dépendra en effet, dans chaque cas, du contexte écologique dans lequel opèrent les industries extractives, des structures institutionnelles et juridiques et des ressources disponibles.

Chapitre Un

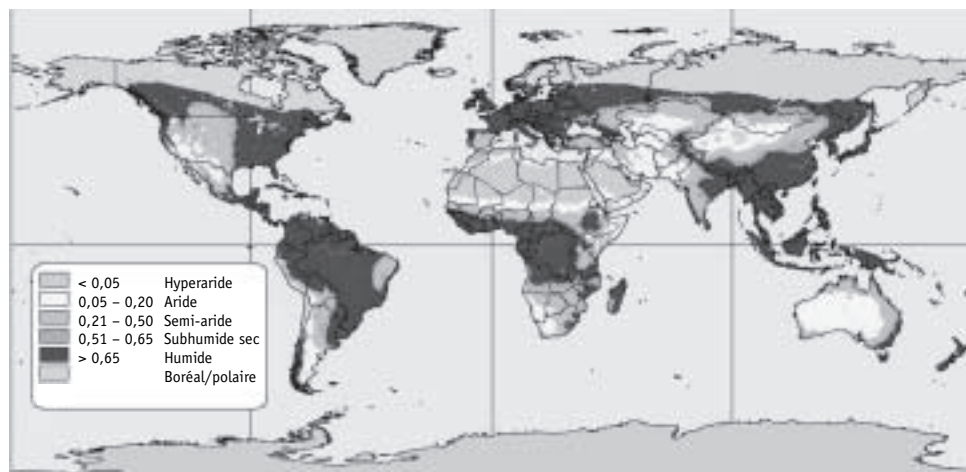
Description des milieux arides

1.1 Introduction

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification définit les zones arides, semi-arides et subhumides sèches comme des «zones, à l'exclusion des zones arctiques et subarctiques, dans lesquelles le rapport entre les précipitations annuelles et l'évapotranspiration possible [l'indice d'aridité] se situe dans une fourchette allant de 0,05 à 0,65». Les zones hyperarides sont caractérisées par un rapport habituellement inférieur à 0,05. Ensemble, ces milieux arides comptent pour plus de 47% de la masse terrestre de la planète et sont répartis, géographiquement, sur tous les continents. Le continent africain possède la plus vaste superficie de milieux arides tandis que l'Australie en a la plus forte proportion — environ 75% de sa superficie.

Les caractéristiques physiques et climatiques des milieux arides — ainsi que de leur flore et de leur faune — varient considérablement. Les caractéristiques physiogéographiques, la proximité au littoral et l'altitude contribuent au caractère de milieux arides spécifiques. Les plantes et les animaux se sont adaptés à des conditions écologiques extrêmes; beaucoup sont uniques et endémiques et enrichissent, de ce fait, la biodiversité mondiale. En réalité, de nombreuses cultures telles que le blé, le maïs, l'orge et le millet ainsi que de nombreuses espèces de bétail sont apparentées à des espèces qui trouvent leur origine dans les milieux arides. De nombreux écosystèmes arides sont caractérisés par une résilience naturelle élevée mais doivent aujourd'hui faire face à des pressions sans précédent, résultat de changements induits par l'homme.

Figure 1. Les milieux arides à l'échelle mondiale



Source : FAO/AGLL/GIS (SDRN), 2002.

1.2 Environnement physique

1.2.1 Le climat

La plupart des régions arides sont situées au-dessous des zones de haute pression dans lesquelles un système frontal porteur de pluie ne peut que rarement pénétrer. En conséquence, ces régions connaissent une pluviosité faible et clairsemée, extrêmement variable selon les saisons et selon les années. La pluie tombe peu fréquemment, en orages isolés qui peuvent provoquer des crues dans les réseaux fluviaux asséchés. La variabilité de ces phénomènes entraîne généralement des périodes de sécheresse ou de pluviosité plus forte que la moyenne qui durent plusieurs années. Les températures varient énormément, quotidiennement et selon les saisons. Le ciel sans nuages et l'air sec favorisent le réchauffement intense du sol et de la basse atmosphère durant la journée. Cette chaleur irradie vers l'atmosphère, après le coucher du soleil, et l'on observe un rafraîchissement brutal la nuit et même des gelées en hiver. Les masses d'air sont généralement stables et la vitesse du vent souvent faible. Le réchauffement localisé de la surface, associé à l'absence d'arbres dans des paysages ouverts, peut produire, localement, des vents violents et des tourbillons de poussière de grande vitesse.

1.2.2 La qualité de l'air

Dans les zones arides et semi-arides, la qualité de l'air varie — de pure à chargée en matières particulaires. De grandes quantités de poussières proviennent de la météorisation des roches, de la déflation des sols et de l'abrasion éolienne. La poussière et le sable peuvent également provenir de sédiments et de zones sèches cultivées balayés par le vent. Portées par les vents, les particules peuvent être transportées sur de longues distances, provoquant des tempêtes de poussière ou des tourbillons de poussière de brève durée.

1.2.3 Les paysages

Dans les milieux arides, on trouve une large palette de paysages spectaculaires — montagnes, terrains tabulaires, collines, hamadas, cônes alluviaux, plaines fluviales, deltas, oueds et lits de cours d'eau asséchés, dunes et mers de sable, étendues sableuses, pavages et étendues désertiques et dépôts volcaniques récents. Ces caractéristiques sont importantes à la fois visuellement dans des paysages où il n'y a généralement pas d'arbres et biologiquement en tant que micro-habitats. La topographie des milieux arides redistribue les ressources en eau, permettant à la végétation et aux arbres de pousser dans les régions proches des vallées et à proximité des sources d'eaux souterraines permanentes. Dans les régions où les précipitations sont légèrement plus élevées, il se peut que des types de paysages de prairie et de savane prédominent.



Sperrgebiet, Namibie.
Photo : Anglo American

1.2.4 Les sols

Dans les zones arides et semi-arides, les sols peuvent être profonds ou peu profonds, sableux ou argileux et varier en acidité et en fertilité. La productivité dépend de la capacité de rétention d'eau des sols qui tend à augmenter avec la profondeur et le contenu organique. La capacité de rétention d'eau des sols sableux est inférieure à celles des sols argileux.

La végétation des zones arides et semi-arides étant souvent clairsemée, les particules peuvent être charriées par l'eau et lessivées dans les porosités du sol, ce qui rend celui-ci plus dur et moins absorbant. Ce phénomène favorise le ruissellement et l'érosion des particules fines contenant des nutriments. Un sol érodé est moins apte à retenir la végétation et plus susceptible d'être altéré par l'eau et par le vent.



*Désert du Sahara,
Ténéré, Niger.*
Photo : UICN/Jim Thorsell

La géomorphologie de nombreuses régions arides crée de vastes bassins de drainage intérieurs sans écoulement naturel. L'évaporation laisse des sels dans le sol qui, s'ils ne sont pas dissous par la pluie et redistribués, conduisent à la salinisation des terres.

1.2.5 Les ressources en eau

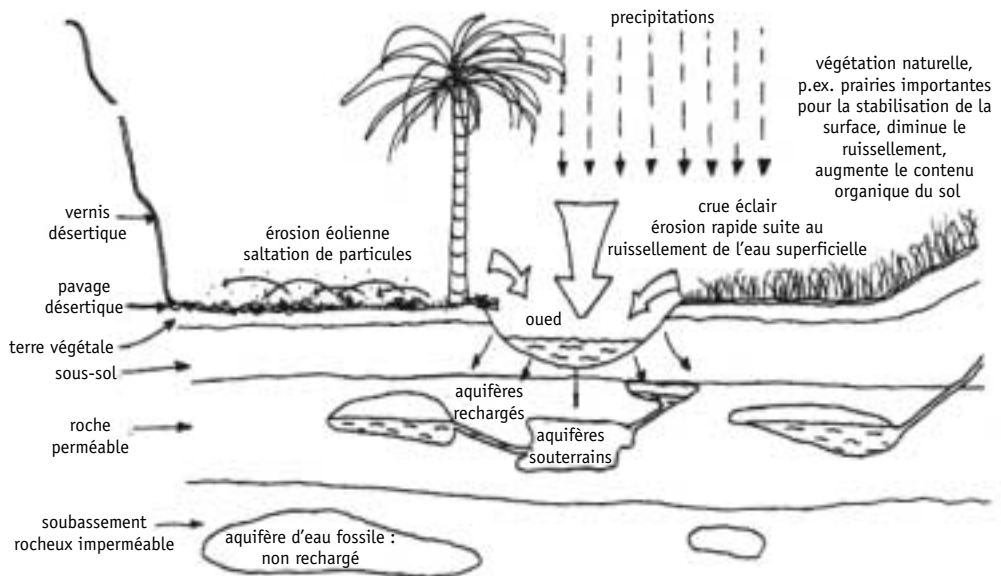
Les milieux arides sont caractérisés par une pénurie d'eau. Outre les eaux de surface qui persistent pour de brèves périodes après les orages, la majeure partie des ressources en eau est souterraine. Il s'agit d'eau fossile ou d'eau géologiquement confinée; n'étant plus alimentée par les pluies, cette ressource est finie et non renouvelable.

Dans une large mesure, ce sont les précipitations faibles et variables, la topographie, la perméabilité des sols, le couvert végétal et le taux d'évaporation qui déterminent la quantité et la nature des eaux de surface. Dans certaines régions, de petits cours d'eau ou de petits lacs peuvent se former après les pluies. D'autres masses d'eau peuvent être alimentées par des sources. Il peut aussi y avoir des eaux de surface dans les cours d'eau ou les oueds qui prennent leur source dans des régions plus humides ou dans des bassins versants montagneux. Les zones humides qui se forment dans les milieux arides jouent un rôle extrêmement important, tant comme écosystèmes naturels et zones de diversité biologique élevée que comme centres d'activités humaines.

La distribution des eaux souterraines est inégale et celles-ci sont souvent très profondes. Seule, une petite proportion des eaux souterraines pénètre dans le cycle hydrologique ou est rechargée localement; certains aquifères se trouvent dans des systèmes fermés et, une fois drainés, ne se reconstituent plus. Les systèmes ouverts sont généralement rechargés par l'eau de régions où la pluviosité est plus élevée, par l'intermédiaire de cours d'eau, de canaux ou par la circulation des eaux souterraines. Certains aquifères profonds contiennent des eaux fossiles

créées il y a plusieurs milliers d'années dans des conditions climatiques plus humides; elles sont parfois de très bonne qualité (figure 2). La qualité des eaux souterraines moins profondes varie de douce à saline selon la nature de la roche mère; elles peuvent contenir des particules chimiques dissoutes ou en suspension. Les eaux souterraines des milieux arides sont parfois impropres à la consommation humaine ou agricole mais peuvent cependant être utilisées pour les opérations minières.

Figure 2. Processus naturels dans les régions arides et semi-arides



Source : Scott Wilson Ltd.

1.3 Le milieu biologique

1.3.1 Végétation et flore

Les types de végétation varient considérablement entre les régions et comprennent différents types de prairies, parcours, zones boisées et forêts qui se sont adaptés afin de survivre dans des conditions de précipitations irrégulières, de fortes radiations solaires, de feux et de sécheresses périodiques. La végétation dépend des types de sols locaux, de l'équilibre nutritif et des conditions climatiques. Toute l'année, la couverture végétale est généralement éparse et claire. La biomasse peut varier considérablement d'année en année mais la composition spécifique reste généralement constante.

Dans les milieux arides, les plantes ont évolué de manière à survivre dans des conditions climatiques extrêmes. Soit elles sont xérophiles et résistent à la sécheresse (comme les cactus et les succulentes), soit elles évitent la sécheresse (comme les graminées annuelles).

Les halophytes ont une tolérance remarquable aux conditions salines. Trois catégories fondamentales de plantes poussent dans les régions arides :

- Les plantes éphémères sont herbacées (non ligneuses) et ont un cycle biologique extrêmement court (environ 6 à 8 semaines). Elles n'ont pas de propriétés leur permettant de résister à la sécheresse car elles ne poussent que durant les périodes humides. Leurs graines peuvent rester longtemps en dormance dans le sol, jusqu'à ce que des précipitations suffisantes et des températures favorables activent la germination. Ces plantes sont petites et leur enracinement est superficiel. Elles poussent, fleurissent et meurent très rapidement, nourrissant le sol pour préparer le terrain à la colonisation d'autres types de plantes. Dans les zones arides, la couche superficielle du sol contient de fortes proportions de graines qui sont une ressource précieuse pour la remise en état des terres dégradées.
- Les plantes succulentes pérennes peuvent endurer la sécheresse. La surface externe est couverte d'une couche imperméable de matière cireuse qui atténue le plus possible la perte d'eau; ces plantes présentent une hypertrophie de leur tige ou de leurs feuilles dans lesquelles elles accumulent un plus grand volume d'eau. Elles comprennent les Cactaceae du Nouveau Monde et les Euphorbiaceae succulentes de l'Ancien Monde.
- Les plantes pérennes ligneuses vont des graminées et herbes ligneuses aux arbustes et aux arbres. Elles peuvent être sempervirentes ou décidues et sont très rustiques. De nombreuses plantes pérennes ligneuses sont épineuses ou à texture rugueuse. Certaines produisent des graines qui ne germent que si le manteau de la graine est fendu ou brûlé.

Du fait même de son adaptation à un climat rigoureux et variable, la flore des milieux arides peut être extrêmement diverse. De nombreuses espèces végétales des zones arides sont endémiques et limitées à des habitats particuliers. Certaines sont des reliques de périodes anciennes, plus humides ou plus sèches, et survivent dans des localités particulières ou des refuges (par exemple les montagnes du Sahara).



Northern Cape, Afrique du Sud.
Photo : Anglo American

1.3.2 La faune

La faune des milieux arides doit aussi faire face aux extrêmes climatiques. Elle s'est adaptée, du point de vue physiologique et comportemental, à des quantités variables et à la distribution spatiale de la nourriture, à des conditions généralement imprévisibles et à des variations extrêmes des températures diurnes; ces adaptations sont notamment :

- le comportement nocturne — de nombreux animaux évitent la chaleur intense et les risques de déshydratation durant la journée et ne sortent que la nuit pour se nourrir;
- l'enfouissement — dans les milieux arides, une proportion beaucoup plus élevée de la faune vit sous terre;
- l'indépendance par rapport à l'eau — certaines espèces peuvent vivre de nombreux mois sans boire car elles retirent l'humidité nécessaire à leur survie en absorbant la rosée et en consommant des plantes qui stockent l'eau telles que des racines et des melons;
- la mobilité — certains animaux peuvent parcourir des centaines de kilomètres pour profiter de la croissance végétale qui accompagne les précipitations dans différentes régions. En conséquence, les populations animales peuvent fluctuer considérablement d'année en année.



Oryx d'Arabie, Namibie.
Photo : UICN/Jim Thorsell

Les zones humides des régions arides et semi-arides sont souvent des habitats très importants pour la diversité biologique animale. Elles n'entretiennent pas seulement une faune aquatique adaptée à des conditions changeantes (assèchements périodiques, p. ex.), mais sont aussi des étapes d'importance critique pour les oiseaux migrateurs. Sans les zones humides, la migration pourrait être impossible.

1.4 Le milieu socio-culturel

1.4.1 Populations et établissements humains

La diversité des populations appartenant à différentes ethnies et groupes d'utilisateurs qui vivent dans les milieux arides est considérable : populations autochtones telles que chasseurs-cueilleurs aborigènes et pasteurs nomades, bergers semi-nomades pratiquant la transhumance, agriculteurs de subsistance sur de petites exploitations agricoles et citadins de la société industrielle moderne. En général toutefois, en raison de la pénurie d'eau et des difficultés de l'agriculture, les populations des milieux arides tendent à être éparpillées avec de petits groupes qui se concentrent autour des sources d'eau. L'eau détermine généralement la taille de l'établissement humain. Les populations des zones arides et semi-arides, comme celles de toutes les autres régions, augmentent et la structure des établissements humains est en train de se modifier.

Les régions arides sont connues pour la richesse de leur diversité culturelle. Compte tenu de l'isolement relatif des communautés traditionnelles qui vivent dans les milieux arides, un sens profond d'identité culturelle s'est souvent développé. De nombreux établissements et sites religieux d'anciennes cultures — y compris les monuments religieux, les sanctuaires et les sites sacrés — constituent des ressources historiques et archéologiques dans les régions arides et semi-arides où la sécheresse est favorable à leur conservation. Ce patrimoine archéologique n'est pas seulement très important sur le plan pédagogique et culturel mais aussi de plus en plus important au niveau économique, pour le secteur du tourisme.

1.4.2 Occupation des sols et régime foncier

Les zones arides et semi-arides septentrionales se caractérisent par des pâturages et des terres arables épars. Cela étant, les régimes fonciers traditionnels et les droits d'usufruit sont souvent complexes, imbriqués et circonstanciels. Le tableau 1 résume les types de végétation et d'utilisation des sols en fonction des zones d'aridité.

Tableau 1. Zones d'aridité, végétation et utilisation des sols dans les milieux arides

Zone	Végétation	Utilisation des sols
Hyperaride	Accidentelle	Très limitée
Aride	Buissons et arbustes ligneux, succulentes, quelques graminées pérennes et de nombreuses graminées annuelles	Pâturage
Semi-aride	Prairies, arbustes tropicaux et quelques savanes	Pâturage pastoral, agriculture pluviale
Subhumide sèche	Prairies, zones boisées et savanes, maquis, chapparal, steppes	Pâturage et élevage, production intensive de bétail, agriculture pluviale, agriculture irriguée, sylviculture

1.4.3 Stratégies de subsistance

Le mode de vie et la stratégie économique des populations qui vivent dans les zones arides et semi-arides sont traditionnellement conditionnés par la nécessité d'obtenir suffisamment d'eau et de se prémunir contre les pénuries alimentaires. Le nomadisme, qui consiste à se déplacer avec le bétail entre les ressources en eau et de pâturage, est, depuis toujours, une des principales stratégies de subsistance. Les aliments et les remèdes issus de la nature apportent souvent un complément très important au régime alimentaire local et aux soins de santé mais aussi à l'économie locale. Lorsque les ressources sont plus sûres ou plus permanentes, il devient possible de s'installer à tel ou tel endroit et l'utilisation des sols est alors principalement pastorale et agricole.

Chapitre Deux

Activités des industries extractives

Ce chapitre décrit les phases d'exploration, de production et de démantèlement des industries extractives. Les industries minières et pétrolières ont des phases d'activité semblables, notamment :

- exploration et reconnaissance (phase I);
- appréciation/évaluation de faisabilité (phase II);
- construction, production, raffinage/traitement et distribution (phase III);
- démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème (phase IV).

Nous proposons une vue d'ensemble des activités de chacun des secteurs. Les activités elles-mêmes — installation de camps de base et de sites de production, démantèlement et remise en état du site et restauration des écosystèmes — sont décrites conjointement.

2.1 Matières premières exploitées dans les zones arides et semi-arides

Différents types de matières premières sont extraites dans les zones arides et semi-arides, notamment :

- les hydrocarbures, tels que le pétrole et le gaz;
- les métaux et les minerais métalliques, notamment le fer, l'étain, la bauxite, l'aluminium, le borate, le titane, le cobalt, le manganèse, le nickel, le plomb, le zinc, le chrome, l'uranium et le vanadium;
- les minerais non métalliques et industriels tels que les phosphates, l'amiante, le charbon, les schistes bitumineux, le sel, le talc et le soufre;
- les métaux précieux tels que l'or, l'argent, le platine, le zircon et le minerai de diamant;
- les matériaux de construction et industriels tels que la pierre, les argiles, les sables et les graviers.



Mine de zinc, Namibie.
Photo : Anglo American

2.2 Exploration et exploitation minières

Le champ d'activité des compagnies minières est extrêmement variable. Elles peuvent se spécialiser dans l'une ou l'autre des opérations mentionnées ci-dessus ou en entreprendre plusieurs, voire toutes. Il s'agit de grandes entreprises multinationales, actives dans de nombreux pays, de petites et moyennes entreprises, et même parfois d'entreprises artisanales, qui sont alors souvent plus informelles. Le tableau 2 propose un résumé simplifié des activités minières et des besoins opérationnels de chaque phase.

Tableau 2. Phases opérationnelles des activités minières

Phase	Activités	Besoins opérationnels
I	EXPLORATION Étude théorique : identifie les zones où les conditions géologiques sont favorables; recherche dans la littérature, consultation des archives locales qui ne sont pas publiques Reconnaissance aérienne : identifie les caractéristiques paysagères favorables Étude géochimique : collecte d'échantillons de roches, de sols, d'eau et de sédiments et de végétation pour analyse chimique Étude géophysique : mesure des morts-terrains, délimitation des formations rocheuses et des structures géologiques Forage exploratoire/creusement de tranchées : vérifie la présence ou l'absence de ressources minérales et quantifie les réserves	• aéronef volant bas au-dessus du site d'étude • besoin minimum d'équipement • accès par véhicule léger et couverture extensive de la zone • échantillonnage d'eau • coupage de lignes et accès • terrassement et mise en place des installations de forage • accès pour l'équipement • installation d'un camp de base • approvisionnement en eau et en énergie • installations de stockage et de sites d'élimination des déchets
II	ÉTUDES D'APPRÉCIATION ET DE FAISABILITÉ Détermine si l'exploitation de la ressource sera rentable; élaboration d'une étude d'impact sur l'environnement et d'une évaluation stratégique des impacts sur l'environnement	• équipement de terrassement et de forage • grand camp de base • approvisionnement en eau et en énergie • sites de forage et de creusement de tranchées • accès, stockage et installation de sites d'élimination de déchets (parc à résidus)
III	CONSTRUCTION, PRODUCTION, TRAITEMENT ET DISTRIBUTION Infrastructure (routes d'accès, électricité, adduction d'eau); construction de locaux et de logements pour le personnel; exploitation et traitement du minerai, etc., dans des mines à ciel ouvert ou souterraines; transport du minerai loin du site	• installation d'équipement de terrassement et d'exploitation • installations de dynamitage • installations de traitement du minerai • installations d'exportation • logements pour le personnel semi-permanent • adduction d'eau et apport d'énergie • amélioration de l'accès, installations de stockage et d'élimination des déchets
IV	DÉMANTÈLEMENT, REMISE EN ÉTAT DU SITE ET RESTAURATION DE L'ÉCOSYSTÈME	• équipement de sécurisation des mines et des sites d'élimination des déchets • équipement d'enlèvement des installations • équipement de remise en état et restauration du site • équipement de traitement continu des fuites eaux et des eaux d'exhaure et d'infiltration

Phase I : Exploration

Étude théorique

Dans un premier temps, on passe en revue les cartes géologiques dans le but d'identifier les principales formations rocheuses et les bassins sédimentaires. La photographie aérienne permet aussi d'étudier les caractéristiques paysagères indiquant la formation de bassins, par exemple des failles ou des anticlinaux.

Reconnaissance aérienne

On peut recueillir des données supplémentaires à l'aide de la télédétection par satellite et d'études géophysiques aériennes. Différentes études géophysiques peuvent être réalisées sur une vaste région en vue d'identifier les caractéristiques géologiques indicatrices de gisements de minéraux : mesures de la conductivité électrique, du magnétisme, de la radioactivité naturelle ou d'anomalies dans la gravité, souvent conduites à partir d'un aéronef léger ou d'un hélicoptère. Des techniques telles que l'imagerie infrarouge peuvent aider à classer la roche superficielle et à mettre en évidence des modifications dans la végétation qui peuvent aussi être indicatrices de la présence de minéraux.

Étude géochimique

Pour cette étude, qui a lieu sur le terrain, dans le cadre de l'exploration minière, il faut récolter des échantillons d'eau, de sédiments fluviaux, de sol, de végétation et d'affleurements rocheux et analyser leur contenu minéral. Cette étape initiale de l'exploration a des incidences limitées car les besoins en équipement sont minimaux et une bonne partie du travail peut se faire à pied ou à l'aide de véhicules légers.

Étude géophysique au sol

Celle-ci a lieu sur le terrain et son but est de cartographier les structures géologiques et de mesurer les morts-terrains. L'impact peut être plus prononcé que celui de l'étude géochimique car elle nécessite la coupe de lignes de végétation et l'accès de véhicules.

Forage exploratoire

Lorsque les études exploratoires mettent en évidence une zone propice au forage, l'étape suivante consiste à confirmer la présence et l'étendue des ressources minérales en perçant un trou de sondage exploratoire au moins. En général, on forera une douzaine de trous de sondage au maximum sur une superficie de quelques kilomètres carrés. Le forage peut durer entre un et trois mois, 24 heures sur 24. Des carottes sont prélevées pour analyse minérale.



Travaux d'exploration, Namibie.
Photo : Anglo American/Phil Tanner

Trois foreuses différentes sont utilisées successivement dès qu'une ressource est identifiée. Leur «empreinte» et leurs impacts sont beaucoup plus légers que ceux des foreuses qui servent à la prospection pétrolière.

Le forage rotatif à air comprimé est une méthode de sondage rapide qui sert à recueillir des informations géochimiques. Normalement, les trous de forage mesurent 40 m de profondeur et sont espacés de 500 m sur plusieurs kilomètres. Dans certains cas, la zone d'impact ou site de forage ne dépasse pas 5 m x 5 m.

Le forage par circulation inverse procède à partir des objectifs géochimiques identifiés par le forage rotatif à air comprimé. Cette technique est plus précise et l'on peut forer plus profondément dans un sol plus dur. La profondeur du trou est en général de 80 m et les sites de forage de 20 m x 20 m. Il faut entre 5 et 40 heures pour forer le trou.

La foreuse à diamant sert à recueillir les carottes. Elle fournit des informations géotechniques sur le site et des analyses géochimiques extrêmement précises. Elle est surtout utilisée durant l'étape de faisabilité lorsqu'il faut déterminer les dimensions de la ressource. Le forage comprend en général des trous de 100 à 150 m de profondeur; la foreuse reste plusieurs semaines sur chaque trou et le site de forage est, en général, de 30 m x 30 m.

Si le site n'est pas jugé commercialement viable, l'équipement (c'est-à-dire la foreuse) est en général enlevé et déplacé vers un autre site. L'état du site abandonné doit être sécurisé et le site remis en état et, si possible, restauré dans son état d'origine (pour d'autres précisions sur le démantèlement, la remise en état du site et la restauration de l'écosystème, voir phase IV).

Phase II : Études d'appréciation et de faisabilité

Avant de passer à la production, l'entreprise réalise une étude d'appréciation pour définir les dimensions et la nature de la ressource, déterminer comment conduire la production et évaluer si elle peut-être rentable. Dans les sites qui ont un potentiel minier, le forage et le creusement de tranchées d'évaluation permettent de déterminer la nature de la zone minéralisée. Les gisements étant souvent complexes, il faut prélever de nombreux échantillons pour établir leur teneur, leurs dimensions et leur continuité.

On prépare une étude de faisabilité préliminaire d'après un projet minier conceptuel afin d'évaluer si l'exploitation du gisement est rentable et techniquement réalisable. En même temps, une étude environnementale préliminaire doit être menée pour déterminer et évaluer les éventuels problèmes environnementaux et sociaux associés aux activités de production et aux plans de gestion post-exploitation, et pour déterminer la nécessité de mettre en place des mesures de protection et d'atténuation. Si, après l'étude de faisabilité préliminaire, on décide de poursuivre, on prépare une étude de faisabilité complète. Une évaluation complète des impacts sur l'environnement (section 4.2.2) doit aussi accompagner les demandes de permis d'exploitation.

Phase III : Construction, production, traitement et distribution

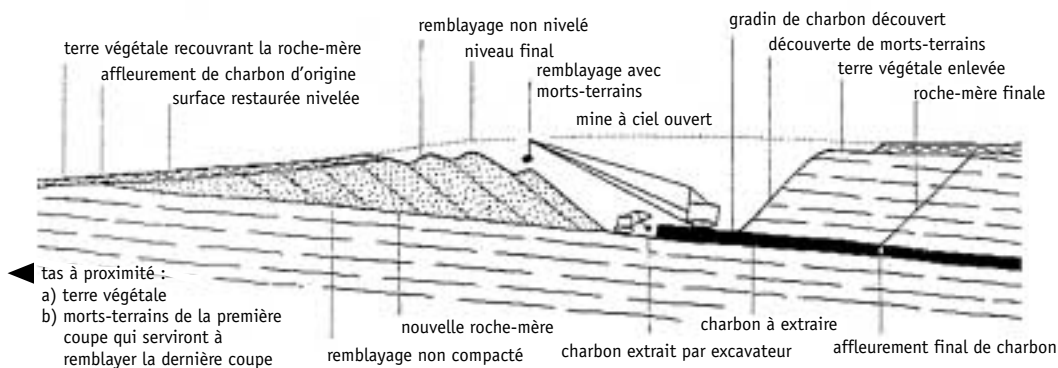
Les circonstances et le type de matière détermineront la méthode d'extraction, soit superficielle, soit souterraine.

Exploitation de surface

Il y a deux types principaux d'exploitation de surface (que l'on appelle aussi exploitation ou extraction à ciel ouvert ou en découverte). L'exploitation à ciel ouvert (aussi dite en découverte) convient pour extraire des matières premières telles que du charbon ou du calcaire à faible teneur que l'on trouve près de la surface mais qui peuvent s'étendre sur de nombreux kilomètres carrés. Chaque zone ou bande découverte est conçue de manière à ce qu'une superficie relativement petite soit activement exploitée. Cela permet de retirer les morts-terrains du côté à découper et de les replacer du côté déjà exploité.

On a recours à l'exploitation en gradins pour extraire des roches de la surface, lorsque le minerai se trouve en gisements massifs pouvant être profonds (jusqu'à 1000 m) et s'étend sur plusieurs kilomètres (figure 3).

Figure 3. Diagramme d'une exploitation à ciel ouvert



Source : Waltham, T. 1994. *Foundations of Engineering Geology*. Routledge: London, p. 60.

La première activité d'extraction dans les exploitations de surface consiste à enlever les morts-terrains, y compris la terre végétale, pour révéler les dépôts minéralisés. Ce travail se fait à l'aide de bulldozers et de décapeuses ou par dynamitage; la terre végétale et les morts-terrains peuvent être mis de côté pour une utilisation ultérieure. On procède ensuite à l'extraction du minerai et à son transfert vers la zone de traitement par les routes d'accès généralement construites sur le bord de la mine. Progressivement, la mine est creusée plus profondément en niveaux successifs, laissant des «gradins» pour soutenir les flancs et permettre l'accès d'engins de terrassement.

Une troisième forme d'exploitation de surface est l'exploitation des placers sur les dépôts alluviaux ou éluviaux. Les gisements d'or, d'étain, de titane et de platine sont exploités par

lavage à grandes eaux et par excavation à l'aide de dragues et de chargeuses. En général, le traitement se fait par la méthode de séparation par gravité, par exemple pour l'or et par des techniques telles que l'amalgame de mercure sur le site pour récupération finale de l'or. Les exploitations de placers varient en taille : de l'artisanat — c'est-à-dire le mineur classique de la ruée vers l'or — jusqu'à l'exploitation et au traitement à grande échelle.

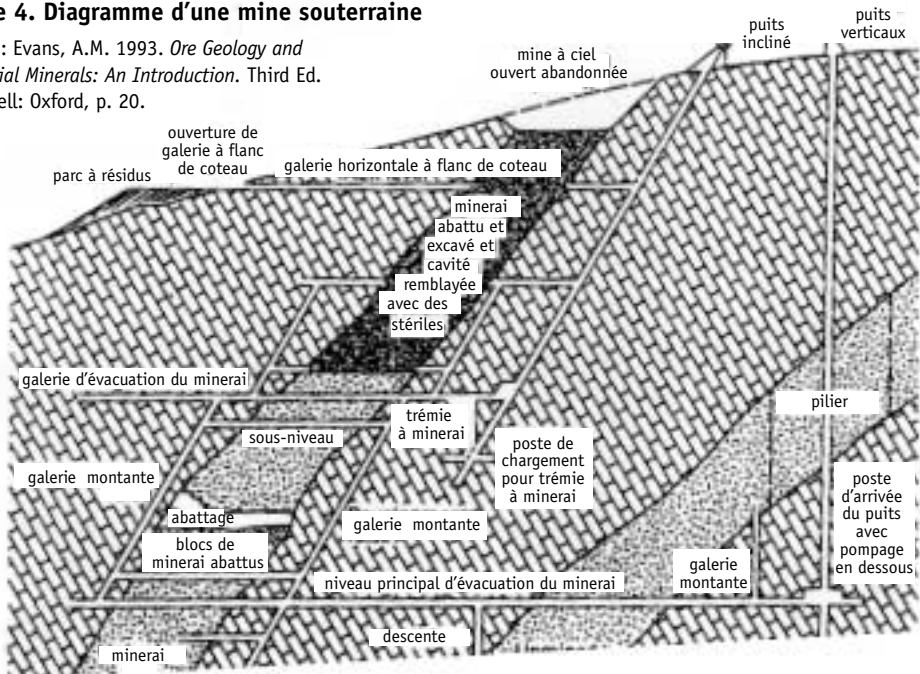
Exploitation souterraine

L'exploitation souterraine permet d'atteindre des couches de minerai qui se trouvent au-dessous de la surface (figure 4). Pour cela, on utilise différentes techniques telles que les piliers et compartiments, les chambres et piliers (surtout pour le charbon mais aussi pour le sel, le calcaire, etc.), l'abattage (en général pour les mines de métaux afin d'exploiter les veines), le foudroisement et l'exploitation par longue taille de couronne (y compris la méthode de déblai-remblai). Toutes ces techniques supposent le dynamitage ou le creusement d'un puits afin de suivre une veine dans le sous-sol. On utilise surtout des dérocteurs et des engins de forage pour l'exploitation souterraine du charbon mais pour les métaux, on peut utiliser différentes méthodes d'extraction.

Bien que l'on extraie différents minerais et qu'il puisse y avoir des variations dans les techniques, les méthodes d'extraction sont essentiellement les mêmes et comprennent à la fois des explosifs pour le dynamitage et des engins de terrassement. Le dynamitage doit se faire en prenant des précautions considérables pour veiller à la sécurité et atténuer les perturbations pour les communautés locales, le bétail et la nature.

Figure 4. Diagramme d'une mine souterraine

Source : Evans, A.M. 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*. Third Ed. Blackwell: Oxford, p. 20.



Il existe un autre type d'exploitation souterraine qui suppose de dissoudre le minéral dans un liquide et d'extraire le tout par pompage comme dans le cas du pétrole. Ce procédé se présente sous deux formes :

- L'extraction par solution est employée dans le cas de sels solubles tels que les sulfates ou la potasse. On injecte de l'eau dans la strate souterraine pour dissoudre les minéraux solubles dans l'eau qui sont ensuite extraits sous forme de saumure. Le processus laisse derrière lui une cavité souterraine, là où le minéral a été extrait, qui peut donner lieu, ultérieurement, à une subsidence.
- La lixiviation *in situ* se fait par injection de produits chimiques appelés lixivants. Il peut s'agir de produits acides, basiques ou neutres qui contiennent souvent des oxydants afin d'extraire des minéraux tels que l'uranium et le cuivre. Les produits chimiques sont confinés dans la zone minéralisée en contrôlant les gradients hydrologiques du champ de captage.

Traitement du minéral

Lorsque la roche ou le minerai est extrait, il faut le traiter d'une manière ou d'une autre afin de produire le concentré qui est ensuite exporté du site. Le traitement peut être très simple (comme dans le cas du charbon, des agrégats, du sable et des graviers) ou faire appel à des méthodes plus complexes qui comprennent certaines voire toutes de ces activités :

- concassage, lavage et calibrage — procédés physiques visant à produire une matière première propre, de taille globalement uniforme;
- procédés de séparation — pour séparer différentes matières, soit selon leur gravité spécifique (par exemple séparation par gravité, flottage et hydrocyclone) soit, dans le cas de matières ferreuses, selon leurs propriétés magnétiques;
- procédés chimiques — pour extraire les sels métalliques, etc., par lixiviation à l'aide d'acides, de bases ou d'oxydants;
- traitements thermiques et électriques — pour extraire les matières purifiées, par exemple raffinage et fusion.

Le minéral peut être traité sur place ou le minerai brut transporté pour traitement ailleurs (c'est-à-dire là où il y a une plus grande disponibilité d'eau et d'énergie). On procède, parfois à un traitement partiel afin de diminuer la masse du minerai et de réduire ainsi les frais de transport.

Certaines de ces activités ne nécessitent que peu d'additifs chimiques et donnent des sous-produits relativement bénins. D'autres, comme les procédés de lixiviation chimique et de flottage font appel à des réactifs chimiques spécifiques qui comprennent des solvants organiques toxiques. Un résumé des principales techniques de traitement des différents minerais, ainsi que les produits et résidus associés figure en annexe 1.

Les activités d'extraction et de traitement nécessitent d'importantes quantités d'énergie et d'eau parfois difficiles à obtenir dans des zones arides et semi-arides isolées. S'il faut de l'eau pour le traitement, il est essentiel de procéder à l'égouttage des liquides de lavage et des résidus pour réutilisation. L'eau étant contaminée par des substances qui peuvent être toxiques, il faut apporter un soin considérable à la conception des bassins de retenue des résidus et à l'élimination des lixiviats. Durant le traitement d'autres résidus et émissions solides, liquides et gazeux peuvent être produits. Les principaux flux de déchets qui résultent de l'extraction et du traitement des minéraux, ainsi que les possibilités d'élimination et de traitement sont résumés au tableau 3.

Tableau 3. Principaux flux de déchets

Flux de déchets	Méthodes de traitement et d'élimination	Problèmes
Morts-terrains et stériles		
La roche et le sol découverts avant ou durant les opérations minières	La terre végétale est stockée pour réutilisation en phase de remise en état et de restauration Les morts-terrains sont généralement stockés à proximité du site et peuvent, dans un premier temps, servir à combler les dépressions et à égaliser le terrain autour de la mine ou être stockés pour remblayer les gradins et les puits Les stériles peuvent servir à la construction urbaine, routière, etc. pour desservir la mine et la communauté locale	Drainage minier acide (DMA) résultant de l'oxydation des minéraux de sulfure lorsqu'ils sont exposés à l'air et à l'eau, produisant des eaux acides, riches en soufre, avec des concentrations élevées de fer, de sulfate et d'autres métaux; ce processus est accéléré par certaines bactéries Production de sédiments et surcharge des cours d'eau résultant d'une érosion accrue
Exhaure		
Drainage/assèchement des mines pour abaisser la nappe phréatique	Neutralisation et aération Enlèvement de contaminants éventuellement toxiques tels que l'arsenic, le chrome, le cuivre, le cyanure, le plomb, le sélénium, le nickel et le zinc Traitement passif par l'intermédiaire de zones humides artificielles	Le traitement de l'exhaure devra peut-être se poursuivre durant de nombreuses années après la cessation des opérations minières

Résidus		
Déchets minéraux fins produits par le traitement du minerai	L'assèchement réduit le contenu en eau des résidus pour le transport et l'élimination par camion Les résidus boueux peuvent être transportés par des conduites depuis l'usine jusqu'à la zone d'élimination. L'élimination se fait généralement dans des parcs à résidus ou des remblais dans les mines souterraines Le stockage des résidus secs sous couverture rocheuse peut convenir	Drainage minier acide (DMA) Infiltrations toxiques Production de poussière Érosion
Effluents de traitement		
	Déversement des effluents dans les eaux réceptrices des parcs à résidus, des bassins de sédimentation et dans le drainage des eaux d'orage Neutralisation et aération Traitement dans des zones humides artificielles	Pourraient contenir des produits chimiques dangereux Il pourrait y avoir des infiltrations dans les eaux souterraines ou des débordements durant les orages
Émissions dans l'air		
Particules, méthane, SO _x et NO _x	Emplacement approprié des opérations d'exploitation minière, de concentration et de criblage en aval des communautés et des logements du personnel Les émissions dangereuses de tel ou tel procédé pourraient nécessiter des traitements spécifiques pour respecter les normes d'émission	La poussière peut contenir des contaminants toxiques provenant des minéraux extraits mais, habituellement, en faibles concentrations La production de méthane par les mines de charbon contribue à l'effet de serre et au réchauffement planétaire

Phase IV : Démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème

Dans les régions où il y a des industries extractives, on peut souvent observer des sites anciens et abandonnés. Toutefois, chacun a de plus en plus conscience que le démantèlement en toute sécurité, la remise en état du site et la restauration de l'écosystème font partie des obligations d'une entreprise d'exploitation minière. Cette obligation est généralement inscrite dans les modalités de la concession et les entreprises doivent parfois verser une partie de leur revenu dans un fonds de remise en état/restauration ou d'amortissement. Les pouvoirs publics et les communautés locales devront décider du niveau de remise en état et d'utilisation future, en principe avant le début des opérations et dans les moindres détails lorsque les opérations



Remise en état d'une mine de zinc, Namibie.

Photo : Anglo American

prennent fin. Le site peut parfois être rendu à son état d'origine mais ce n'est pas toujours possible. La restauration du site peut nécessiter le remplacement du sol contaminé, ainsi que la prise de mesures pour favoriser la régénération de la végétation (voir aussi section 4.2.3).

Un des principaux problèmes sera la persistance de l'exhaure acide et des lixiviats provenant des parcs à résidus et des bassins de résidus avec barrage. Le pompage et le traitement de

ces liquides devront peut-être se poursuivre durant de nombreuses années pour empêcher la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines.

2.3 Exploration et extraction pétrolières

Les compagnies pétrolières ont un champ d'activité extrêmement variable. Elles peuvent se spécialiser dans l'une ou l'autre des phases de mise en valeur ou plusieurs, voire toutes. Il peut aussi bien s'agir de grandes multinationales, actives dans de nombreux pays que d'entreprises de taille moyenne travaillant dans des régions plus limitées. Des entreprises spécialisées fournissent souvent, sous contrat, des services tels que les études de reconnaissance et le forage. Le tableau 4 présente un résumé des phases d'exploration et d'extraction pétrolières, ainsi que des besoins opérationnels.

Tableau 4. Phases opérationnelles de l'exploration et de la production pétrolières

Phase	Activités	Besoins opérationnels
I	EXPLORATION Étude théorique : identifie les zones où les conditions géologiques sont favorables; recherche dans la littérature, consultation des archives locales qui ne sont pas publiques Reconnaissance aérienne : identifie les caractéristiques paysagères favorables Étude sismique : fournit des données précises sur la géologie Forage exploratoire/creusement de tranchées : vérifie la présence ou l'absence de réserves d'hydrocarbures et quantifie les réserves	• aéronef volant bas au-dessus du site d'étude • accès par route ou hélicoptère pour le personnel et l'équipement • accès et routes pour les véhicules • camp de base • installations d'essai aux tiges • accès pour l'équipement • camp de base • apport d'eau et d'énergie • installations de stockage • installations d'élimination des déchets

II	ÉTUDES D'APPRÉCIATION ET DE FAISABILITÉ	• sites de forage supplémentaires • grand camp de base • apport d'eau et d'énergie • accès, installations de stockage et d'élimination des déchets supplémentaires • installations de stockage du pétrole
III	CONSTRUCTION, PRODUCTION, TRAITEMENT ET DISTRIBUTION Infrastructure (routes d'accès, électricité, adduction d'eau); construction de locaux et de logements; production de pétrole et de gaz à partir des réserves par pression de réservoir, ascension artificielle et, éventuellement, technique de récupération avancée jusqu'à ce que les réserves rentables soient épuisées Traitement et raffinage Transport et oléoducs	• production pétrolière augmentée (têtes de puits, conduites d'écoulement, stations de collecte) • installations de séparation et de traitement • davantage de réservoirs de stockage de pétrole • usine de production de gaz, torchères • installations d'exportation (oléoducs, pétroliers) • logements et installations pour le personnel semi-permanent • apport d'eau et d'énergie • accès amélioré, installations de stockage et d'élimination des déchets
IV	DÉMANTÈLEMENT, REMISE EN ÉTAT DU SITE ET RESTAURATION DE L'ÉCOSYSTÈME	• équipement pour boucher les puits • équipement d'enlèvement des installations • équipement de restauration du site, de régénération du paysage et de la végétation

Phase I : Exploration

Étude théorique

Dans un premier temps, on passe les cartes géologiques en revue afin d'identifier les principales formations rocheuses et les principaux bassins sédimentaires. La photographie aérienne permet d'étudier les caractéristiques paysagères telles que les failles ou les anticlinaux qui indiquent la formation de bassins.

Reconnaissance aérienne

Comme pour l'exploration minière, il est possible de recueillir des données supplémentaires à l'aide de la télédétection par satellite et de reconnaissances géophysiques aériennes. Les reconnaissances géophysiques telles que les mesures de la conductivité électrique, du magnétisme, de la radioactivité naturelle et des anomalies de gravité peuvent être organisées sur une vaste région afin d'identifier les caractéristiques géologiques indicatrices de gisements de pétrole. En outre, l'imagerie par infrarouge peut aider à classer les roches de surface et à mettre en évidence les modifications de la végétation qui peuvent indiquer des réserves de pétrole sous-jacentes.

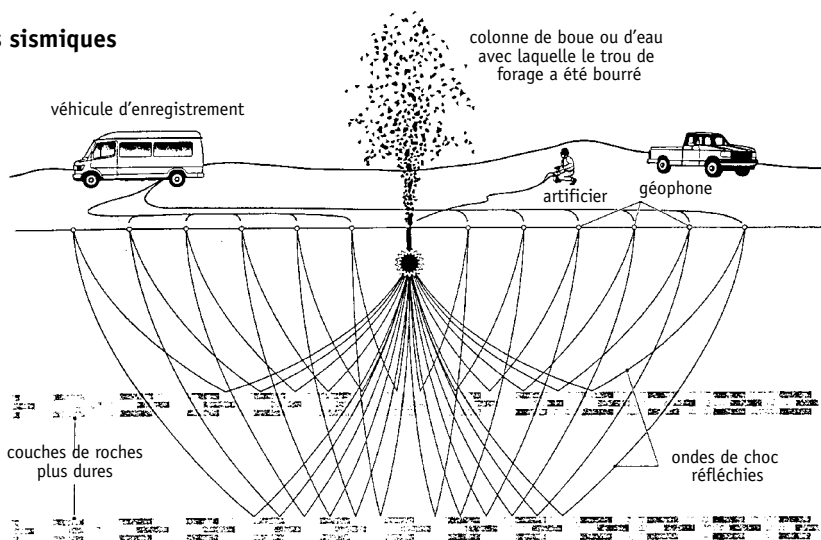
Études sismiques

Durant l'exploration pétrolière, on procède à des études sismiques locales à l'aide des techniques suivantes :

- Les techniques de prospection sismique à l'aide d'explosifs nécessitent l'explosion de petites charges dans des trous de forage peu profonds, le long de lignes de levé. Les ondes de choc sont renvoyées par le substratum rocheux et mesurées à l'aide de senseurs (figure 5). L'information sert à cartographier les formations rocheuses souterraines indiquant la présence éventuelle de réserves de pétrole. Les lignes de levé doivent être assez larges pour permettre l'accès des instruments et des opérateurs cependant, 0,5 à 1 m suffisent car les instruments peuvent être transportés à la main.
- Il faut trois à cinq véhicules lourds reliés par des câbles électriques et de communication pour utiliser le vibroséisme. On envoie dans le sol des vibrations subsoniques et les instruments enregistrent les ondes de réflexion qui remontent à la surface. Les mesures sont répétées tous les quelques mètres. Cette technique ne peut être utilisée que sur des routes ou des surfaces dures telles que des prairies où l'accès de véhicules est possible. Elle est souvent préférable, du point de vue écologique, aux méthodes de prospection sismique par explosion, car la source d'énergie plus faible perturbe moins la faune sauvage. Il se peut, cependant, que l'on soit obligé d'enlever la végétation sur une voie d'accès de 3 à 4 m de large.

Figure 5. Études sismiques

Source : Joint E&P Forum/UNEP. 1997. *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production: An Overview of Issues and Management Approaches*.



Forage d'exploration

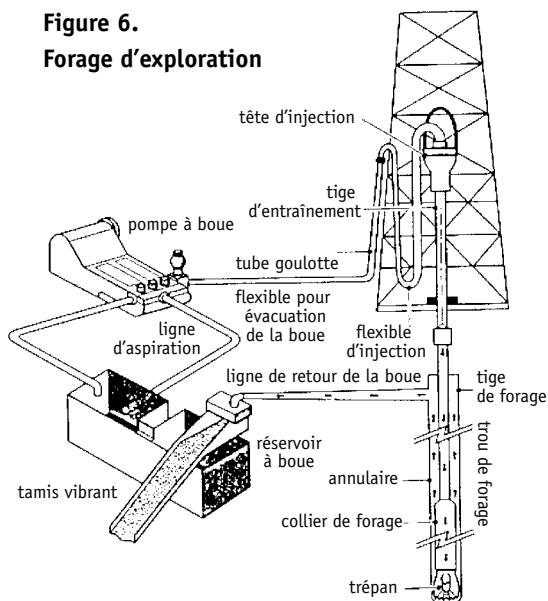
Lorsque les reconnaissances d'exploration ont mis en évidence une zone pleine de promesses, l'étape suivante consiste à confirmer la présence et l'étendue des ressources d'hydrocarbures en creusant au moins un trou de forage. En général, on forera une douzaine de trous, au

maximum, sur une superficie de plusieurs kilomètres carrés; le forage peut durer entre un et trois mois. Des carottes sont prélevées pour analyse.

Le site est préparé en enlevant la terre végétale et une partie du sol sous-jacent autour du périmètre. Il sera remis en place lorsque l'opération sera terminée. Une plate-forme est construite pour recevoir l'équipement de forage, qui occupe généralement 4000 à 15 000 m²; le camp de travail occupe une superficie inférieure, généralement 100 m². Habituellement, le forage se fait à l'aide d'un appareil de forage rotatif fixé à un derrick où l'on trouve les treuils, ainsi que les groupes moteur et électrogène (figure 6). À mesure que le puits de forage devient profond, de nouvelles longueurs de tige sont ajoutées; un coffrage d'acier est cimenté sur place dans les sections terminées, à la fois pour soutenir et pour empêcher la contamination de l'eau souterraine ou des matériaux poreux par le pétrole ou les fluides de forage.

Afin de refroidir le trépan et d'enlever les fragments rocheux, une boue de forage spéciale à base d'eau (et de bentonite, une argile naturelle) est injectée en continu à l'intérieur de la tige de forage et remonte par le puits de forage. Un puits de forage typique de 1500 m de profondeur nécessite 200 000 à 500 000 litres de boue de forage. Le poids de la boue compense la pression souterraine et empêche les éruptions. Celles-ci peuvent également être prévenues par la mise en place de pistons d'acier hydrauliques qui s'adaptent aux tiges et obturent le sondage. Sur le site de forage, il faudra des génératrices, des bétonnières, des réservoirs à boue de forage et des pompes de mélange, ainsi qu'un tamis vibrant pour séparer les morceaux de roche de la boue de forage. Il y aura, sur le site, des réservoirs pour le carburant, l'eau et le pétrole extraits, des bureaux et des dispositifs de sécurité.

Figure 6.
Forage d'exploration



Source : Joint E&P Forum/UNEP. 1997.
*Environmental Management in Oil and Gas
Exploration and Production: An Overview of Issues
and Management Approaches.*

Les sondages peuvent produire du pétrole, du gaz et de l'eau. Tout gaz produit est libéré dans l'atmosphère et brûlé. Le pétrole récupéré est stocké dans des réservoirs et, si possible, acheminé par camion loin du site pour être vendu; il peut aussi être brûlé sur place dans des fosses de brûlage. De plus en plus, la libération et le brûlage de gaz et de pétrole brut, même en petites quantités, peuvent être considérés comme inacceptables pour l'environnement et il peut être nécessaire de prendre des mesures pour confiner et éliminer les gaz et le pétrole. L'eau produite par les activités de forage peut être extrêmement saline ou contaminée et doit être rigoureusement éliminée.

Si l'on trouve du pétrole, des sondages permettent d'établir le débit et de vérifier s'il coule sous sa propre pression. Ces sondages durent en général un mois. Si le forage exploratoire est couronné de succès, une petite valve de tête de puits est installée pour fermer le puits. Si le puits est sec, il est alors bouché avec du ciment pour empêcher toute migration des fluides.

Si l'on considère que le site n'est pas commercialement rentable, l'équipement, c'est-à-dire la plate-forme de forage, est démantelé et déplacé vers un autre site. Le site doit être sécurisé, remis en état et, si possible, restauré dans son état d'origine. Pour d'autres détails sur le démantèlement, la remise en état du site et la restauration de l'écosystème, voir la section 2.2, Phase IV.

Phase II : Études d'appréciation et de faisabilité

Avant d'entrer en production, l'entreprise réalise une étude afin de définir la taille et la nature de la ressource de pétrole et de déterminer la conduite de la phase de production ainsi que sa rentabilité économique éventuelle. Le nombre de puits requis dépend de la consistance du pétrole et de la structure géologique dans laquelle il se trouve. Un deuxième forage depuis le même site mais dévié (avec un angle prédéfini) ou directionnel peut permettre d'évaluer les zones contiguës. On réduit ainsi les problèmes de logistique, les coûts et les impacts sur l'environnement.

En général, une étude de faisabilité préliminaire s'appuie sur un projet conceptuel de production de pétrole et de gaz évaluant si l'extraction de la ressource est possible sur le plan technique et si elle serait rentable. Une évaluation préliminaire de l'environnement doit être réalisée afin de cerner et d'évaluer les éventuels problèmes environnementaux et sociaux associés aux activités de production et aux plans de gestion post-exploitation et de déterminer la nécessité d'appliquer des mesures de protection et d'atténuation. Si l'étude de faisabilité préliminaire aboutit à la décision de passer à la production, on réalise une étude de faisabilité complète. Il faut alors élaborer une évaluation d'impact sur l'environnement (section 4.2.2) pour accompagner les demandes de permis d'exploitation nécessaires.

Phase III : Construction, production, traitement et distribution

Si le gisement découvert est petit, la mise en valeur peut avoir lieu en utilisant l'un des puits d'exploration au moins, ce qui nécessite peu d'intrants supplémentaires. Des puits de production multiples sont souvent forés dans un seul site pour réduire les frais généraux. Lorsque deux sites au moins recouvrent un gisement, on peut utiliser une station de production centrale pour recueillir et séparer le pétrole, le gaz et l'eau. La taille et le type d'installation dépendront du rendement du gisement et de l'utilisation prévue, mais il peut s'agir d'une superficie considérable.

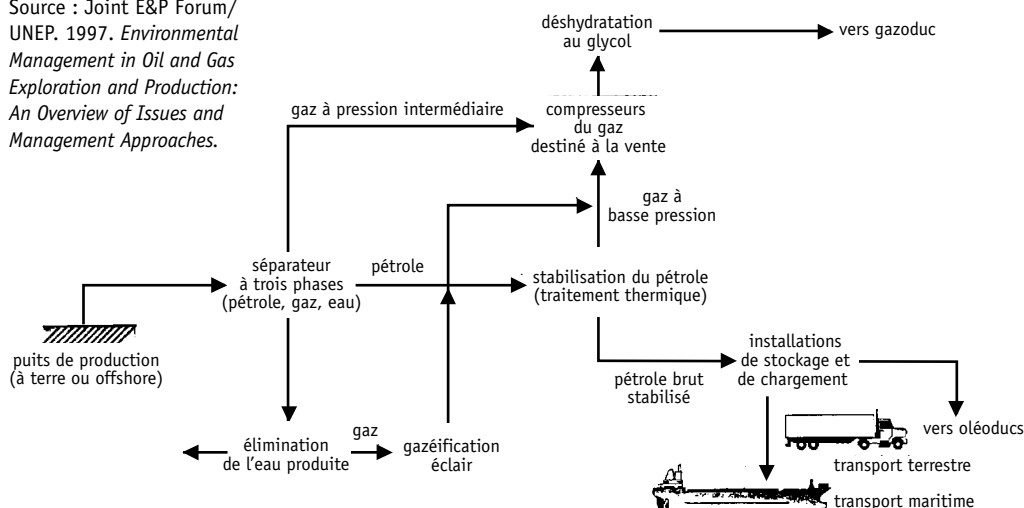
S'il y a des quantités de gaz suffisantes, on peut envisager une production commerciale; sinon, on peut réinjecter le gaz dans le gisement pour maintenir la pression. De petites quantités

de gaz seront libérées dans l'atmosphère ou brûlées en torchère. Toute eau récupérée est soit traitée, pour être éliminée, soit réinjectée dans le réservoir. Lorsque tout le pétrole a été récupéré par des techniques de pression naturelle et de pompage (récupération primaire), d'autres techniques de récupération peuvent être utilisées, notamment l'injection d'eau ou de gaz (récupération secondaire) et des méthodes qui utilisent des produits chimiques, du dioxyde de carbone, de l'azote ou des sources thermiques (récupération tertiaire). Ainsi, le site de forage peut donner un rendement maximum.

Outre la séparation des produits hydrocarbures bruts, le traitement et le raffinage se font rarement sur le site. Il faudra des réservoirs de stockage supplémentaires pour le pétrole et le gaz à moins qu'un oléoduc ou un gazoduc ne soit utilisé pour exporter les produits (figure 7).

Figure 7. Diagramme du traitement du pétrole brut

Source : Joint E&P Forum/ UNEP. 1997. *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production: An Overview of Issues and Management Approaches*.



Phase IV : Démantèlement, remise en état du site et restauration de l'écosystème
(voir page 25)

2.4 Besoins généraux sur le site

Toutes les activités d'exploration et d'appréciation nécessitent des services d'appui. Les activités de reconnaissance nécessitent moins d'appui que le forage d'exploration et l'appréciation technique mais elles peuvent avoir des impacts imprévus sur l'environnement en raison de leur étendue. Le forage et l'appréciation technique sont plus focalisés et portent sur un site particulier; les impacts peuvent être prévus dès le début et limités par une gestion efficace.

Accès

Les plates-formes et l'équipement d'appui peuvent être déplacés par voie terrestre, aquatique ou aérienne. Quelle que soit la méthode choisie, il faudra prévoir une logistique considérable. Par exemple, il faut entre 25 et 60 chargements de camion pour amener une plate-forme de forage pétrolier sur place. Le forage d'exploration pour les minerais peut nécessiter deux à trois camions et occuper les lieux trois à sept jours. Si le site est loin des routes et des services, il faudra construire des routes d'accès. Et même lorsqu'il existe des routes, celles-ci ne conviennent peut-être pas au transport des chargements nécessaires pour le forage d'exploration. Le choix du site doit donc comprendre l'étude des possibilités d'accès et des impacts associés sur l'environnement.

Installations

Dans les milieux arides, les sites d'exploration sont éloignés de tout et ont rarement, à proximité, des moyens de communication, de l'énergie ou de l'eau. Il faudra amener des moyens de production d'énergie et du carburant. Il est peu probable que de l'eau sera disponible sur place et il faudra donc l'amener par camion-citerne.

Pour les travailleurs, il sera nécessaire de construire un camp d'appui qui comprendra généralement des logements, une cantine, des communications, des zones d'entretien des véhicules et de stationnement, des zones de manipulation et de stockage du carburant et des zones d'élimination des déchets. Le camp sera généralement situé en amont du site de forage et pourrait occuper une superficie d'environ 1000 m² pour les opérations d'appréciation et d'évaluation. En général, le camp d'appui occupe plus de place pour le forage pétrolier que pour le forage minier.

Les locaux nécessaires pour la phase de production sont semblables à ceux de la phase d'exploration, sauf que le potentiel de logement d'une force de travail permanente est plus élevé dans la zone locale. Les locaux temporaires pour le personnel peuvent être remplacés par des logements à plus long terme et l'électricité et l'eau être amenées de l'extérieur et non plus tributaires d'une production d'électricité et de sources d'eau locales. Il faudra peut-être améliorer les routes et les voies d'accès pour qu'elles puissent accueillir un trafic supplémentaire et il faudra peut-être aussi installer des réseaux de communication plus étendus.

Le transport des produits

Le choix du transport des produits à usage commercial — par route, rail ou, dans le cas des hydrocarbures, par oléoduc — dépendra de l'emplacement du site. Si l'on produit de grandes quantités d'hydrocarbures sur un site éloigné, le moyen le plus efficace de transporter le pétrole et le gaz vers les terminaux de distribution est habituellement un réseau d'oléoducs ou de gazoducs. Des structures linéaires telles que des oléoducs, des routes et des voies ferrées nécessitent une étude complète des impacts sur l'environnement avant de décider du moyen de transport le plus approprié.

Chapitre Trois

Impacts sur l'environnement et recommandations

3.1 Environnement physique

3.1.1 La qualité de l'air

Dans les zones arides et semi-arides, les opérations des industries extractives provoquent trois types principaux d'émissions : poussière et particules; gaz de combustion et gaz à effet de serre; et émissions de gaz d'exploitation.

La poussière et les particules

De loin, le problème plus généralisé provient de la grande quantité de matières particulaires générées par presque toutes les opérations d'exploitation minière, notamment le dynamitage, le terrassement, la concentration et le criblage. Le vent peut aussi souffler les particules fines des bassins à stériles en train de s'assécher ainsi que celles qui proviennent du forage et des activités de construction, notamment la construction de routes d'accès. Les quantités de poussière libérées dépendent du type de morts-terrains et de minerai. Si la poussière se compose de particules relativement grandes, elle sédimente rapidement. En revanche, des particules plus fines persistent dans l'air plus longtemps et peuvent causer des problèmes respiratoires.

Le problème de la poussière est particulièrement aigu dans les zones arides où il y a peu de précipitations naturelles pour humidifier la poussière. Les vents tendent à maintenir la poussière dans l'air plus longtemps et à la transporter plus loin. Toutefois, les impacts peuvent être moindres que dans une zone plus humide où il y a naturellement moins de particules dans l'air.

Les critères stricts de qualité de l'air qui conviennent en zone urbaine ne conviennent peut-être pas dans une zone désertique isolée. Il faut cependant prendre soin d'évaluer les impacts sur les communautés situées en aval et sur les modes d'occupation des sols car des niveaux élevés de particules portent préjudice à la santé et à la production agricole. Dans la plupart des cas, la poussière est relativement inerte mais il se peut qu'elle contienne des éléments traces dangereux tels que du plomb, de l'arsenic, du cadmium ou du nickel. Des particules noires contenant du carbone sont également libérées par la combustion du pétrole et du gaz, par exemple dans les torchères et dans les opérations de préparation du charbon.



Confinement de la poussière dans le désert de l'Atacama, au Chili.
Photo : Anglo American

Les émissions de la combustion et de gaz à effet de serre

Il y a trois sources principales d'émissions de la combustion et de gaz à effet de serre :

- le brûlage en torchère et le purgeage de gaz dans les puits de pétrole et de gaz, qui libèrent du dioxyde de carbone (CO_2); si la teneur en soufre des hydrocarbures est élevée, de l'oxyde de soufre peut alors être libéré dans l'atmosphère;
- l'utilisation de générateurs, de véhicules et autres engins qui libèrent du NO_x , du CO_2 , du monoxyde de carbone et des composés organiques volatiles (COV);
- les fuites de gaz, en particulier de méthane, dans les mines de charbon; le méthane des mines de charbon peut constituer jusqu'à 10% des émissions mondiales de méthane et c'est aussi un gaz fugitif dans les opérations gazières et pétrolières.

Ces gaz peuvent réagir avec la lumière solaire et créer des conditions locales de smog, mais ce risque est relativement limité car les quantités générées par des mines isolées sont relativement faibles. Toutefois, compte tenu des liens entre les émissions de gaz à effet de serre, les changements climatiques et la désertification, les compagnies minières et pétrolières actives dans les zones arides et semi-arides devraient déployer des efforts particuliers pour réduire les émissions.

Les émissions de gaz d'exploitation

Les gaz d'exploitation sont notamment :

- les émissions de dioxyde de soufre produites par les fonderies de cuivre et d'aluminium;
- les émissions de fluorure des fonderies d'aluminium;
- les composés de carbone perfluoré des fonderies d'aluminium et de l'extraction gazière et pétrolière.

Ces gaz dangereux peuvent causer des dommages importants à l'environnement, en particulier lorsqu'ils se mêlent à la pluie pour donner des précipitations acides. Vu la quasi-absence de pluie dans les zones arides et semi-arides, les effets localisés seront moins intenses mais il n'en reste pas moins que la contribution régionale de toute grande usine de traitement aux précipitations acides peut être importante.

RECOMMANDATIONS : la qualité de l'air

La poussière qui provient des activités des industries extractives est généralement contrôlée par un arrosage à l'eau des routes et des zones exposées. Cette technique n'est cependant peut-être pas applicable dans les zones plus arides où l'eau est rarement disponible en quantité suffisante. Dans ce cas, il convient de planifier les activités de manière à atténuer le plus possible la production de poussière, par exemple, en limitant la zone d'opération si les vents sont trop violents. Les sites d'extraction abandonnés peuvent être recouverts d'un «paillis» rocheux afin d'empêcher la remise en circulation de la poussière.

Dans l'industrie pétrolière, la réduction des émissions a deux cibles principales : le brûlage en torchère et le purgeage. Les améliorations apportées aux méthodes de contrôle, à la

conception et aux systèmes d'entretien ont permis de réduire les émissions tandis que le perfectionnement de la technologie des valves a réduit les émissions fugitives et celui du brûlage en torchère a augmenté l'efficacité de la combustion.

Les émissions ont aussi été réduites grâce à des modifications techniques qui ont accru l'efficacité et les performances de combustion des véhicules, des pompes et des compresseurs. Il est, par ailleurs, essentiel d'assurer un entretien efficace et régulier pour que les améliorations restent réelles pendant toute la durée de l'opération.

Dans toute la mesure du possible, les gaz dangereux devraient être éliminés dans les émissions des gaz d'exploitation. Les techniques de nettoyage comprennent la condensation, l'absorption, l'adsorption, la filtration et le récurage.

3.1.2 Les sols

La perturbation des sols par les activités des industries extractives a des effets marqués sur les ressources pédologiques physiques, chimiques et biologiques. De par leur structure, les sols arides (sables, terre végétale et couches subsuperficielles) ont des caractéristiques spécialisées, telles que le vernis et le pavage désertiques, qui sont facilement détruites. De nombreuses décennies plus tard, on peut encore voir les traces laissées par des véhicules sur certains pavages désertiques.

L'extraction et le compactage physique dû au déplacement de véhicules peuvent perturber la structure originale du sol, en particulier de la terre végétale, et causer des dommages aux ressources biologiques, telles que les graines, qui y sont contenues. Les sols endommagés n'assurent plus, de manière optimale, la circulation des gaz et des solutions dans le réseau de pores. Le taux d'infiltration des eaux de pluie est diminué et la capacité de rétention de l'eau réduite. L'eau qui reste en surface s'évapore en déposant des sels qui aggravent la salinisation des sols. La découverte des couches protectrices de sol et de végétation expose les roches sous-jacentes et les couches internes et peut augmenter le risque d'érosion éolienne et aquatique. Dans les zones arides et semi-arides, les pentes sèches à la végétation éparse sont particulièrement vulnérables à l'érosion durant la saison des pluies, lorsque les précipitations sont intenses. Des vents de 15 km/h seulement peuvent éroder les dunes de sable par saltation.

La sensibilité d'une roche particulière à l'érosion dépend de son type et de son origine ainsi que des processus d'altération mécanique et chimique auxquels elle est soumise lorsqu'elle est exposée. Dans les régions arides et semi-arides, la rareté de l'eau ralentit généralement les effets de l'altération chimique. L'expansion et la contraction thermiques diurnes, ainsi que le vent, sont des



Forage d'exploration en Namibie.
Photo : Anglo American

facteurs plus importants. Le débit d'oueds éphémères et l'écoulement superficiel en nappe, qui résultent de phénomènes de précipitations intenses, peuvent aussi provoquer des flux d'eau de surface à la force physique énorme, en mesure de transporter de vastes charges de sédiments et de causer une érosion masive. En général, les roches consolidées et les plus anciennes du point de vue géologique résistent mieux à l'érosion physique.



Mine de cuivre au Chili.
Photo : Anglo American/
Phil Tanner

Les gisements polymétalliques sulfurés et massifs peuvent produire des exhaures de formations rocheuses acides. La libération d'autres métaux et contaminants dépendra de la géochimie spécifique et des conditions environnementales du gisement et peut avoir des effets graves et persistants sur la végétation et les eaux souterraines. Dans des conditions climatiques arides et semi-arides, caractérisées par de longues périodes sèches entrecoupées de rares phénomènes de fortes précipitations, l'exhaure de formation rocheuse acide peut ne pas apparaître avant un certain temps.

Les stériles salins et sodiques posent souvent un problème particulier dans les régions arides où le sel contenu dans la roche est d'origine atmosphérique ou interstitielle et ne peut être déduit d'après la géologie. S'il est stocké avec les stériles, le sel peut être lessivé de certaines parties du terrain et concentré dans d'autres. Bien que la salinité tende à augmenter avec la profondeur dans le profil rocheux météorisé, en zone aride, les taux élevés d'évaporation peuvent entraîner des taux élevés de salinité dans la croûte superficielle. Les niveaux de salinité peuvent être compliqués par la structure des eaux souterraines. On peut utiliser des échantillons de forage pour déterminer le niveau relatif de salinité avant exploitation et ainsi mettre au point des séquences de stockage des morts-terrains pour atténuer le plus possible la quantité de sel proche de la surface.

RECOMMANDATIONS : les sols

Avant d'élaborer le projet, toutes les ressources de terre végétale devraient être caractérisées et cartographiées afin de déterminer :

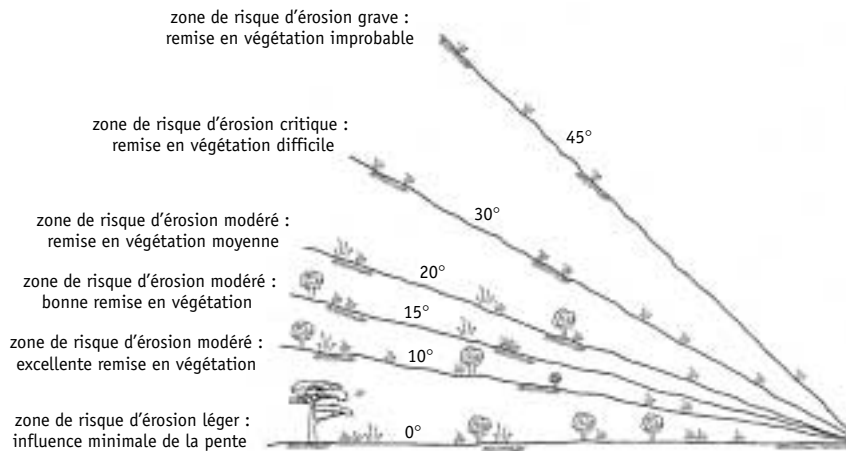
- la quantité de sol;
- la composition de la végétation;
- la texture et la profondeur des sols;
- le pH, la salinité et le contenu en matières contaminantes.

Il importe de déterminer la profondeur de la terre végétale pour éviter de la mélanger au sous-sol durant le défrichement. La terre végétale prélevée doit être dégagée à mesure que l'on a besoin de nouvelles zones à exploiter. Un défrichement opportun limitera le temps de stockage et d'exposition à la surface (l'annexe 2 illustre les techniques de prélèvement de la terre végétale).

Maîtrise de l'érosion

La maîtrise de l'érosion dépend avant tout de l'angle et de la longueur de la pente ainsi que du type de sol et des caractéristiques du régime des précipitations et du ruissellement. Par exemple, de longues pentes ininterrompues sont sujettes à l'érosion en rigole et au ravinement. De manière générale, le gradient des pentes ne devrait pas dépasser 20 degrés et l'on devrait construire des gradins tous les 7 à 10 m en suivant les courbes de niveau (la figure 8 illustre l'influence de la pente sur la remise en végétation et l'érosion).

Figure 8. Influence de l'angle de pente sur la remise en végétation et l'érosion



Source : Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

Plusieurs techniques permettent de réduire le taux de saltation et se répartissent en deux catégories générales :

- La fixation primaire utilise des moyens mécaniques pour stabiliser les masses de sable soufflées par le vent qui menacent les établissements humains et l'infrastructure. Cela peut comprendre des clôtures (la mise en place d'un obstacle linéaire sur le passage du vent); le paillis (qui consiste à répandre une matière pour couvrir le sol de manière régulière, notamment avec des roches ou de la végétation coupée); et la méthode aérodynamique (qui consiste à supprimer l'obstacle de sorte que la vitesse du vent ne soit pas réduite et que le sable ne se dépose pas ou, encore, pour faciliter le transport du sable).
- La fixation définitive est obtenue par l'établissement d'une couverture végétale permanente.

Dans une région où la végétation a été endommagée ou enlevée, la stabilisation est utile. Lorsqu'une dune est reformée et remise en végétation, il importe de stabiliser sa surface rapidement pour la protéger contre le décapage par le sable et le vent. Un programme de

plantation aidera les graines à germer et les plantules à s'établir. Le plus souvent, on aura recours à des broussailles, des paillis et des cultures de couverture, mais on pourra aussi employer des méthodes non végétatives telles qu'une pulvérisation liquide et des géotextiles.

- Les broussailles et les paillis font office de coupe-vent de surface, empêchent la perte de sable et protègent les graines. Il faut préférer des matières brutes, fibreuses, qui ne sont pas soufflées par le vent.
- Il convient d'utiliser des cultures de couverture lorsque la surface du sable doit être tenue en place pour établir des espèces secondaires et tertiaires. Elles ne peuvent supporter des vents violents.
- Les pulvérisations liquides soudent les grains de sable apportant une stabilisation temporaire. Cependant, cette technique n'offre que peu de protection à la végétation et ne peut retenir le sable soufflé par le vent.
- Les géotextiles aident à stabiliser le sol et à retenir l'eau tout en permettant la croissance des graines. Ils ne peuvent cependant supporter qu'une petite accumulation de sable et nécessitent généralement une protection additionnelle.

Les techniques de stabilisation des pentes telles que l'hydropaillage ne sont pas recommandées dans les zones arides et semi-arides car il faut des pluies fréquentes pour établir les semis. En outre, les plantes des zones arides et semi-arides ont de la peine à émerger des paillis organiques épais qui servent d'agents de cimentation dans l'hydropaillage. Les pentes sous hydropaillage ne créent pas les conditions microclimatiques dont les plantes des déserts ont besoin pour s'établir.

Il est important de caractériser les stériles afin de déterminer les solutions générales de stabilisation des surfaces (en général la remise en végétation ou l'enrochement de protection) et des sites de drainage. Les stériles peuvent être caractérisés très tôt en examinant la géologie et l'analyse des trous de forage et en évaluant les échantillons découpés, les galeries à flanc de coteau et les anciens chantiers de mine pour y trouver des informations sur les types de stériles, le contenu chimique et les structures d'altération après exposition. Les caractéristiques essentielles à déterminer sont la sensibilité à l'érosion et les propriétés chimiques.

La remise en végétation peut réduire l'érosion des sols par le vent et par l'eau et restaurer des zones exploitées pour les remettre dans un état semi-naturel. Les études de base conduites durant l'évaluation du site et les phases de planification déterminent les caractéristiques des communautés végétales locales, fournissant une information essentielle à la planification du programme de remise en végétation :

- Il convient d'utiliser des graines provenant de populations de plantes adaptées localement afin de garantir une remise en végétation réussie. Il faudra peut-être obtenir une licence appropriée ou avoir recours à des sous-traitants spécialisés et à des instituts de recherche pour procéder au prélèvement des graines.
- Il importe de procéder à des essais pour établir la densité de la couverture végétale, la viabilité des graines dans différentes conditions de stockage, les conditions optimales de germination et les taux de survie.

- Les graines doivent être nettoyées avant le stockage. En effet, tout corps étranger peut contenir des insectes ou des microbes susceptibles de détruire les graines durant le stockage. Ces matières augmentent également le volume à stocker et semer et faussent l'estimation des quantités dans le mélange à semer.
- Il faut aussi que les graines soient très bien séchées à l'air avant d'être stockées dans des conteneurs résistants aux insectes. On peut utiliser des cristaux de naphthaline pour éloigner les insectes dans la zone de stockage.
- Le moment idéal du semis dépend des conditions bioclimatiques locales. Comme les pluies sont généralement imprévisibles, il peut être nécessaire de se préparer à un semis opportuniste.
- Afin de garantir que la graine ne soit pas enfouie au-dessous de sa profondeur de germination ni affectée par le sel, la zone à remettre en végétation devrait, si possible, recevoir au moins une pluie importante avant d'être ensemencée. Lorsque la salinité du sol pose un problème, il faut parfois plusieurs années pour que le sel soit suffisamment éliminé avant que les plantes ne puissent s'établir.
- Si les pentes sont trop raides ou trop accidentées pour que l'on puisse utiliser des machines à semer, le semis peut se faire à la main.
- Les stocks de graines locales sont parfois limités et il importe donc de calculer précisément les taux d'application pour éviter les pertes.
- Les mélanges de graines peuvent être mêlés à des agents de ballast tels que du sable fin, de la balle, de la sciure, de la vermiculite, du gypse ou des engrais pour aider à la dispersion.

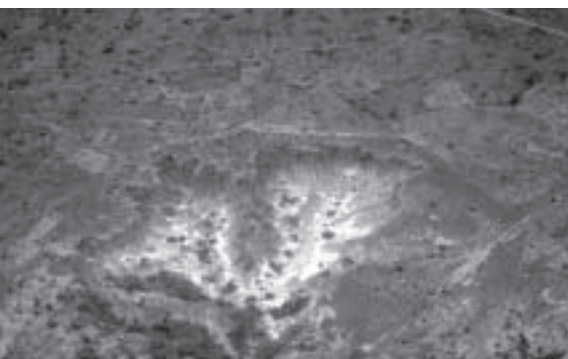
Les mycorhizes sont un élément naturel des écosystèmes du sol. Ils peuvent augmenter l'absorption de phosphore, ce qui améliore le taux de croissance de la végétation et la diversité des plantes en renforçant, pour les plantes supérieures dépendantes, la possibilité de s'établir. Afin de maintenir la quantité maximale de mycorhizes dans la terre végétale stockée, les piles ne doivent pas dépasser 1 m de haut. Les champignons locaux, qui augmentent efficacement l'absorption dans les sols, peuvent être sélectionnés et préparés en inoculum efficace convenant à l'application en champ. Cela peut être fait en préparant une petite zone de cultures de couverture, en rassemblant et coupant des sections de racines, puis en répandant et enfouissant les morceaux sur des zones où la terre végétale a récemment été remplacée.

La bioremédiation, dans le cas de sols contaminés, a recours à des organismes vivants (en général des bactéries, des champignons, des actinomycètes, des cyanobactéries et, dans une moindre mesure, des plantes) afin de réduire ou d'éliminer les polluants toxiques. Ces organismes peuvent être présents naturellement ou cultivés en laboratoire. Ils consomment les contaminants organiques ou assimilent les composés dangereux, tels que les métaux lourds, dans les régions avoisinantes de manière à les rendre pratiquement exemptes de contaminants. La bioremédiation consiste à exploiter ce processus naturel en favorisant la croissance de ces organismes (l'annexe 3 illustre les techniques de bioremédiation).

3.1.3 Les paysages

Les paysages arides et semi-arides présentent souvent des caractéristiques géomorphologiques uniques. Compte tenu de l'absence de végétation dense, le point de vue sur de vastes étendues relativement plates révèle des modifications dans la topographie et le relief qui sont le résultat d'opérations minières et pétrolières. Ces modifications comprennent des excavations, des tas de déchets, des barrages de parcs à résidus, des routes d'accès et le tracé des oléoducs. Les bâtiments et l'équipement des mines souterraines et des plates-formes de forage sont aussi particulièrement visibles dans les paysages à la végétation rare. Les mines souterraines peuvent provoquer une subsidence sur des zones beaucoup plus vastes que celle de l'empreinte de surface de l'opération minière. L'exploitation des placers peut couvrir de très

vastes territoires; et les opérations artisanales ou de petits placers elles-mêmes peuvent défigurer le paysage.



Puits de mine abandonné au centre de l'Angola.
Photo : ACDI/Bruce Paton

Après une production minière ou pétrolière, la végétation des zones arides et semi-arides se régénère lentement et il s'ensuit que les changements causés dans les caractéristiques paysagères restent souvent visibles très longtemps. Sous climat aride, les forces d'érosion peuvent être très fortes et le risque est accru pour les parcs à résidus, les matériaux de surface et le lit rocheux exposé.

RECOMMANDATIONS : les paysages

Dans les milieux arides et semi-arides, la remise en état et la restauration de l'écosystème nécessitent une attention particulière et toute industrie extractive doit les intégrer à son plan de gestion de l'environnement. Les plans de remise en état et de restauration doivent être acceptés par les collectivités et les communautés locales avant la mise en route des activités de développement minier.

Des parcs nationaux et autres formes d'aires protégées ont été établis au titre des législations nationales. L'UICN — Union mondiale pour la nature a mis au point des catégories de gestion des aires protégées qui sont généralement acceptées. La Recommandation 2.82 (Protection et conservation de la diversité biologique dans les aires protégées contre les effets dommageables des activités de prospection et d'exploitation minières), adoptée par les membres de l'UICN à l'occasion de la 2e Session du Congrès mondial de la nature (Amman, Jordanie, octobre 2000), demande à tous les États membres de l'UICN d'interdire, par la loi, toutes les activités de prospection et d'exploitation des ressources minérales dans les aires protégées correspondant aux Catégories I à IV de gestion des aires protégées définies par l'UICN. Pour les Catégories

V et VI, elle recommande que la prospection et l'exploitation localisées ne soient acceptées que lorsqu'il est évident que celles-ci sont compatibles avec les objectifs de l'aire protégée. Dans tous ces cas, une étude d'impact sur l'environnement doit avoir lieu et l'opération doit être soumise à des conditions strictes de fonctionnement, suivi et restauration après exploitation. La recommandation préconise également que toute modification des limites (c'est-à-dire pour accueillir des activités d'exploration et d'exploitation) soit soumise à des procédures au moins aussi rigoureuses que celles qui ont présidé à la mise en place de l'aire

protégée en question. Des aires protégées supplémentaires peuvent être établies en bordure de la mine ou du champ pétrolifère et gazier afin de protéger les ressources biologiques que les mines pourraient menacer.



Northern Cape, Afrique du Sud.
Photo : Anglo American/Phil Tanner

3.1.4 Les ressources en eau

Les changements hydrologiques et hydrogéologiques

Lorsque la structure du drainage est modifiée suite à des changements dans les conditions pédologiques — perturbation de la végétation, compactage dû à des déplacements de véhicules ou extraction et/ou accumulation de la terre végétale et du sous-sol — on peut observer des changements hydrologiques et hydrogéologiques (aquifères et régimes de recharge). Lorsque la mine devient opérationnelle, des changements à long terme peuvent se produire, en particulier s'il est nécessaire de procéder à un drainage en profondeur et à l'assèchement de la mine. Ce dernier tend, en outre, à accélérer le rythme d'abaissement de la nappe phréatique dans la localité, en particulier si l'eau de la mine est déversée dans un bassin hydrologique différent.

Les opérations minières, pétrolières et gazières nécessitent souvent d'importantes quantités d'eau qui servent à supprimer la poussière, séparer le minerai et le traiter, ainsi que pour la consommation. En conséquence, dans une région où les ressources en eau sont extrêmement limitées, la demande d'eau peut fortement augmenter. Par ailleurs, l'installation de nouvelles entreprises et industries de services contribue aussi à faire augmenter la demande d'eau.

Dans certains cas, il faudra transporter l'eau par camion ou par conduite. Dans d'autres, il faudra creuser des puits profonds pour exploiter les ressources souterraines. Tout cela peut contribuer à l'abaissement de la nappe phréatique. Autre cause d'appauvrissement de la ressource, la demande induite, créée par les constructions autour du site, risque de persister longtemps après la fin du projet (tableau 5).

Tableau 5. Sources d'eau douce et conséquences du prélèvement d'eau

Source	Conséquences du prélèvement
Récupération d'eau de pluie (des toits, pentes, barrages de retenue dans les lits des oueds)	• peut diminuer la recharge des eaux souterraines • peut affecter les usagers qui se trouvent en aval le long des oueds, par exemple les agriculteurs qui dépendent de périodes de bonnes précipitations pour l'irrigation
Eaux de surface (cours d'eau, lacs ou zones humides)	• concurrence d'autres besoins locaux et situés en aval pour l'approvisionnement d'eau, par exemple le bétail et l'agriculture • peut avoir des conséquences pour la conservation de la nature, les habitats des zones humides et la faune sauvage
Désalinisation ou traitement d'eau saumâtre ou salée	• crée des résidus hypersalés
Eau importée (par canal, conduite ou camion-citerne)	• élévation de la nappe phréatique par le déversement, les fuites et les eaux usées associées, susceptibles d'augmenter la salinité • effets associés à l'infrastructure, éventuellement un prélèvement non durable dans d'autres zones • accès accru pour les communautés locales à une source qui ne serait pas normalement disponible
Eau souterraine provenant d'aquifères rechargeables	• diminution éventuelle de la ressource à un rythme plus rapide que la recharge • abaissement de la nappe phréatique qui peut supprimer certains approvisionnements locaux en eaux souterraines (p. ex. des puits creusés à la main), les eaux de surface et les zones humides
Eau souterraine provenant d'aquifères fossiles	• épuisement d'une ressource non renouvelable de très haute qualité

La pollution de l'eau

La consommation d'eau augmente dans toutes les zones où opèrent des industries extractives et le risque de pollution et de contamination des eaux de surface et souterraines augmente :

- Le pompage en vue d'assécher les mines peut donner lieu à un drainage minier acide (DMA) et à une contamination aux métaux lourds. Dans certaines régions, cette eau peut être salée ou hypersalée; en la libérant, on risque de contaminer de vastes régions et de dégrader la végétation. Le drainage minier acide finira par s'infiltrer dans les systèmes d'eaux de surface et souterraines.
- La migration des lixiviats provenant des parcs à résidus peut aussi gravement contaminer les eaux de surface et souterraines. En cas d'orages violents et d'inondations éclair, comme il y en a parfois dans les zones arides, les parcs à résidus peuvent être submergés ou rompus et libérer des eaux et des sédiments fortement contaminés dans les cours d'eau.
- Les procédés d'extraction physique et chimique produisent des effluents qui peuvent à la fois contaminer les cours d'eau et les charger en sédiments, en particulier après les orages.

- Durant les forages d'exploration, il existe un risque de déversement d'huiles et de lubrifiants. Les conditions qui règnent à l'intérieur du trou de forage étant incertaines, le forage exploratoire peut présenter des risques de déversements et d'éruptions accidentels.
- Les déchets domestiques et les eaux usées provenant des logements du personnel et des villes constituent un autre risque de pollution de l'eau.

RECOMMANDATIONS : les ressources en eau

Les mesures visant à garantir la conservation de l'eau sont les suivantes :

- créer des canaux de détournement autour des zones de perturbation;
- recueillir l'eau de pluie en utilisant, par exemple, des barrages de retenue;
- réinstaurer le régime hydrologique de surface une fois le projet terminé;
- concevoir et mettre en œuvre des systèmes de maîtrise du débit d'eau dans les zones de haute perméabilité;
- éviter de mener un nombre élevé d'opérations dans les zones de faible perméabilité;
- maintenir les systèmes de recharge de l'eau souterraine en atténuant les changements en surface (p. ex., en scellant, doublant les parois des parcs à résidus et des lagunes d'épuration et en réduisant le volume de déchets);
- atténuer la nécessité d'assécher, notamment en scellant les chantiers de mines;
- démanteler les puits d'assèchement et les systèmes d'extraction de l'eau souterraine durant la phase de remise en état/restauration pour empêcher le prélèvement d'eau dans les aquifères après la fin du projet;
- augmenter le potentiel de recharge de l'eau souterraine par la création de marécages et de zones couvertes de végétation;
- dans les zones de haute perméabilité, faire en sorte que le remblayage maintienne la structure de l'aquifère, par exemple, en retirant les bouchons, les obstacles, etc., et en renforçant l'activité hydraulique après exploitation minière, par exemple par la fracturation hydraulique des zones cimentées;
- dans les zones de faible perméabilité, remblayer avec des matériaux de faible perméabilité, boucher les conduits, construire des cloisons de renforcement, etc.

Les activités des industries extractives peuvent générer toute une gamme de déchets en mesure de polluer les ressources en eau. Il convient de rédiger un plan de gestion des déchets (l'annexe 4 illustre les étapes de préparation d'un tel plan). La gestion des impacts sur la qualité des eaux de surface ou des eaux souterraines peut se faire de trois manières principales.



Parc à résidus, mine de cuivre au Chili.
Photo : Anglo American/Phil Tanner

Le contrôle à la source empêche les polluants de quitter la source et peut se faire par les moyens suivants :

- diminution de la production de déchets en triant les matériaux qui pourraient être polluants pour les éliminer séparément et en choisissant des techniques à faible toxicité des effluents;
- confinement à l'aide de bandes de garnissage, de membranes et de murs ou en contrôlant les gradients d'eau à proximité des matériaux polluants;
- modification des polluants par neutralisation, volatilisation ou autres procédés chimiques; ou
- extraction par retraitement ou élimination dans un site d'élimination approprié.

Le contrôle du cheminement intercepte ou modifie les eaux usées à mesure qu'elles vont de leur source au récepteur, par les moyens suivants :

- pompage et traitement;
- traitement in situ; ou
- traitement naturel (dilution, neutralisation, biodégradation, etc.) dans l'aquifère ou le système d'eau de surface.

La remédiation au récepteur s'applique principalement aux ressources d'eau souterraine. Elle peut se faire par traitement précédant l'utilisation; par exemple, dans les puits ou les points d'émergence de l'eau souterraine vers le système d'eau de surface, là où elle peut affecter l'écosystème.

L'élimination du drainage minier acide doit se faire avec le plus grand soin. Voici les méthodes utilisées communément pour atténuer le risque associé :

- traitement par méthodes chimique ou passive afin de neutraliser l'acidité, suivi par la séparation des boues et de l'eau dans des bassins de décantation; et
- réduction par isolement de l'eau ou de l'oxygène, inhibition des bactéries d'oxydation du fer ou injection d'une substance alcaline.

L'annexe 5 fournit une vue d'ensemble de la construction d'un parc à résidus.

3.2 Le milieu biologique

3.2.1 La flore

Dans les zones arides et semi-arides, de nombreuses régions sont restées à l'abri de toute activité humaine pendant des siècles en raison de leur isolement et des conditions climatiques extrêmes qui y règnent. L'accès ouvert par les opérations minières, gazières et pétrolières peut perturber ces écosystèmes. Les changements dans le couvert végétal, que ce soit pour défricher le site et permettre le déplacement de véhicules durant les activités d'exploration ou pour un défrichement à grande échelle pour les opérations de production, affectent le sol et peuvent conduire à la perte d'habitats et d'espèces.

La demande de bois de feu pour cuisiner et chauffer l'eau pour le personnel et les ouvriers de mines isolées et de sites pétrolifères augmente et exerce de nouvelles pressions sur la végétation locale. En outre, lorsqu'elles aménagent les sites de leurs bureaux et de leurs installations, les compagnies minières et pétrolières tendent à introduire des plantes exotiques qui peuvent mettre en péril l'équilibre écologique des écosystèmes arides et semi-arides compte tenu de leur caractère potentiellement envahissant. En outre, si elles ne sont pas adaptées aux conditions arides, ces plantes peuvent être grandes consommatrices d'eau.

RECOMMANDATIONS : la flore

Un des aspects importants de la remise en état et de la restauration de l'écosystème est la conservation de graines d'espèces de plantes locales et de la terre végétale qui en contient une forte proportion. Si l'on considère que l'écosystème ainsi que sa flore et sa faune sont particulièrement uniques, il faut se garder d'introduire des espèces exotiques qui pourraient devenir envahissantes.

Il faut éviter d'utiliser du bois de feu provenant de terres arides et semi-arides. Si l'on a besoin de bois de feu, celui-ci doit être acheté à l'extérieur et non prélevé sur les sources locales.

3.2.2 La faune

Dans les régions arides et semi-arides, les activités des industries extractives peuvent perturber considérablement la faune locale — empiètement sur les habitats, bruit causé par le dynamitage et d'autres activités, ainsi que par les travaux de reconnaissance. La faune des terres arides et semi-arides est bien adaptée à la rareté de l'eau mais les vertébrés comme les invertébrés seront attirés par des sites où l'eau est plus facile à obtenir, c'est-à-dire vers les eaux d'exhaure, les effluents et les lixiviats. Ces eaux peuvent être contaminées et risquent d'augmenter la mortalité dans les populations locales de faune sauvage.

Dans les zones arides et semi-arides, les zones humides sont des habitats vitaux et des sources d'eau pour le bétail et la faune sauvage. En conséquence, il est tout particulièrement important d'empêcher l'appauvrissement des zones humides par suite d'un abaissement de la nappe phréatique et de la pollution par des effluents et des contaminants provenant des opérations minières, gazières et pétrolières.

L'afflux soudain de nombreux mineurs et de travailleurs du pétrole peut faire augmenter la demande de viande de brousse. L'intensification de la chasse et le braconnage exerceront de nouvelles pressions sur les populations de faune sauvage et menaceront certaines populations d'extinction au plan local.

RECOMMANDATIONS : la faune

Il convient de mener des études sur la faune sauvage. Si l'on identifie des espèces endémiques ou menacées, il importe de prévoir des mesures de protection spéciales (p. ex. : éviter leurs

habitats et limiter les perturbations). Les activités des industries extractives devront peut-être être limitées durant les périodes de reproduction de grands mammifères et d'espèces d'oiseaux et de chauve-souris fragiles. Les compagnies minières et pétrolières doivent aussi élaborer des politiques strictes pour contrôler la chasse pratiquée par leurs travailleurs.

3.3 Le milieu socio-culturel

3.3.1 Les populations et les établissements humains

L'exploration et la production peuvent avoir des effets considérables, aussi bien défavorables que bénéfiques, sur les communautés locales. Les établissements humains existants et les ressources utilisées par les populations locales sont parfois proches de la mine ou du champ pétrolifère.

Le déplacement de ces établissements perturbe l'infrastructure sociale mais peut aussi offrir l'occasion de fournir de nouvelles infrastructures — routes, services et écoles — ainsi qu'un accès à des biens et services jusque-là inaccessibles dans la région.

Cependant, la présence d'un nouvel employeur peut attirer des demandeurs d'emploi venus d'autres régions et même si l'on construit des logements pour les travailleurs, il est possible que des bidonvilles apparaissent, et exercent une pression sur les installations et services existants et nouveaux. Cela vaut aussi pour les concentrations de mineurs artisanaux attirés dans une zone de dimension limitée.

RECOMMANDATIONS : le milieu socio-culturel

Il faudra procéder à des consultations et à des études pour évaluer la nécessité de déplacer les établissements humains. Il convient de choisir des sites de réinstallation acceptables pour la population locale et qui ne subissent pas les effets du site d'exploitation sur l'environnement — p. ex. poussière soufflée par le vent, eaux de surface ou souterraines contaminées et bruit.

Les compagnies minières et pétrolières devraient consulter les autorités locales afin de veiller à ce que les nouvelles installations soient à la fois voulues par la population et adaptées. Les compagnies devraient également élaborer des politiques strictes pour gérer les demandeurs d'emploi et l'expansion des bidonvilles.

3.3.2 Les impacts économiques

Bien que la découverte et l'exploitation de ressources minières et pétrolières dans les zones arides et semi-arides puissent apporter des avantages économiques bien nécessaires, les communautés locales ne sont peut-être pas les mieux armées pour profiter de ces possibilités. Il se peut aussi qu'elles ne soient pas en mesure de concurrencer les demandeurs d'emploi qui affluent dans la région, attirés par les nouveaux débouchés.

En outre, il peut y avoir perte de terres et d'autres ressources naturelles dont les communautés locales sont tributaires, ce qui menace la sécurité de leurs moyens d'existence. La demande accrue de logements, de nourriture et de biens fera augmenter les prix du marché et risque d'exclure les résidents du marché.

Dans le monde entier, on a assisté à la grandeur et à la décadence de villes minières, gazières et pétrolières. Les aspects économiques et sociaux des activités des industries extractives sont présentés dans l'encadré 2.

Encadré 2. Aspects socio-économiques des industries extractives

Pertes et pressions

- les terres utilisées pour les sites d'exploitation et l'infrastructure
- perte de terres traditionnelles pour l'agriculture et l'élevage
- perte d'accès aux ressources naturelles pour la cueillette de produits sauvages
- perte d'accès ou destruction de sites religieux, culturels ou archéologiques
- exclusion des zones de pâturage et des voies de migration
- perturbation des pratiques socio-culturelles avec l'arrivée de nouveaux travailleurs et demandeurs d'emploi
- pressions sur le bois de feu, l'alimentation et l'eau
- augmentation des prix du logement, de la nourriture et des services
- augmentation des risques sanitaires en raison de la pollution, de la contamination et de la venue de travailleurs migrants

Aspects positifs

- accès à l'infrastructure, aux sources d'eau et d'énergie fournies par la compagnie
- accès équitable aux ressources et à l'infrastructure pédagogiques et médicales
- possibilités d'emploi
- débouchés pour l'agriculture, les petites entreprises et les fournisseurs de services

RECOMMANDATIONS : les impacts économiques

Les compagnies minières et pétrolières devraient collaborer avec les collectivités locales, les organismes publics et les communautés afin de renforcer les capacités locales de développement économique. Toute utilisation future et mise en valeur d'une région utilisée par les industries extractives doit être décidée en collaboration avec la population locale avant de prendre des décisions concernant la restauration.

3.3.3 Considérations relatives aux droits de l'homme et à l'équité

La mise en valeur d'une mine ou d'une exploitation pétrolière peut être un foyer de conflits entre l'investisseur et les communautés et groupes d'intérêts locaux. Dans certains cas, les préoccupations locales sont ignorées et les droits des populations autochtones négligés. Les populations nomades peuvent être temporairement loin de la région au moment où sont prises les décisions et oubliées dans le processus de consultation. Le régime foncier est complexe dans de telles situations et il se peut que les populations autochtones aient des droits traditionnels sur la terre et sur les ressources. Des conflits et des problèmes sociaux peuvent être déclenchés si les droits des populations locales ne sont pas respectés.

RECOMMANDATIONS : considérations relatives aux droits de l'homme et à l'équité

Les compagnies minières et pétrolières doivent veiller à garantir un accès équitable aux nouvelles opportunités pour les communautés locales, fournir des indemnités adéquates pour la perte de terres et de droits d'accès et reconnaître les droits sur les ressources naturelles. Les organismes publics chargés de l'emploi, du bien-être social, du régime foncier et des droits de l'homme devraient vérifier le bien-fondé et l'efficacité de la mise en œuvre de plans pour l'emploi et de plans d'indemnisation.

Assurer la liaison avec les communautés locales est un facteur d'importance critique si l'on veut garantir une mise en valeur minière ou pétrolière réussie, à l'abri des conflits. La liaison avec les communautés contribue à la responsabilité institutionnelle de l'entreprise vis-à-vis d'un développement socialement juste, soucieux du respect des droits de l'homme, de la santé et de la sécurité des employés et des communautés environnantes. Il est essentiel que les communautés locales prennent la mesure à la fois des avantages et des effets négatifs du développement, à court et à long terme, et comprennent de quelle manière elles seront touchées. Durant l'élaboration du projet, un processus participatif à trois niveaux peut avoir lieu :

- information sur les activités de mise en valeur des industries extractives;
- consultation en vue de connaître l'opinion de tous les acteurs et d'en tenir compte dans la prise de décision;
- participation pleine et entière de tous les acteurs qui partagent la responsabilité de la prise de décision quant à la gestion de l'environnement et des ressources naturelles et qui pourraient se charger du suivi et de la mise en œuvre des décisions à cet égard.

La communication entre l'entreprise d'exploration ou de mise en valeur et la communauté locale est un élément clé qui permet de renforcer la confiance des acteurs locaux. Elle comprend :

- le recours aux langues locales, essentiel pour une communication efficace;
- l'explication des avantages et des impacts négatifs possibles du développement pour les communautés locales, tant du point de vue de l'emploi local que du développement

communautaire et de la fourniture d'infrastructures, de la formation et de tous impacts actuels et futurs sur les ressources naturelles et les moyens d'existence des communautés;

- information sur les risques afin de mettre au point des stratégies d'urgence pertinentes;
- renforcement des capacités des différents acteurs pour leur permettre de remplir leur rôle plus efficacement;
- établissement régulier de rapports contenant les décisions, les questions opérationnelles et les préoccupations des acteurs.

3.3.4 Hygiène du travail et santé publique

Les opérations minières peuvent utiliser ou exposer à des matières dangereuses qui se retrouvent dans l'environnement et contaminent les sols et l'eau. En conséquence, il peut y avoir une exposition plus généralisée à des matières dangereuses pour les travailleurs et la population locale. Le bruit et les vibrations provenant du dynamitage et de l'équipement de terrassement et des véhicules peuvent aussi entraîner des perturbations considérables. L'introduction de travailleurs migrants dans une région où les communautés locales et autochtones ont été relativement isolées fait courir un risque d'exposition à des maladies apportées par cette force de travail. Dans ces circonstances, les cas de grossesses non désirées et de maladies sexuellement transmissibles augmentent souvent dans la population locale.

RECOMMANDATIONS : hygiène du travail et santé publique

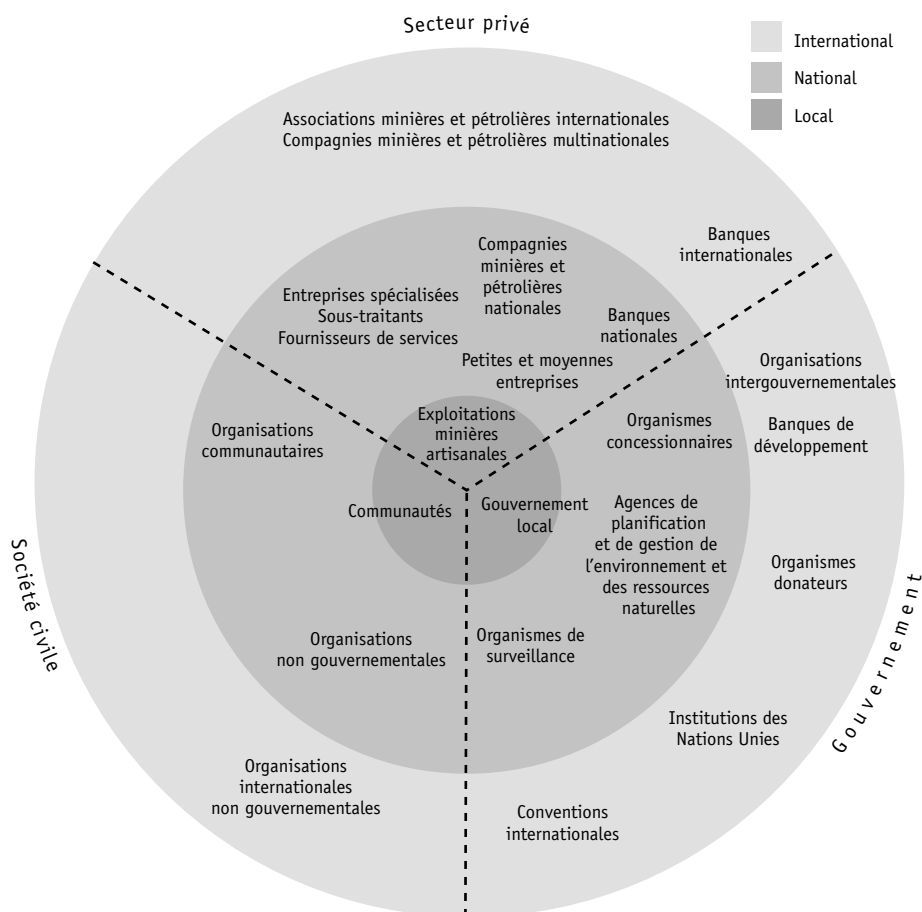
Les industries extractives doivent garantir la sécurité, l'hygiène et la santé du travail des communautés locales et des travailleurs. Les mesures et questions pertinentes sont décrites dans de nombreux ouvrages de référence; dans les zones arides et semi-arides, le stress hydrique, la déshydratation, la poussière et les risques d'incendie sont particulièrement importants.

Chapitre Quatre

Planification et gestion de l'environnement

Dans ce chapitre, nous décrivons les principaux cadres institutionnels pertinents pour la planification et la gestion du développement minier et pétrolier (figure 9). Nous décrivons brièvement les institutions compétentes qui participent aux niveaux international, national et local, ainsi que leurs rôles respectifs et leurs relations. Le chapitre présente aussi une liste des principales conventions internationales et cadres politiques et juridiques nationaux dont il faut tenir compte en matière d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles. On y discute également des principaux outils de planification et de gestion, c'est-à-dire les évaluations stratégiques de l'environnement, les évaluations des impacts sur l'environnement, les plans de gestion de l'environnement, y compris les plans d'urgence et de remise en état/ restauration et, enfin, le suivi et l'établissement des rapports.

Figure 9. Cadre institutionnel des industries extractives



4.1 Cadres institutionnels

4.1.1 Institutions publiques

Différents services gouvernementaux sont concernés par la planification environnementale et la gestion des activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides. Chaque pays dispose d'institutions qui ont des responsabilités semblables en matière d'administration des politiques gouvernementales, bien que ces institutions ne portent pas toujours le même nom. On peut les grouper en quatre catégories principales : services d'attribution des concessions/permis; services de planification; services de gestion de l'environnement et des ressources naturelles; et services de surveillance.

Services d'attribution des concessions/permis

Ces services — p. ex. ministères des mines, des minéraux et des ressources d'hydrocarbures — sont chargés d'attribuer les permis aux industries extractives. Ils peuvent aussi surveiller et vérifier les activités des concessionnaires (voir aussi services de surveillance).

Services de planification

Les ministères de la planification, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme sont chargés de surveiller les changements en matière d'occupation des sols, pendant les opérations et lorsque celles-ci sont terminées. La planification pour la production minière et pétrolière suppose aussi la mise en place d'une coordination avec d'autres secteurs tels que ceux des transports, de l'énergie, du logement et des affaires communautaires, et du travail.

Services de gestion de l'environnement et des ressources naturelles

Les services gouvernementaux tels que les ministères de l'environnement, des ressources en eau, de la faune sauvage, des forêts, de l'agriculture, des pêches et des aires protégées sont chargés d'appliquer et de faire respecter les politiques environnementales dans leurs secteurs respectifs. Ils peuvent aussi servir de correspondants pour toute convention internationale sur l'environnement ratifiée par leur gouvernement.

Services de surveillance

Beaucoup de services mentionnés plus haut sont chargés de surveiller les différentes politiques ou activités qui sont de leur ressort. La surveillance des questions environnementales et sociales relatives aux activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides peut être limitée par la capacité des services concernés de déployer du personnel. C'est une question particulièrement importante dans les zones plus isolées où se trouvent souvent les opérations minières et pétrolières. Une surveillance appropriée et du matériel de vérification, ainsi que des véhicules sont parfois des denrées rares. Dans certains cas, la surveillance peut être confiée par contrat à un département universitaire ou à un organisme de recherche. Il est rare qu'une seule organisation coordonne les résultats de la surveillance et produise une

évaluation complète du respect des normes environnementales. Un organisme interagences ou un comité directeur — comptant des représentants des services gouvernementaux, ministères, collectivités locales et communautés voisines — peut servir de mécanisme de coordination de la surveillance des activités des industries extractives.

Les pays sont de plus en plus nombreux à décentraliser les pouvoirs et les responsabilités pour les déléguer aux autorités locales appropriées. Les services de planification et de gestion de l'environnement et des ressources naturelles, ainsi que de surveillance, mentionnés plus haut, ont leurs homologues au niveau local. Les services des collectivités locales devraient participer à toutes les décisions de mise en place, gestion ou surveillance des activités des industries extractives dans leur région.

4.1.2 Le secteur privé

Entreprises internationales et grandes entreprises nationales

Les industries minières et pétrolières sont dominées par quelques compagnies internationales qui opèrent à l'échelle mondiale. Un petit nombre de grandes entreprises peuvent agir au niveau national ou régional. Les entreprises secondaires ou les branches nationales des compagnies internationales peuvent gérer des opérations au niveau national.

En général, les compagnies internationales sont à l'avant-garde du développement de technologies permettant de tenir compte des normes environnementales applicables aux secteurs minier et pétrolier. En effet, elles ont les ressources nécessaires pour le faire mais elles le font aussi parce que l'opinion publique internationale et les actionnaires le leur demandent. Ces organisations ont des politiques environnementales mais l'application de ces politiques peut différer en fonction des obligations nationales.

Petites et moyennes entreprises

Les petites et moyennes entreprises minières peuvent apporter des contributions importantes aux objectifs nationaux de développement en encourageant l'esprit d'entreprise et l'industrialisation autochtones. L'exploitation minière à petite échelle fait appel à une main-d'œuvre abondante et joue un rôle important dans la création d'emplois. Les petites mines offrent la possibilité de transformer une main-d'œuvre non qualifiée en main-d'œuvre semi-qualifiée et qualifiée. En outre, les petites mines ne nécessitent qu'une fraction du capital nécessaire aux opérations de plus grande envergure et peuvent entrer en exploitation beaucoup plus rapidement.

Entreprises spécialisées, sous-traitants et fournisseurs de services

Le secteur minier, comme le secteur pétrolier et gazier, compte de nombreuses entreprises spécialisées qui fournissent des services : reconnaissance et exploration, forage, fourniture de machines et d'équipement et construction. Certaines entreprises spécialisées sont actives à l'échelle mondiale, mais la majorité fournit des services au niveau national ou local.

Exploitation minière artisanale

Ce type d'exploitation minière est le fait de particuliers — prospection à temps partiel de pierres précieuses et de minerais — ou de concentrations de personnes, généralement pauvres, qui travaillent dans une zone particulière. Ce secteur minier informel soulève de graves préoccupations en raison des risques sanitaires et des dommages environnementaux qu'il entraîne. La découverte de ressources minières accessibles peut attirer un grand nombre de personnes dans un site qui devient alors difficile à contrôler et à gérer. Différentes tentatives ont été faites pour résoudre le problème au moyen, par exemple, d'un appui à de petites coopératives minières, d'ateliers de formation, d'avis techniques et d'activités de sensibilisation à la protection de l'environnement et de la santé.

Les banques et institutions de financement

Les compagnies minières et pétrolières nécessitent un financement par le biais de crédits et de subventions. Aujourd'hui, beaucoup de banques internationales demandent une étude d'impact sur l'environnement et des plans de gestion de l'environnement, mais il se peut que les banques et instituts de financement nationaux ne le fassent pas. Il importe que toutes les banques et tous les organismes de financement garantissent que les questions environnementales et sociales associées au développement des industries extractives soient intégrées dans le plan d'investissement et que des mesures appropriées soient prévues pour atténuer les effets adverses. Les banques de développement telles que la Banque mondiale et les institutions actives au niveau régional (la Banque asiatique de développement, la Banque interaméricaine de développement, etc.) ont des départements de financement du secteur privé.

4.1.3 La société civile

Les collectivités

Les collectivités locales ont la grande responsabilité de décider des activités qui seront entreprises dans leur région. Elles doivent être des acteurs incontournables dans les processus de planification, de développement et de gestion post-exploitation. Les connaissances locales sur les ressources naturelles et leur utilisation sont indispensables au développement durable et à la gestion de l'environnement. Les collectivités locales devraient être officiellement représentées par leurs chefs traditionnels ou les représentants du gouvernement local élu. La consultation ne doit cependant pas être limitée à ces personnes et d'autres représentants des collectivités tels que les enseignants, les médecins et les chefs religieux doivent également participer. Différents groupes de la communauté — les populations autochtones, les minorités ethniques, les femmes, les jeunes, les agriculteurs, les coopératives et les entreprises communautaires — apporteront différentes perspectives sur la mise en valeur proposée et leurs préoccupations doivent être prises en compte. Des intérêts particuliers peuvent être représentés plus officiellement par des organisations communautaires créées pour les populations autochtones, les groupes de femmes et de jeunes dans la communauté.

Les organisations non gouvernementales

Il existe un grand nombre d'organisations internationales et nationales non gouvernementales (ONG) qui ont des objectifs particuliers concernant des questions telles que le développement durable, la conservation et l'environnement, l'équité, les droits de l'homme et les populations autochtones. Ces organisations travaillent à tous les niveaux, des politiques internationales à la défense des intérêts au niveau national et à l'appui aux communautés locales. Les ONG peuvent exercer des pressions importantes lorsque ces questions sont soulevées dans le cadre de la mise en valeur minière et pétrolière. En outre, les ONG peuvent être engagées par les gouvernements ou soutenues par des donateurs extérieurs afin de surveiller cette mise en valeur de manière indépendante.

Les universités et les instituts de recherche

Dans de nombreux pays, plusieurs départements universitaires et instituts de recherche ont été établis en vue d'étudier les systèmes agricoles et les écosystèmes des zones arides. La recherche peut comprendre des thèmes tels que la mise en valeur agricole pour des cultures spécialement adaptées, l'irrigation, la géologie et l'hydrologie, la biodiversité des écosystèmes des zones arides et les changements climatiques. Ces organisations représentent une somme importante de connaissances, tant sur les conditions et l'environnement locaux que sur les impacts écologiques et sociaux du développement et peuvent être engagées de manière à réaliser des études de référence et la surveillance.

4.1.4 Organisations et associations internationales*Institutions des Nations Unies*

Plusieurs institutions des Nations Unies ont des responsabilités qui les portent à s'intéresser aux régions arides et semi-arides, à la lutte contre la désertification et à l'encouragement du développement durable. Il s'agit notamment du Bureau de la lutte contre la désertification et la sécheresse (BNUS), du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI). Le Fonds international pour le développement agricole (FIDA) héberge le Mécanisme mondial (MM) de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD) qui favorise une action conduisant à la mobilisation et à la canalisation de ressources financières vers les pays en développement touchés par la sécheresse et la désertification.

Associations internationales du secteur privé

Dans l'industrie minière et pétrolière, il existe plusieurs associations internationales qui, de plus en plus, traitent de questions relatives à l'environnement au nom de leurs secteurs respectifs. Il s'agit de l'Association de l'industrie pétrolière internationale pour la conservation de l'environnement (IPIECA) et de l'Association internationale des producteurs de pétrole et

de gaz, autrefois connue sous le nom de Forum international d'exploration et de production de l'industrie pétrolière (Forum E&P). Ces groupes ont produit différentes directives sur l'environnement en collaboration avec d'autres organisations internationales. En 1991, le Conseil international des métaux et de l'environnement (ICME) a été constitué afin de promouvoir des politiques et pratiques avisées en matière d'environnement. Aujourd'hui appelé International Council on Mining and Metals (ICMM), il cherche à être la voix des industries minières et minérales du monde, à développer leur position en matière de développement durable et à promouvoir de bonnes pratiques de développement durable au sein des industries.

Organisations internationales et initiatives majeures

Plusieurs organisations et réseaux internationaux ont aussi des initiatives et des objectifs en matière de développement durable et d'environnement concernant les activités des industries extractives dans les régions arides et semi-arides. On peut citer l'UICN — Union mondiale pour la nature, l'Institut international pour l'environnement et le développement (IIED), le Fonds mondial pour la nature (WWF), Conservation International (CI) et le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

L'initiative Mining, Minerals and Sustainable Development, lancée en avril 2000, était un processus indépendant de consultation et de recherche d'une durée de deux ans dont le but était de comprendre comment maximiser la contribution du secteur des mines et des minéraux au développement durable, aux niveaux mondial, national, régional et local. Elle a culminé par un rapport final et plusieurs documents de travail et a ouvert un processus de dialogue pour l'avenir. Elle a été menée par l'IIED sous contrat du WBCSD et elle était soutenue par Global Mining Initiative.

Le petit secteur minier a également été actif dans les pays en développement et le Département des Nations Unies de la coopération technique pour le développement a organisé plusieurs conférences régionales sur le sujet. En 1989, une institution internationale à but non lucratif pour l'exploitation minière à petite échelle — Small Mining International (SMI) — a été créée à Montréal, Canada dans le but de renforcer et soutenir le petit secteur minier pour contribuer au développement économique et social en milieu rural. Plusieurs pays tels que l'Inde, le Ghana, la Bolivie, le Brésil et le Zimbabwe ont des organisations qui encouragent le petit secteur minier et lui fournissent un appui technique.

L'initiative Communities and Small-scale Mining a été lancée en mars 2001 en tant que réseau et centre de coordination soutenu par plusieurs bailleurs de fonds. Le but est de réduire la pauvreté en soutenant le développement durable intégré des communautés touchées par ou participant à l'exploitation minière artisanal et à petite échelle, dans les pays en développement.

4.1.5 Conventions internationales, politiques et législations nationales

Conventions internationales

Plusieurs conventions internationales sont applicables aux activités des industries extractives dans les régions arides et semi-arides. Certaines sont issues du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 et du processus Action 21; quelques-unes sont des conventions plus anciennes, consacrées à l'environnement (les autres conventions internationales pertinentes sont énumérées dans l'encadré 3).

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique (UNCCD) est appliquée dans le cadre des programmes d'action nationaux (PAN) qui sont mis au point avec la participation des communautés locales. Les gouvernements, en adhérant à l'UNCCD, s'engagent à créer un environnement porteur en éliminant les obstacles politiques et législatifs, en introduisant des réformes foncières qui garantissent une plus grande sécurité de la propriété et en mettant sur pied des institutions pour résoudre les conflits relatifs à l'utilisation des sols et aux ressources. Un des principes majeurs de l'UNCCD est que les efforts de lutte contre la désertification doivent être intégrés à d'autres programmes de développement.

La Convention a des programmes d'action régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes, en Méditerranée septentrionale et en Europe centrale et de l'Est. Tous ces programmes sont adaptés aux conditions et besoins particuliers, régionaux et sous-régionaux, des États membres. Ils portent sur la réduction de la pauvreté, la migration et la sécurité alimentaire (Afrique), l'agrosylviculture et la conservation des sols, la gestion des parcs et le renforcement des capacités pour atténuer les effets de la sécheresse (Asie), le suivi et l'évaluation de la dégradation des terres (Amérique latine) et la protection des terres qui n'ont pas encore été considérablement dégradées (Méditerranée septentrionale). Ce dernier programme reconnaît que des économies modernes contribuent aussi à la désertification et à la dégradation des terres, par exemple, par la contamination des sols par les métaux et les changements apportés aux eaux de surface et souterraines.

La Convention sur la diversité biologique (CDB) a trois objectifs principaux : la conservation de la diversité biologique; l'utilisation durable des éléments constitutifs de la diversité biologique; et le partage des avantages issus des utilisations commerciales, entre autres, des ressources génétiques, de manière juste et équitable. Elle reconnaît que la responsabilité de la conservation de la biodiversité incombe en grande partie aux pays eux-mêmes et que les entreprises privées, les propriétaires terriens, les pêcheurs et les agriculteurs sont responsables de la plupart des activités qui affectent la diversité biologique. Les gouvernements signataires de la CDB s'engagent à préparer et appliquer des stratégies et plans d'action nationaux pour la biodiversité et à les intégrer dans leurs plans nationaux pour l'environnement et le développement. La Convention reconnaît aussi que les communautés traditionnelles et autochtones dépendent des ressources biologiques et qu'elles possèdent des connaissances traditionnelles et des pratiques relatives à la conservation et à l'utilisation durable de la biodiversité.

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et le Protocole de Kyoto servent de fondements aux efforts intergouvernementaux déployés pour résoudre le problème des changements climatiques éventuellement irréversibles qui résultent de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. Ces gaz sont le produit de la croissance économique et démographique des deux siècles passés. La CCNUCC fixe l'objectif ultime de stabilisation des concentrations atmosphériques de ces gaz à des niveaux qui empêcheraient une interférence humaine «dangereuse» dans le système climatique. Les Parties à la Convention sont liées par un ensemble d'engagements généraux et se divisent en deux groupes principaux : les pays industrialisés qui sont, historiquement, les principaux contributeurs aux changements climatiques (Parties visées à l'annexe I) et les pays qui ne le sont pas (Parties non visées par l'annexe I). Certains pays du premier groupe figurent aussi à l'annexe II; ils ont une responsabilité spéciale, celle de fournir des ressources financières additionnelles aux pays en développement pour les aider à lutter contre les changements climatiques. La Convention identifie deux groupes de pays vulnérables : ceux qui sont confrontés aux effets négatifs des changements climatiques, c'est-à-dire les pays insulaires de faible altitude; et les pays exportateurs de pétrole qui sont menacés par les répercussions économiques des mesures de réaction aux changements climatiques.

Le Protocole de Kyoto fixe des objectifs d'émission des six principaux gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), les hydrofluorocarbones (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF_6). Il établit des mécanismes tels que la compensation des émissions pour éliminer les gaz à effet de serre de l'atmosphère en créant des «puits» de carbone au moyen d'initiatives telles que le boisement, la gestion forestière, la gestion des cultures et des pâturages. Le Protocole crée également trois mécanismes innovants, à savoir l'application conjointe, le mécanisme pour un développement propre et l'échange des émissions.

La Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Ramsar) (1971) sert de cadre à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des biomes des zones humides. Les zones humides occupent la région de transition entre les milieux qui sont humides en permanence et les milieux généralement secs; dans les zones arides et semi-arides, ce sont des habitats particulièrement importants et des lieux de concentration pour les espèces sauvages. La Convention de Ramsar met tout particulièrement l'accent sur les zones humides qui constituent des habitats importants pour les espèces d'oiseaux d'eau migrateurs. Les Parties contractantes sont obligées d'inscrire et de protéger au moins une zone humide d'importance internationale de leur territoire, d'inscrire la conservation des zones humides dans l'aménagement du territoire national et de promouvoir l'utilisation rationnelle des zones humides.

La Convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) (1979) a pour objet de conserver les espèces migratrices marines, terrestres et les oiseaux migrateurs. Elle sert de cadre dans lequel les Parties peuvent agir

pour conserver les espèces migratrices et leurs habitats. Les Parties peuvent adopter des mesures de protection rigoureuses pour les espèces migratrices classées dans la catégorie en danger d'extinction sur toute ou une partie importante de leur aire de répartition. Les Parties élaborent aussi des accords pour la conservation et la gestion des espèces migratrices dont l'état de conservation est défavorable et entreprennent des activités conjointes de recherche et de suivi. Les espèces des zones arides qui ont été distinguées dans de tels accords sont la grande outarde, l'outarde houbara et l'antilope sahélo-saharienne. La Convention intéresse les compagnies minières et pétrolières parce qu'elle protège les espèces contre la chasse par le personnel et les travailleurs de ces compagnies.

Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel

(Convention du patrimoine mondial de l'UNESCO) (1972). Elle définit les sites naturels et culturels que l'on peut envisager d'inscrire sur la Liste du patrimoine mondial. Elle énonce également les devoirs des États en ce qui concerne l'identification de sites potentiels, et leur rôle en matière de protection et de maintien de ces sites. Les industries minières et pétrolières devraient avoir connaissance de tous les biens du patrimoine mondial existants ou potentiels à proximité de leur champ d'opération et prendre des mesures pour les protéger contre tout effet négatif provenant de leurs activités. En 2000, l'UNESCO et le Conseil international des métaux et de l'environnement (ICME) ont organisé un atelier technique sur le patrimoine mondial et l'exploitation minière. Cet atelier a recommandé aux spécialistes des mines et de la conservation de collaborer et a souligné le rôle des États parties, des comités du patrimoine mondial et de l'industrie minière vis-à-vis de la coordination de la conservation de ces sites du point de vue de l'exploration et de l'exploitation minières.

Le chapitre 26 d'Action 21 et la Convention N° 169 de l'Organisation internationale du travail (OIT) concernant les peuples indigènes et tribaux dans les pays indépendants

(1989) reconnaissent les liens entre les changements dans l'environnement mondial et les droits des populations autochtones, ainsi que les relations étroites entre la situation culturelle et économique des populations autochtones et leur milieu de vie.

Encadré 3. Autres conventions internationales pertinentes

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), 1973. Amendée en 1979, 1983

Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, 1987

Convention concernant le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et leur élimination (Convention de Bâle), 1989

Convention internationale sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures, 1990

Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, 1991

Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux, 1992

Convention sur les effets transfrontières des accidents industriels, 1992

Politiques et législations nationales

De nombreux pays se sont dotés de politiques et législations de base sur l'environnement qui ont trait aux activités des industries extractives. Toutefois, les cadres politiques et juridiques diffèrent énormément dans leur couverture et leur applicabilité : le lecteur est prié de consulter les autorités nationales pour connaître les détails de la législation de tel ou tel pays. En général, les politiques et la législation devraient porter sur les domaines essentiels suivants :

- les ressources minérales et d'hydrocarbures (p. ex. règles et règlements sur la prospection et l'exploitation minières ainsi que sur la production du pétrole, y compris systèmes d'octroi de licences et de concessions et mesures de surveillance);
- la protection et la gestion de l'environnement (y compris obligations et directives en matière d'évaluation des impacts sur l'environnement des activités proposées);
- les ressources d'eau (y compris la réglementation de l'utilisation des ressources d'eau, l'extraction d'eau souterraine, la pollution de l'eau et les normes relatives aux effluents);
- l'air (y compris la pollution de l'air et les normes d'émission);
- l'agriculture, l'élevage et la sylviculture (y compris sols et prévention de l'érosion);
- l'aménagement du territoire;
- le régime foncier (déterminant les droits de propriété foncière);
- les droits communautaires/traditionnels (y compris droits d'accès pour des raisons culturelles et pour le prélèvement de produits d'origine sauvage);
- les aires protégées et la conservation de la biodiversité.

Parfois, la législation et les politiques sectorielles sont contradictoires. Il peut aussi y avoir une hiérarchie dans la législation et dans certains pays, depuis toujours, les activités minières et pétrolières prennent le pas sur presque toutes les autres activités. En d'autres termes, par le passé, les développements miniers et pétroliers étaient le mode d'occupation des sols préféré dans de nombreuses régions sans qu'il y ait de contrôles écologiques adéquats. Lorsque cette situation prévaut, dans les pays où il y a des zones arides et semi-arides, il convient de changer la politique gouvernementale et la législation pour exercer les contrôles écologiques appropriés sur la production minière et pétrolière.

4.2 Principaux outils de planification et de gestion

4.2.1 Évaluation stratégique de l'environnement

Lorsque d'importantes nouvelles ressources minières ou pétrolières sont identifiées mais avant que les détails ne soient réglés, le gouvernement devrait réaliser une évaluation stratégique de l'environnement (ESE) de la région, y compris des facteurs suivants :

- les conditions environnementales de référence et l'état des ressources naturelles;
- l'identification de zones écologiquement sensibles et d'aires protégées;
- l'identification et la description de communautés et de populations autochtones;
- les conditions socio-économiques actuelles;
- les activités et l'infrastructure économiques en place;
- les développements proposés, y compris des scénarios à plus long terme et la mise en valeur cumulative de plusieurs sites miniers ou pétroliers et gaziers différents;
- l'infrastructure et les ressources nécessaires pour servir ces développements (routes, énergie et eau);
- les impacts potentiels, aux niveaux écologique et social, du développement minier ou pétrolier;
- des recommandations de zonage pour le territoire et des limites au développement dans différentes zones.

L'évaluation stratégique de l'environnement fournit donc une perspective à long terme sur la base environnementale et sociale du développement prévu dans la région. Elle identifie les zones d'occupation des sols appropriées et les restrictions nécessaires pour garantir un développement écologiquement durable. De la sorte, l'ESE permet de faire des compromis entre conservation et développement d'une manière ouverte, transparente et en connaissance de cause.

Les services publics — tels que les ministères des mines, des minéraux et des ressources d'hydrocarbures et de l'aménagement (aux niveaux national et local) et les organismes nationaux responsables de l'environnement — devraient être chargés de l'ESE. L'évaluation devrait comprendre une vaste consultation avec les collectivités locales, les communautés et les organisations intéressées.

4.2.2 Étude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) est l'outil de planification principal pour évaluer les incidences environnementales et sociales de tel ou tel développement. Habituellement, l'auteur du projet de développement s'adresse à l'agence nationale chargée de l'environnement. Le type et l'échelle du développement déterminent la nécessité de réaliser une EIE. Les développements miniers et pétroliers nécessitent, normalement, une EIE tout comme les grandes infrastructures telles que les routes, les oléoducs et les lignes de transmission. L'auteur prépare alors un cahier des charges précis pour l'EIE que l'agence doit approuver avant que l'étude ne soit commandée. En général, il est exigé que l'EIE fasse une place importante

à la consultation publique et que les résultats soient rendus publics. Lorsqu'il est terminé, le rapport d'EIE est envoyé à l'agence nationale de l'environnement qui l'étudie et l'approuve.

Il existe de nombreuses directives sur les procédures à adopter pour les EIE et certaines d'entre elles concernent spécifiquement la production minière ou pétrolière. Beaucoup de pays ont mis au point leurs propres directives d'EIE utilisables dans le cadre de leurs systèmes juridiques et de planification.

Habituellement, l'EIE tient compte d'autres sites, routes et méthodes d'extraction possibles ce qui permet à l'auteur de déterminer la meilleure solution possible du point de vue environnemental et social. Dans le cas des développements miniers et pétroliers, le site est essentiellement choisi en fonction de la présence de la ressource et du lieu le plus accessible. L'EIE doit faciliter le choix entre les modes d'opération, les routes d'accès ou l'orientation du site (p. ex., pour atténuer le plus possible les effets des retombées de poussières).

Le but de l'EIE est d'identifier les principaux risques et de proposer des mesures d'atténuation pour les minimiser, et d'optimiser les effets bénéfiques. Elle fournit la base du plan de gestion de l'environnement (section 4.2.3). L'EIE devrait examiner en détail les propositions pour chaque phase, activité et localisation et identifier leurs effets sur l'environnement. Dans les zones arides et semi-arides, on doit avoir principalement pour souci l'émission de poussière, la rareté des ressources d'eau, la vulnérabilité des écosystèmes désertiques et l'état socio-économique des communautés locales. Si des matières toxiques ou dangereuses sont libérées dans le processus, il faudra tenir compte des risques de fuite et de déversement.

Les EIE doivent aussi identifier les indicateurs qui permettront de surveiller les performances environnementales. Ces indicateurs sont comparés aux conditions existantes qui servent de référence et comprennent toute la gamme d'acceptabilité des changements. Bien qu'il y ait de nombreuses normes internationales et nationales pour les émissions et leur libération dans l'air, le sol et l'eau, la plupart ont été élaborées dans un contexte urbain. Des normes d'émission appropriées doivent s'appuyer sur les conditions prévalentes dans les zones arides et semi-arides.

4.2.3 Plans de gestion de l'environnement

Le plan de gestion de l'environnement (PGE) identifie les principaux risques pour l'environnement et les moyens, pour la compagnie, de les écarter. Le plan doit être permanent et avoir des objectifs correspondant à différentes activités pour faciliter le suivi des progrès. Dans les zones arides et semi-arides, l'accent principal doit porter sur la conservation de l'eau, la gestion des poussières, le stockage de la terre végétale et la remise en état/restauration, mais il devrait aussi comprendre un plan de gestion des déchets précis et un plan d'urgence. La performance environnementale est évaluée par rapport à ce plan.

Le système de gestion de l'environnement fournit un cadre d'organisation pour le plan d'urgence. Il décrit en détail les domaines de responsabilité, les ressources en personnel et les

besoins de formation, la documentation, l'établissement des rapports et la communication. Le système de gestion de l'environnement énumère, par exemple, les dossiers et documents requis, indique qui les conservera, qui les utilisera et comment ils seront distribués (encadré 4).

Encadré 4. Éléments clés de planification et de gestion

Les normes internationales les plus importantes en matière de planification et de gestion de l'environnement sont contenues dans les normes ISO 14000 qui sont généralement applicables à toute activité industrielle. Comme indiqué dans ces normes, la mise en place d'un système de gestion de l'environnement s'appuiera sur les points suivants :

Information : toutes les opérations minières ou pétrolières qui visent à respecter l'environnement devront décrire les conditions environnementales de référence. Il convient de réaliser une étude de l'environnement avec évaluation des ressources en air, sol et eau ainsi que des caractéristiques clés des écosystèmes entourant le site et mettant en valeur leur importance et leur fragilité. Cette information sert de base pour évaluer les changements futurs et les besoins de remise en état du site. L'étude devrait également souligner les différentes activités et les risques environnementaux associés à chacune d'elles.

Participation des communautés locales : il est essentiel de faire participer les communautés locales et les acteurs principaux à la gestion durable de l'environnement. Les études sociales, la consultation et la participation active sont nécessaires avant, durant et après les activités de développement. Il faudra signer des accords avec les communautés sur l'opportunité des activités et les effets attendus.

Planification de la gestion de l'environnement : d'après l'étude de référence et les études sociales, un plan de gestion de l'environnement sera élaboré. Celui-ci soulignera les mesures nécessaires pour atténuer les effets environnementaux et sociaux et l'application de ces mesures. Ce plan n'est cependant pas un modèle rigide; il doit être souple pour être adapté à mesure que de nouvelles informations seront disponibles. Un programme de surveillance de l'environnement sera nécessaire pour fournir cette information.

Communication : un plan de gestion de l'environnement doit aussi identifier comment communiquer l'information sur l'état environnemental du site, au sein de la compagnie et à l'extérieur. Un groupe de liaison au sein des communautés locales devrait être mis en place à cet effet.

Formation à la gestion de l'environnement : la gestion de l'environnement est une nouvelle discipline. La formation sera nécessaire tant pour les administrateurs du site que pour le personnel actif afin qu'ils soient conscients de leurs responsabilités environnementales et en mesure de les assumer. Les sites de grande dimension devraient avoir leur propre administrateur de l'environnement. Une formation peut aussi être offerte à des personnes de la communauté locale.

Plan d'urgence

Il importe de préparer un plan d'urgence, dans le cadre du plan de gestion de l'environnement, afin de réagir aux situations d'urgence telles que des explosions, des feux, des inondations éclair, des glissements de terrain, des déversements majeurs, des fuites et des effondrements des parois des parcs à résidus. Une évaluation des risques devrait être réalisée afin de déterminer les causes éventuelles des situations d'urgence et leurs conséquences possibles. D'après cette évaluation, l'équipement de nettoyage nécessaire et les produits chimiques peuvent être achetés de manière qu'ils soient à disposition en cas de besoin; on peut former le personnel et réaliser des exercices. Les plans d'urgence doivent comprendre :

- identification des risques et objectifs;
- identification des menaces pour les zones sensibles, à l'intérieur et à l'extérieur du site, y compris les magasins et l'équipement, les logements des travailleurs, les communautés locales, les habitats et les écosystèmes locaux et les ressources en eau;
- une stratégie de réaction pour chaque risque important;
- une stratégie de communication et d'établissement de rapports;
- la détermination des besoins en ressources;
- la détermination des plans d'action;
- la définition des besoins en formation et exercices.

Il importe que les communautés locales soient conscientes des situations d'urgence qui pourraient se produire dans le site. La sensibilisation permet à la population locale de se préparer et de participer aux réactions d'urgence, de se protéger et de protéger ses biens et propriétés plus efficacement. C'est dans ce but que le PNUE a élaboré le programme APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at the Local Level).

La formation et les pratiques en matière de réaction aux situations d'urgence sont essentielles. Les organismes publics devraient faire en sorte que les entreprises mettent sur pied des stratégies de réaction d'urgence et assurent une formation appropriée à leur personnel. Il faut indiquer clairement quels services doivent être notifiés en cas d'urgence.

Plans de remise en état et de restauration

Si la fermeture permanente est décidée, l'opérateur doit fournir d'autres détails sur la gestion post-exploitation décrite et la restauration du site. Il est essentiel de consulter les autorités locales et les communautés avant d'établir des plans détaillés de gestion post-exploitation.



Restauration d'une zone humide, mine de cuivre au Chili.

Photo : Anglo American/Phil Tanner



Restauration d'un site de forage après exploitation en Namibie.

Photo : Anglo American

Pour bien faire, le plan de remise en état devrait viser de rendre à la terre son état d'origine. Les objectifs de restauration seront, dans la plupart des cas, en rapport avec les modes d'occupation des sols pré-exploitation — habitat pour les espèces sauvages, pâturage du bétail et agriculture pluviale ou irriguée, par exemple.

Il ne faut pas attendre la fin des opérations pour se préoccuper de la remise en état et de la restauration. De nombreuses mines extraient progressivement des matériaux bruts et remettent les morts-terrains en place lorsque l'activité minière a cessé. La remise en état et la restauration durant l'exploitation active permettent aux zones exploitées de retrouver

leur végétation tout en étant plus viables sur le plan écologique et économique que les activités de remise en état et de restauration laissées à plus tard. La remise en état et la restauration devraient donc faire partie intégrante du plan de gestion de l'environnement.

Il est capital de prévoir des ressources financières pour la remise en état et la restauration. Un fonds d'amortissement ou fonds d'affectation spéciale auquel la compagnie contribue régulièrement, dès le début des opérations, est une possibilité (encadré 5). Le fonds devrait être calculé en fonction des coûts de restauration prévus pour le site et les estimations devraient être révisées, selon les besoins, durant l'opération. Le fonds devrait être géré par un conseil comptant des représentants des collectivités et des communautés locales.

Encadré 5. Fonds d'amortissement et fonds d'affectation spéciale

Pour les entreprises, les autorités chargées de l'attribution des permis et licences et de la planification et les collectivités locales, le financement de la gestion post-exploitation et de la restauration est un point à ne pas négliger. S'il est adéquat, le financement garantira la fermeture du site en toute sécurité et une bonne restauration, et préservera les futures utilisations des terres.

Un fonds d'amortissement ou fonds d'affectation spéciale, à la fois pour la remise en état et la restauration du site et pour les futures activités de développement permet de transmettre aux générations futures certains des avantages du développement. Il est capital de constituer ces fonds tandis que la mine ou le champ pétrolifère est en exploitation et de ne pas attendre la fin des activités. Des représentants des communautés doivent être associés à l'administration et au contrôle du fonds

d'affectation spéciale et les mécanismes voulus doivent être en place pour garantir une utilisation rationnelle de l'argent.

Aujourd'hui, de nombreuses licences d'exploitation minière et pétrolière exigent des entreprises qu'elles prennent une assurance post-exploitation les obligeant en cas de problèmes techniques, économiques ou politiques non-prévus, à cesser rapidement les activités, il y ait suffisamment de fonds disponibles pour la remise en état et la restauration. Les primes d'assurance sont indexées sur le fonds d'amortissement et diminuent à mesure que le fonds augmente. Les termes et conditions des fonds et plans d'assurance dépendent des lois et règlements nationaux et une assistance financière et juridique professionnelle est nécessaire pour établir de tels plans.

4.2.4 Suivi, audit environnemental et communication des résultats

Si l'on veut pouvoir comparer les changements et les tendances issus des activités des industries extractives, il importe de disposer d'informations adéquates sur les conditions environnementales de référence, c'est-à-dire non seulement les conditions physiques et chimiques (air, sol et eau), mais aussi les facteurs écologiques et socio-économiques. Les indicateurs biologiques sont souvent beaucoup plus sensibles aux effets cumulatifs d'émissions toxiques de faible niveau. Le choix des indicateurs biologiques, dans les zones arides et semi-arides, peut être étroitement lié au site (tableaux 6 et 7).

Dans les zones arides et semi-arides, le climat est un facteur qui rend difficile de surveiller et d'interpréter les changements écologiques — par exemple après des orages ou durant une sécheresse persistante. Le suivi de l'état environnemental dans ces zones peut être très éprouvant, physiquement, pour le personnel et, dans des conditions extrêmes, même des instruments contrôlés à distance peuvent tomber en panne.

Les résultats du suivi de l'état de l'environnement réalisé dans le cadre d'un plan de gestion de l'environnement doivent être régulièrement remis, dans un rapport, aux autorités qui ont attribué le permis et qui peuvent mener à bien leur propre suivi et audit environnemental du site. La compagnie peut demander un audit environnemental indépendant pour son rapport annuel aux actionnaires, aux autorités gouvernementales et aux communautés locales.

Pour les grands chantiers miniers ou pétroliers, le service gouvernemental responsable peut envisager de créer une commission interagences ou un comité directeur. Cet organe devrait comprendre des représentants des services gouvernementaux concernés, des collectivités locales et des communautés voisines. Les responsables de l'environnement de la compagnie et tout organisme de suivi engagé doivent faire rapport à ce comité qui publiera un rapport annuel de synthèse sur les activités de suivi réalisées durant l'année et indiquera les tendances. Le rapport doit établir si des changements sont requis dans le plan de gestion de l'environnement et le programme de suivi.

Tableau 6. Facteurs d'évaluation de la désertification

Type	Sous-type	Facteur
Physique	Climat	a. précipitations b. température c. vitesse, direction et fréquence du vent d. érosion pluviale potentielle (calculée) e. durée d'ensoleillement f. évapotranspiration potentielle (calculée) g. tempêtes de sable/ de poussière h. tourbillons
	Sols	a. état de la surface (caractère rocheux) b. texture c. fertilité (matière organique) d. structure e. perméabilité f. érosion potentielle (calculée) g. alcalinisation/salinisation h. carte des unités pédologiques
	Topographie	a. pente
Biologique	Végétation	a. couvert herbacé et plantes ligneuses (%) b. production de biomasse superficielle (cultures sur pied) de plantes herbacées/couverture ligneuse (kg/ha/an) c. composition végétale et espèces désirables ou clés d. production herbacée potentielle (calculée) e. carte des unités végétales
	Animaux	a. estimations et distribution de la population animale b. composition des troupeaux c. consommation herbacée (calculée)
Socio-économique	Utilisation des terres et de l'eau	a. utilisation des sols b. consommation de bois de feu c. eau disponible et besoins d'eau
	Structure des établissements	a. établissements b. infrastructure
	Paramètres biologiques humains	a. structure des populations et croissance démographique b. mesures de l'état nutritionnel c. habitudes alimentaires
	Paramètres des processus sociaux	a. conflits b. migration c. transhumance d. perception environnementale

Tableau 7. Indicateurs d'évaluation de la désertification

Type	Sous-type	Indicateur	Niveau d'application
Physique	Climat	a. indice d'aridité	L N
		b. variabilité des pluies	L N
		c. dépôt éolien et zones de déflexion	L N
		d. érosion éolienne potentielle (calculée)	L N
	Sol	a. croûte et compaction	L N
		b. salinisation/alcalinisation des sols	L N
		c. zones d'érosion aquatique	L N
		d. érosion aquatique potentielle (calculée)	L N
Biologique	Végétation	a. dégradation de la végétation (herbacée et ligneuse; calculée)	L N
		b. capacité de charge des parcours (calculée)	L N
		c. espèces de plantes désirables et indésirables	L N
Socio-économique	Facteurs humains	a. établissements humains	L N
		b. utilisation des sols	L N
		c. consommation de bois de feu (calculée)	L N
		d. état nutritionnel	L N
		e. migration	L N
		f. perception environnementale	L N

L = local; N = national

Source : Krugmann, H. 1996. Toward Improved Indicators to Measure Desertification and Monitor and Implementation of the Desertification Convention. In H. Hambly and T. Onweng Angura (eds.) *Grassroots Indicators for Desertification: Experience and Perspectives from Eastern and Southern Africa*. CRDI.

Chapitre Cinq

Orientations politiques

Dans ce chapitre sont résumés les principes fondamentaux qui permettront aux fonctionnaires responsables de l'attribution des licences et permis, de la planification et du suivi des activités des industries extractives, ainsi qu'aux ONG de l'environnement et aux dirigeants des industries extractives, de s'assurer que les activités d'exploration et d'exploitation, dans les zones arides et semi-arides, aient le moins d'impact possible sur l'environnement. Grâce à l'application de ces principes, les biens et services essentiels des écosystèmes seront conservés en vue du développement durable à long terme. Ces principes sont présentés dans trois sections : 5.1) Planification et gestion des ressources naturelles; 5.2) Politiques, législations et institutions; et 5.3) Suivi.

Dans chaque section, les principes sont organisés en fonction des institutions qui, habituellement, sont responsables de prendre les mesures proposées.

5.1 Planification et gestion des ressources naturelles

Les orientations suivantes sont proposées en vue d'alléger les effets des activités des industries extractives dans les zones arides et semi-arides, ainsi que leur influence négative sur les sociétés, influence qui peut contribuer à la dégradation et à la désertification des terres :

Les services chargés de l'attribution des permis et de la surveillance devraient :

- faire en sorte que les compagnies d'exploration et de production soient conscientes des dynamiques écologiques et sociales à proximité des sites avant de procéder à la mise en valeur;
- évaluer et approuver les résultats des études de base, des évaluations d'impact sur l'environnement et des plans de gestion de l'environnement.

En ce qui concerne l'environnement, les compagnies extractives devraient, à toutes les étapes de leurs activités :

- déterminer les sources et formes d'utilisation de l'eau; concevoir les systèmes d'approvisionnement de manière à optimiser la recharge de l'eau souterraine et à atténuer le plus possible les perturbations dans les eaux de surface, utiliser l'eau et éliminer les eaux usées de manière à protéger ces sources;
- atténuer le plus possible les risques de pollution et de contamination des sources d'eau en tenant dûment compte des niveaux naturels de qualité de l'eau;
- éviter les activités qui menacent d'abaisser la nappe phréatique et d'assécher ou de polluer les zones humides;

- étudier les variations saisonnières du point de vue de la qualité de l'air pour évaluer les impacts résultant des opérations minières et gazières/pétrolières;
- évaluer les impacts visuels généraux des sites de production miniers ou pétroliers et de leurs infrastructures;
- prendre soin de stocker et réutiliser la terre végétale enlevée durant les opérations;
- répertorier la gamme et la diversité de la flore à proximité des sites à mettre en valeur;
- prendre soin de conserver la végétation en limitant son enlèvement et en la reconstituant le plus vite possible à l'aide de plantes indigènes;
- ne pas mettre le feu et utiliser des protections pertinentes telles que des coupe-feux;
- évaluer la demande de bois de feu à proximité des sites et, le cas échéant, fournir suffisamment de bois de feu pour empêcher que la demande n'entraîne le déboisement;
- faire en sorte que la mise en valeur du site, y compris l'infrastructure telle que les oléoducs et les routes, ne perturbe pas les migrations diurnes ou saisonnières des animaux;
- contrôler la chasse, le braconnage et la consommation de viande de brousse par les ouvriers du chantier;
- protéger les ressources génétiques et les écosystèmes à proximité des sites de mise en valeur;
- ne mener des activités dans les aires protégées des catégories V et VI de l'UICN que :
 - a) si une étude d'impact sur l'environnement a été préparée et approuvée par les services gouvernementaux pertinents;
 - b) si des directives pratiques strictes sont en place afin de surveiller et d'adapter les activités pour éviter des impacts permanents sur l'habitat dans les aires protégées; et
 - c) s'il y a des assurances qu'après cessation des activités, l'entreprise prendra à sa charge le coût de toute restauration écologique nécessaire;
- faire en sorte que la dégradation des terres soit minimale par suite de contamination, perte de la structure du sol ou changement dans l'équilibre hydrologique (c'est-à-dire diminution de l'eau disponible pour l'irrigation ou élévation de la nappe phréatique entraînant la salinisation).

En ce qui concerne les conditions socio-culturelles, les compagnies d'exploitation devraient :

- respecter les communautés existantes et reconnaître leur identité ethnique et culturelle ainsi que leurs droits de planifier les activités associées au développement minier et pétrolier, à l'aide de techniques participatives avisées;
- respecter l'utilisation traditionnelle des terres, l'utilisation des ressources naturelles et les droits de propriété et/ou d'usufruit et, en consultation avec les organismes de planification publics et privés, tenir compte des utilisations et des droits dans les plans de développement économique et accords de compensation;

- donner aux chercheurs et enseignants accès aux sites archéologiques et tenir compte des coûts de conservation de ces sites pour promouvoir une meilleure compréhension des cultures anciennes et de leur histoire dans la région visée par le développement;
- respecter les pratiques traditionnelles et les mouvements de populations et de pasteurs nomades;
- agir avec équité et justice en matière d'emploi des populations locales dans les forces de travail; employer des ouvriers spécialisés locaux et, dans la mesure du possible, renforcer les capacités locales en assurant une formation appropriée;
- faire en sorte que les magasins gérés par la compagnie vendent des marchandises à des prix qui sont à la portée des populations locales;
- déterminer les risques sanitaires pour les ouvriers et les populations locales et prendre des mesures pour prévenir ou atténuer ces risques, notamment en élaborant des plans d'urgence;
- atténuer le plus possible les dangers de fonctionnement sur les sites et informer les travailleurs des risques de santé/accident;
- offrir des services d'éducation, de soins de santé et d'emplois à la population locale tout en garantissant un accès équitable à tous ces services;
- élaborer, en consultation avec la population locale, les plans et les moyens (par exemple fonds d'affectation spéciale) de soutenir l'amélioration de la qualité de vie des populations locales lorsque l'exploitation de la ressource aura cessé.

5.2 Politiques, législations et institutions

Pour que les activités de mise en valeur des industries extractives soient compatibles avec les besoins de maintien du «capital» naturel national et d'une utilisation durable, à long terme, des terres, il est essentiel que les gouvernements se dotent de politiques et de législations, ainsi que d'un cadre institutionnel efficace, selon les principes suivants :

Les services publics chargés d'attribuer les licences et les permis devraient :

- établir la liaison avec les organismes de planification et de protection de l'environnement pour faire en sorte que les activités de mise en valeur des industries extractives soient compatibles avec la protection de l'environnement et l'utilisation durable des terres;
- obliger les entreprises, comme condition préalable à l'octroi d'un permis ou d'une licence, à contracter une assurance pour fermeture imprévue et à mettre en place un fonds d'affectation spéciale pour couvrir les frais de restauration;
- encourager, le cas échéant, les mineurs artisanaux et autres populations locales à créer de petites compagnies et coopératives pour favoriser le développement économique local;

- demander aux industries extractives d'adopter un programme de «code de pratique» pour la protection de l'environnement durant l'exploration et les activités de reconnaissance;
- fournir des explications claires sur les responsabilités institutionnelles à chaque étape du processus d'octroi des permis et du suivi;
- faire la liaison avec les services gouvernementaux qui ont aussi la responsabilité de différents aspects de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles et de la conservation, ainsi qu'avec ceux qui sont responsables des besoins sociaux;
- faire en sorte qu'une évaluation stratégique de l'environnement indépendante soit commandée et menée en collaboration avec les services de planification et de gestion de l'environnement et des ressources naturelles avant de prendre la décision d'autoriser le développement d'une industrie extractive;
- veiller à ce que l'entreprise qui demande un permis ait réalisé une étude d'impact sur l'environnement comprenant une étude de référence des conditions environnementales et sociales et des mesures d'atténuation de tout impact, que cette étude d'impact ait suivi une procédure de consultation et d'évaluation publiques et que les résultats de cette consultation aient été examinés et intégrés dans l'étude finale d'impact sur l'environnement approuvée par le service responsable avant octroi d'une licence ou d'un permis;
- veiller à ce que des plans de gestion de l'environnement tenant compte des risques et décrivant des plans d'urgence aient été élaborés et approuvés avant octroi de licences ou de permis;
- veiller à ce que les intérêts des communautés locales soient protégés, à ce que les responsabilités sociales vis-à-vis de ces communautés soient claires, à ce que les communautés et autres acteurs pertinents soient conscients de ces responsabilités et droits et, le cas échéant, faciliter les négociations entre les entreprises et les communautés;
- faire en sorte que les communautés qui seraient touchées par les projets d'exploration et d'extraction proposés soient conscientes des activités proposées et qu'elles aient la possibilité de commenter les documents;
- réaliser des audits réguliers sur les activités de concession sous licence ou permis afin de garantir que les mesures d'atténuation sociales et environnementales soient appliquées et que les compagnies adhèrent au code de pratique convenu;
- examiner régulièrement la mise en œuvre des plans de gestion sur l'environnement et y apporter des changements au besoin;
- fournir un appui technique, des avis et une formation aux petites et moyennes entreprises minières et aux entreprises artisanales afin d'améliorer leur sensibilisation à l'environnement, à la gestion et aux questions sociales et leur capacité d'en tenir compte.

Les organismes de planification et de gestion des ressources naturelles et de l'environnement devraient :

- faire en sorte que les lois et politiques sur l'aménagement et l'occupation des sols soient compatibles avec les lois et politiques sur le développement minier et pétrolier et que ce dernier tienne compte des besoins de conservation;
- examiner et commenter les propositions d'exploration et/ou de reconnaissance pour le pétrole, le gaz ou les minerais dans leur pays;
- collaborer avec les organismes d'attribution des permis afin de soumettre les grands projets d'exploitation minière à une évaluation stratégique de l'environnement;
- faire en sorte que les demandeurs de licence ou de permis d'exploitation remplissent les exigences du gouvernement en matière d'aménagement des sols;
- faire en sorte que les compagnies qui demandent des licences ou des permis d'exploitation aient consulté les collectivités et les communautés locales et, au besoin, que des accords d'indemnisation adéquats aient été convenus;
- faire en sorte que des plans de gestion après exploitation, de remise en état ou restauration soient discutés avec les collectivités et les communautés locales et que toutes les parties acceptent les plans définitifs de gestion après exploitation;
- faire en sorte que les exigences juridiques de réalisation d'études d'impact sur l'environnement soient remplies;
- commenter et approuver le cahier des charges des études d'impact sur l'environnement; examiner et commenter et approuver les études d'impact qui ont été menées;
- commenter et approuver les plans de gestion de l'environnement;
- envisager l'application de normes appropriées pour la qualité de l'air en tenant compte des conditions naturelles prévalentes du point de vue de la poussière, dans les zones arides et semi-arides;
- faire en sorte que les ressources en eau soient protégées et utilisées durablement dans le cadre du développement proposé, en tenant compte de normes de prélèvement d'eau et de déversement, ainsi que de la disponibilité générale et de la qualité des eaux souterraines naturelles, dans les zones arides et semi-arides;
- s'efforcer d'éviter les conflits pour les ressources en eau entre la compagnie et les populations locales, y compris pour les besoins du bétail et de l'agriculture;
- faire en sorte que les ressources naturelles placées sous la responsabilité de différents services (forêts, pâturages, agriculture et zones humides, etc.) soient dûment protégées dans le cadre des activités proposées;
- faire en sorte que le développement d'industries extractives ne soit pas autorisé dans les catégories d'aires protégées les plus strictes (Catégories UICN I à IV) et que des mesures de protection appropriées soient en place lorsque les sites de développement sont limitrophes d'aires protégées, ou qu'ils soient maintenus dans des zones restreintes dans des aires moins strictement protégées.

5.3 Suivi

Il est crucial d'exercer un suivi des performances des industries extractives en fonction des procédures acceptées pour garantir que les détenteurs de licences ou de permis soient responsables de leurs actions. Les orientations suivantes s'adressent au gouvernement, à l'industrie et aux acteurs locaux qui sont considérés chacun à son titre, comme des partenaires importants pour le respect des obligations de suivi.

Les organismes publics chargés d'octroyer les licences et de réaliser le suivi devraient :

- créer une commission interagences ou un groupe directeur comprenant des représentants de tous les services pertinents, des détenteurs de licences/permis et autres acteurs afin de superviser les activités sous licence ou permis;
- définir des indicateurs de surveillance des impacts sur l'environnement, les structures sociales, la santé et la sécurité à différentes phases du projet, c'est-à-dire reconnaissance et exploration, appréciation, production et fonctionnement, fermeture et remise en état/restauration;
- lorsque l'information de référence est insuffisante, envisager de mener d'autres études pour compléter cette information;
- faire en sorte qu'un suivi régulier des conditions environnementales et sociales soit réalisé comme prévu dans le programme;
- faire en sorte que tous les rapports de suivi soient colligés et discutés;
- veiller à ce qu'un rapport annuel résumant les résultats des activités de suivi soit mis à la disposition du public.

Les industries extractives devraient :

- préparer et mettre en œuvre des politiques institutionnelles sur les aspects environnementaux et sociaux;
- établir un service responsable de la gestion des questions environnementales et sociales et doté des pouvoirs d'appliquer en pratique les plans de gestion de l'environnement;
- faire en sorte que les contractants, les sous-traitants et les fournisseurs soient conscients des politiques institutionnelles du point de vue environnemental et social et faire du respect de ces politiques une condition du contrat;
- informer et consulter les organismes publics locaux et les communautés lors de la demande de licences ou de permis et de l'application des activités approuvées, en expliquant le champ d'action des différentes activités à chaque étape et les perturbations qu'elles pourraient causer;
- en réalisant les études d'impact sur l'environnement requises, veiller tout particulièrement à collaborer avec les communautés et les responsables locaux lorsque les activités seront intrusives ou prolongées et lorsque la zone présente des sensibilités connues;

- préparer un plan de gestion de l'environnement avant le début de toute activité qui tienne compte de : la conservation et la réutilisation de la terre végétale; la réduction des poussières; la conservation et la réutilisation de l'eau; la gestion des déchets; la conservation de la biodiversité; les aires protégées; les relations avec les communautés locales et les populations autochtones; l'évaluation des risques et la planification d'urgence; ainsi que le démantèlement, la fermeture et la remise en état/restauration du site;
- respecter les droits locaux sur l'eau et essayer de répondre aux besoins des utilisateurs d'eau existants tels que les communautés locales, le bétail et l'agriculture (si l'eau est apportée de l'extérieur, il convient d'appliquer une stratégie stricte de conservation de l'eau);
- préparer des plans d'urgence conçus pour réagir à des changements dans les conditions;
- compte tenu des liens entre les émissions de gaz à effet de serre, les changements climatiques et la désertification, estimer les émissions potentielles de gaz à effet de serre par les activités et élaborer des mécanismes de réduction et/ou de compensation des émissions;
- faire en sorte que les droits de propriété et d'accès et l'utilisation des terres par les populations nomades, semi-nomades et sédentaires traditionnelles soient respectés et, au besoin, fournir des indemnités adéquates et équitables aux communautés locales et/ou aux propriétaires pour tout dommage et inconvénient résultant des opérations extractives.

Les ONG de l'environnement et du développement devraient :

- rassembler et diffuser des informations sur les aspects environnementaux et sociaux afin de mieux sensibiliser à des problèmes particuliers;
- participer à des comités d'acteurs, groupes directeurs, etc., et les soutenir;
- contribuer aux études et recherches sur l'environnement concernant des questions particulières de production minière et pétrolière dans les zones arides et semi-arides;
- renforcer les capacités des communautés locales de négocier avec les compagnies extractives.

Les communautés (sédentaires et mobiles), les organisations communautaires et autres acteurs locaux devraient :

- faire en sorte que des représentants des communautés siègent aux comités d'acteurs, groupes directeurs et groupes de surveillance;
- participer en ce qui concerne les questions de santé et de sécurité, ainsi que les plans d'urgence relatifs à l'exploration et à l'exploitation pétrolière, gazière et minière dans les zones voisines de celles où sont établies les communautés;
- soutenir la remise en état/restauration des sites après fermeture afin de garantir que les sites soient sans danger et en mesure de fournir les biens et services des écosystèmes.

Brève bibliographie

- Adams, R. and Adams, M. (1979) *Drylands: Man and Plants*. St. Martin's Press, New York.
- Allan, T. and Warren, A. (eds.) (1993) *Deserts – The Encroaching Wilderness*. A Mitchell Beazley World Conservation Atlas. Mitchell Beazley and IUCN – The World Conservation Union. London.
- African Development Bank and African Development Fund (1995) *Environmental Guidelines for Mining Projects*. ADB and ADF.
- Department of Minerals and Energy (1996) *Guidelines for Mining in Arid Environments*. Perth, Australia.
- Department of Minerals and Energy (1998a) *Guidelines on the Development of an Operating Manual for Tailings Storage*. Perth, Australia.
- Department of Minerals and Energy (1998b) *Guidelines to Help You Get Environmental Approval for Mining*. Perth, Australia.
- E&P Forum and UNEP (1997) *Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production*. UNEP IE/PAC Technical report 37, E&P Forum Report 2.72/254.
- E&P Forum (1997) *Principles for Impact Assessment: The Environmental and Social Dimension*.
- Harsh, L.N. and Tewari, J.C. (1993) Sand dune stabilization, shelterbelts and silvi-pastoral plantation in dry zones. In A.K. Sen and Amal Kar (eds.). *Desertification in Thar, Sahara and Sahel Regions*. Scientific Publishers, Jodhpur, pp. 269-279.
- Hassan Hassan and Dregne, H.E. (1997) *Natural Habitats and Ecosystems Management in Drylands: An Overview*. World Bank, Land Water and Natural Habitats Division.
- IUCN (1991) *Oil Exploration in the Tropics: Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN and E&P Forum (1993a) *Oil and Gas Exploration and Production in Arctic and Sub-arctic Onshore Regions – Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN and E&P Forum (1993b) *Oil and Gas Exploration and Production in Mangrove Areas – Guidelines for Environmental Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Mainguet, M. (1994) *Desertification: Natural Background and Human Mismanagement*. 2nd edition Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Marcus, J.J. (ed.) (1997) *Mining Environmental Handbook*. Imperial College Press.
- McPhail, K. and A. Davy. (1998) *Integrating Social Concerns into Private Sector Decision-making. A Review of Corporate Practices in the Mining, Oil and Gas Sectors*. World Bank Discussion Paper 384 World Bank, Washington D.C.
- Middleton, N. and Thomas, D. (eds.) (1997) *World Atlas of Desertification*. 2nd edition. UNEP. Arnold, London.
- Pirot, J-Y, Meynell, P.J. and Elder, D. (2000) *Ecosystem Management: Lessons from Around the World. A Guide for Development and Conservation Practitioners*. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Rosenfeld, A.B. Gordon, D.L. and Guerin-McManus, M. (1997) *Reinventing the Well: Approaches to Minimizing the Environmental and Social Impact of Oil Development in the Tropics*. Conservation International.
- Squires, V.R. and Sidahmed, A.E. (eds.) (1998) *Drylands – Sustainable use of rangelands into the twenty-first century*. IFAD, Rome, Italy.
- World Bank (1998) *Sourcebook Update - Environmental Assessment of Mining Projects*. World Bank, Washington D.C.
- World Bank (1991) *Environmental Source Book. Volume 3: Guidelines for Environmental Assessment of Energy and Industry projects*. World Bank Technical Paper 154. Washington, D.C.

Acronymes

BNUS	Bureau de la lutte contre la désertification et la sécheresse
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
DMA	Drainage minier acide
EIE	Étude d'impact sur l'environnement
ESE	Étude stratégique de l'environnement
ICME	Conseil international des métaux et de l'environnement (International Council on Metals and the Environment)
ICMM	International Council on Mining and Metals
IPIECA	Association de l'industrie pétrolière internationale pour la conservation de l'environnement (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association)
OGP	Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz (International Association of Oil and Gas Producers)
ONG	Organisation non gouvernementale
PGE	Plan de gestion de l'environnement
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SMDD	Sommet mondial pour le développement durable
UICN	Union mondiale pour la nature
UNCCD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique (United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa)
UNESCO	Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WWF	Fonds mondial pour la nature (World Wide Fund for Nature)

Lexique

Aquifère	Formation, groupe de formations ou partie d'une formation contenant suffisamment de matières perméables saturées pour restituer des quantités d'eau importantes vers les puits et les sources afin que cette unité ait une valeur économique en tant que source d'eau dans la région
Aride	Rapport entre les précipitations et le taux d'évapotranspiration potentielle 0,05-0,20°; précipitations 50 à 200 mm en hiver, 100 à 300 mm en été; végétation clairsemée : arbustes ligneux, succulentes, graminées; pâturage et irrigation mais pas de cultures pluviales
Assèchement	Abaissement de la nappe phréatique
Badlands	Zones de peu de valeur économique, voire aucune, généralement dépourvues de végétation, avec des sols escarpés et un mauvais accès; souvent ravinnées par l'érosion
Boue de forage	Fluide spécial composé d'un mélange d'argile, d'eau et de substances chimiques qui est pompé dans un puits durant les opérations de forage afin de lubrifier le système, retirer les déblais de forage et contrôler la pression
Brûlage en torchère	Brûlage contrôlé, dans l'atmosphère, des gaz combustibles en surplus
Cône alluvial	Formé lorsque des cours d'eau descendent des montagnes dans des gorges profondes jusqu'aux plaines en aval et déposent des matières rocheuses
Déblais de forage	Fragments de roche détruite par le trépan et remontés à la surface dans la boue de forage
Dégradé	Résultat de la réduction ou de la perte de productivité biologique ou économique des terres
Désertification	Le terme «désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines» — comme défini au Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 et adopté par la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)
Eau produite	Eau provenant d'un réservoir pétrolifère naturel et qui est séparée du pétrole et du gaz dans l'usine de production
Érosion	Désintégration progressive de la surface du sol par météorisation chimique ou physique
Évapotranspiration	Somme de la perte d'eau dans les plantes et le sol mesurée sur une zone spécifique
Exploitation par longue taille	Exploitation minière souterraine lorsque l'on crée des entrées ou des coupes autour d'un bloc important qui est finalement entièrement excavé, ce qui provoque la subsidence de la surface
Exploitation placer	Exploitation minière des gisements de sable et de gravier pour leur contenu minéral
Flottage	Type de concentration de certains minéraux dans la gangue en fonction de leur réaction de surface différente aux produits chimiques flocculants; un agent réactif est utilisé pour adhérer au minéral ciblé qui remonte ensuite en haut de la cellule de flottage avec de l'air injecté, où on peut alors le récupérer

Galerie montante ou remontée/chute ou cheminée	Ouverture rectangulaire ou cylindrique profondément inclinée qui sert à la ventilation ou au convoyage du minerai, des mineurs ou de l'équipement; la pente est généralement de 45° mais peut aller jusqu'à 90°
Gangue	Roche entourant un minéral ou une pierre précieuse dans son état naturel
Gradins	Sorte de terrasses naturelles ou artificielles; dans une mine à ciel ouvert, des gradins sont formés lorsque des couches successives sont enlevées; les gradins sont aussi des structures de sécurité qui retiennent toute roche détachée qui commencerait à rouler sur les flancs d'une mine à ciel ouvert
Hyperaride	Rapport entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle $<0,05^\circ$; pluviosité <50 mm en hiver, <100 mm en été; peu, voire aucune végétation; véritable désert climatique comme le Sahara, l'Atacama (UNEP 1992, <i>World Atlas of Desertification</i>)
Lixiviat	Substance chimique utilisée pour la lixiviation <i>in situ</i> de minerais tels que l'uranium et le cuivre. Un lixiviat peut être acide, basique ou neutre et peut contenir des oxydants
Lixiviation	Passage lent d'un solvant à travers une couche de matière poreuse ou broyée afin d'extraire les éléments précieux; par exemple, l'or peut être extrait par lixiviation en tas d'un minerai poreux ou de déblais pulvérisés
Métal	Matière qui a une réflectivité et une conductivité élevées et peut normalement se déformer plastiquement; le mot se rapporte aussi aux éléments métalliques lorsque ceux-ci sont associés à d'autres éléments pour former des composés non métalliques tels que des sels ou des oxydes
Mine à ciel ouvert	Mine de surface telle qu'une carrière, ouverte à la lumière du jour
Minéral	Substance produite par un processus de nature minérale; se rapporte souvent à d'autres substances obtenues par exploitation minière, telles que l'ambre ou le charbon
Mort-terrain	Roche et sol enlevés avant l'exploitation minière
Parcours	Terre où la végétation convient au pâturage du bétail mais qui est trop aride pour la culture
Pavage désertique	Couche supérieure de pierres angulaires couvrant les surfaces désertiques; la poussière qui retombe sur ces pierres est lessivée sous la surface
Placer	Dépôt alluvial de sable et de gravier contenant des métaux précieux tels que l'or, l'étain, etc.
Playa	Dépression où l'eau de pluie peut s'accumuler (également lac ou bassin sec). Habituellement plate et sans végétation; l'eau peut persister plusieurs semaines après les pluies
Production	Phase de l'industrie du pétrole qui amène les fluides du puits à la surface et les sépare et où l'on stocke, jauge et prépare en général le produit pour l'oléoduc
Raffinage	Purification d'une matière ou d'un métal impur entreprise pour obtenir un métal pur ou un mélange qui a des propriétés particulières
Remise en état	Rétablissement d'une partie de la productivité, de la structure, de la fonction et des processus de l'écosystème d'origine
Résidu	Déchet rocheux finement broyé : matériel rejeté par une usine de traitement lorsque les minerais récupérables ont été extraits

Restauration de l'écosystème	Restauration de la structure, des fonctions et processus de l'écosystème d'origine
Ruissellement	Partie de la précipitation qui ruisselle à la surface au lieu de s'y infiltrer
Salinisation	Accumulation de sel dans le sol et l'eau au point d'entraîner la dégradation et d'empêcher la croissance des plantes; elle peut être causée par l'irrigation lorsque les sels apportés par l'eau perdurent dans le sol au moment où l'eau s'évapore
Savane	Type de prairie généralement ponctuée d'arbres, avec une saison humide et une saison sèche et des feux naturels fréquents, typique des régions subtropicales, en particulier en Afrique
Sécheresse	Phénomène naturel qui se produit lorsque les précipitations sont bien au-dessous des niveaux normaux enregistrés, ce qui entraîne des déséquilibres hydriques graves qui affectent défavorablement les systèmes de production des terres
Semi-aride	Rapport entre les précipitations et l'évapotranspiration 0,20-0,50°; précipitations de 200 à 500 mm en hiver, 300 à 600 mm en été; parcours, arbustes et savanes avec pâturage et quelques cultures pluviales
Sous-sol	Le sol qui se trouve au-dessous de la terre végétale; compacté avec peu ou pas du tout de matière organique
Subhumide sec	Rapport entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle 0,50-0,65°; précipitations >500 mm en hiver, 600-1200 mm en été; parcours, savanes et zones boisées, agriculture pluviale et pâturage
Terre végétale	La couche superficielle du sol, riche en humus et autre matériel organique vivant et mort; a généralement une structure meuble et friable
Terres arides	Zones où les précipitations annuelles sont faibles, où il y a de longues périodes de chaleur, une humidité relative basse et un taux d'évaporation élevé; ce terme recouvre les zones classées hyperarides, arides, semi-arides et subhumides sèches; ces zones d'aridité sont délimitées d'après un indice d'aridité, lequel est déterminé par le rapport entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle
Transhumance	Migration saisonnière du bétail vers des pâturages exploitables
Transpiration	Perte de vapeur d'eau par les plantes
Trou de forage	Trou dans lequel un explosif a été placé pour être explosé et servir ainsi de source d'énergie pour l'activité sismique
Usine de concentration/ concentrateur/ usine de traitement	Installation de surface pour le traitement du minerai qui permet la récupération et l'extraction des métaux ou la concentration de minéraux précieux pour la fonte et le raffinage
Vernis désertique	Patine de surface, fine et de couleur sombre, formée par conjugaison du lessivage du fer et du manganèse des roches sous-jacentes et de la poussière et de l'action des lichens et des bactéries
Vibroséis	Technique de reconnaissance sismique dans laquelle on utilise de grands véhicules dotés de plaques vibrantes pour produire les ondes de choc

Annexe 1. Exploitation minière : méthodes, procédés, émissions et résidus

Éléments, minerais et produits finaux	Méthodologies minières et infrastructures	Procédés	Résidus et émissions	Impacts possibles sur l'environnement
Aluminium (Al)				
Obtenu de la bauxite; différents grades d'alumine et leurs produits fondus selon leur degré de pureté chimique, par ex. aluminium métallique, trihydrate d'aluminium et alun	Raffinage ou fusion, généralement, l'implantation du site industriel est éloignée de la mine dans un endroit qui convient au transport en vrac, où il y a de l'électricité naturelle bon marché (p. ex. hydroélectricité)	Concassage, digestion, NaOH à chaud, clarification, précipitation, calcination et fusion	Résidus initialement à 800°C, soude caustique, fer, argiles altérées, SO ₂ , et cyanure	Augmentation de la demande énergétique dans la région, impact du transport en vrac et barrages de retenue des résidus miniers
Or (Au)				
Source majeure: veines de quartz; autres sources: placers et dépôts disséminés; de l'or de qualité variable est utilisé par différentes industries (y compris des sous-produits de l'exploitation du cuivre)	Mines profondes, exploitations à ciel ouvert, exploitation hydraulique des gisements de surface, lixiviation en tas au mercure, dragage de dépôts alluviaux à partir de barges	Lixiviation au cyanure (produits de substitution possibles: thiourée, thiosulfate, brome, chlore, iodure); le mercure réagit avec l'or, le produit est chauffé et le mercure s'évapore laissant l'or pur	Cyanure, complexes métal-cyanure, vapeurs de mercure	Dégradation des sols, pollution de l'atmosphère, du sol, des sédiments et de l'eau par des produits chimiques toxiques
Argent (Ag)				
Se trouve dans des minerais sulfurés; produit secondaire obtenu lors de d'exploitation minière du cuivre, du zinc et du plomb	Exploitation de surface, en profondeur et expérimentale	Cyanuration, élution, électro-extraction du zinc, concassage, flottage, frittage et fusion	Exhaures, stériles, résidus de roche, solutions chimiques de procédés, résidus solides	Contamination des sols, des eaux de surface et souterraines
Plomb/zinc (Pb/Zn)				
Généralement extraits du même gisement; minerais de type sulfures, oxydes et silicates	Exploitations : à ciel ouvert, à grand tonnage, rapides et peu coûteuses; abattage des veines/ gisements	Broyage <i>in situ</i> , concassage, flottage, frittage et fusion	Exhaures, stériles, résidus de roche et résidus solides; contamination par métaux lourds associés	Exploitation à ciel ouvert, destruction des sols à grande échelle, bruit, poussière, etc. et drainage minier acide
Fer (Fe)				
Minerais: goethite, hématite et magnétite; nombreuses utilisations industrielles	Grandes exploitations à ciel ouvert, quelques mines souterraines	Concassage, séparation magnétique, flottage, agrégation et hauts-fourneaux	Exhaures, stériles, résidus de roche et résidus solides	Mise en œuvre d'une grande exploitation à ciel ouvert, transport en vrac, drainage minier acide

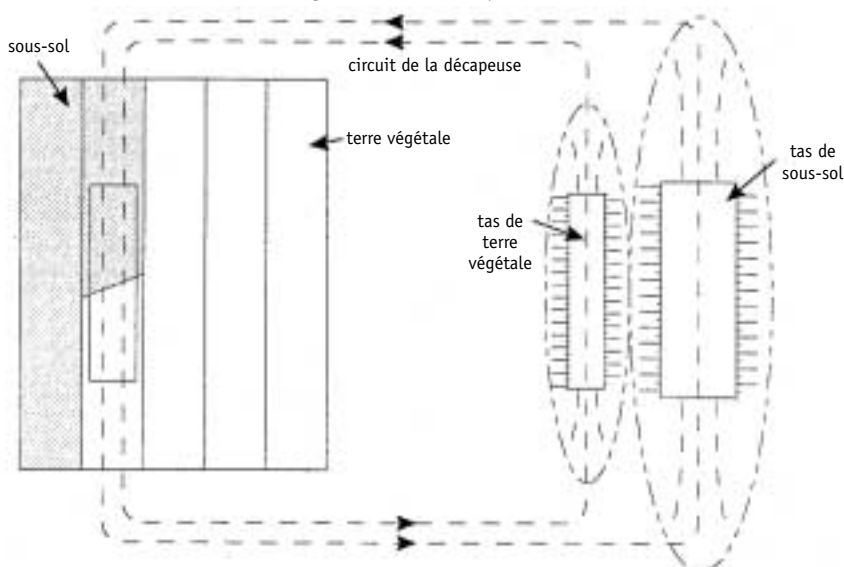
Éléments, minerais et produits finaux	Méthodologies minières et infrastructures	Procédés	Résidus et émissions	Impacts possibles sur l'environnement
Cuivre (Cu)				
Teneurs (%) faibles dans des minerais sulfurés, oxydés et carbonatés. Utilisé dans des alliages, des peintures et plaquages électrolytiques	Mines à ciel ouvert à très grande échelle	Concassage, flottage et fusion; lixiviation acide, extraction solvant/électrolyse; précipitation ferrique/fusion	Exhaures, stériles, résidus de roche, résidus solides, solutions usées de lixiviation	Mise en œuvre d'une grande exploitation à ciel ouvert, transport en vrac, bruit, poussière, contamination des sols et des sédiments
Sable				
Les silicates s'utilisent dans diverses industries de la chimie à la construction	Exploitation en carrières de surface	Concassage, lavage pour éliminer les particules fines, classification, puis assèchement et purification par lixiviation et séchage	Stériles, résidus de roche, résidus solides, solutions usées de lixiviation	Transport en vrac, élimination des solutions chimiques et des résidus solides fins
Diamants				
Minerai de carbone formé à haute pression; utilisé en joaillerie, polissage et pour le forage	Gisements: placer, mines en profondeur (kimberlite)	Récupération des pierres sur des tables de triage	Parcs à résidus avec et sans barrage, solutions de lixiviation	Pointes de forage usagées
Sel				
	Injection souterraine d'eau dans les gisements de sel ou d'halites, extraction de la saumure suivie d'évaporation ou transport vers une usine chimique Extraction de sel solide dans des chambres/piliers, par forage, coupage ou dynamitage	Les saumures sont soit séchées, soit transportées directement vers des usines de traitement (production de composés chimiques, notamment de chlore/alcali) Exploitation du sel: concassage, triage (élimination des résidus fins) et ensachement	Résidus fins	Affaissement des sols de surface dû à l'excavation des saumures <i>in situ</i>
Borax				
Minerais complexes de borates dans les lacs temporaires et dépôts d'évaporites; utilisé en céramique et en médecine; les borates sont principalement exploités pour le bore	Exploitation souterraine de chambres et de piliers; équipement classique et haveuse-shortwall; parfois extraction en phase liquide ou exploitation de surface	Extraction, concassage, triage et transformation chimique	Eaux contaminées des parc à résidus	Problèmes de transport en vrac

Éléments, minerais et produits finaux	Méthodologies minières et infrastructures	Procédés	Résidus et émissions	Impacts possibles sur l'environnement
Charbon				
Différentes qualités de charbon allant des bitumes à l'anhracite; utilisé dans l'industrie chimique et pour la production d'énergie	Mines à ciel ouvert ou en profondeur	Exploitation minière, triage, lavage, flottage et transformation chimique pour éliminer la cendre et le soufre avant traitement thermique, concassage et classification	Terrils et parcs à résidus importants, eaux d'exhaure, barrage de retenue des résidus miniers	Affaissement des sols de surface dû à l'exploitation, exhaures, gaz souterrains libérés
Phosphate				
	Mines de surface	Lavage pour éliminer les stériles, flottage et séchage pour obtenir de la roche phosphatée; concentré liquide utilisé pour obtenir divers acides phosphoriques et le diammonium de phosphate	Argiles et terres de l'étape de lavage; parc à résidus; sable pour le remblayage des zones décapées; eaux usées (gypso-phosphorées)	Transport en vrac et contamination des eaux de surface et profondes due aux fuites des barrages de retenue des parcs à résidus
Uranium				
Présent dans la plupart des types de roches et en particulier dans les roches ignées et sédimentaires	Exploitation ou lixiviation acide (parfois <i>in situ</i> lorsque les dépôts sont perméables (par ex. les grès)	Traitement primaire à la mine (concassage, digestion acide, extraction par solvant, précipitation et séchage). Transport en vrac à l'usine de traitement : re-dissolution, décomposition thermique et fusion pour obtenir de l'uranium métallique et un résidu de MgF_2 ; enrichissement et calcination pour obtenir UO_2	Pointes de forage et résidus de MgF_2	Dégradation générale des sols autour de la mine, transport et élimination de déchets radioactifs

Annexe 2. Techniques de prélèvement de la terre végétale

- Dans la mesure du possible, il importe de conserver des cordons de végétation qui serviront de tampon.
- La terre végétale doit être réutilisée le plus vite possible dans les limites pratiques.
- Il faut prévoir un enlèvement progressif de la terre végétale pour pouvoir la replacer directement sur les zones à restaurer après exploitation. Avec une planification soigneuse, cette technique peut atténuer fortement les coûts de manutention.
- Constituer les tas près des emplacements probables de réutilisation. S'assurer qu'ils ne soient pas isolés et que d'autres activités ne les rendent pas inaccessibles; veiller à ce qu'ils ne puissent pas être contaminés.
- Dans la mesure du possible, la terre végétale et le sous-sol ne doivent être ni enlevés, ni remis en place s'ils sont humides ou très secs. En général, un contenu humide correspondant à 15-20 % de la capacité de rétention d'eau est optimal pour le déplacement de sol.
- Lorsque la végétation de surface est empilée en cordons, une proportion importante de la terre végétale aride et semi-aride, dont la quantité est limitée, peut être perdue durant les opérations de défrichement. Afin d'atténuer le plus possible la perte de terre végétale précieuse, les bulldozers peuvent être équipés de dessoucheuses avec lesquelles on dispose la végétation ligneuse et les racines en cordons sans enlever le sol.
- Lorsqu'on peut s'en procurer, les décapeuses sont les instruments d'enlèvement de terre végétale les plus efficaces. Il convient de planifier le circuit suivi par les décapeuses pour atténuer le plus possible le compactage de la terre végétale (figure 10).

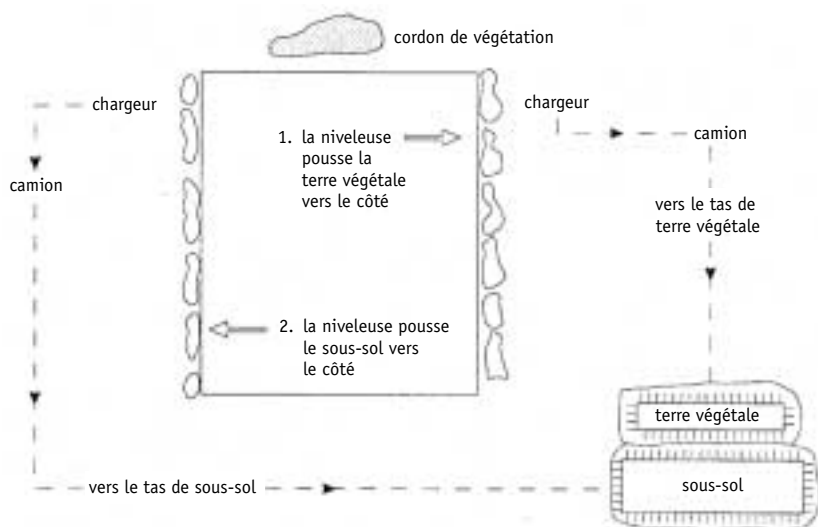
Figure 10. Prélèvement de la terre végétale avec décapeuse



Source : Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

- Lorsqu'on utilise des décapeuses, des chargeurs et des camions, on peut éviter le compactage produit par d'autres engins lourds si les décapeuses poussent la terre végétale sur les côtés de la zone à dégager où elle sera chargée sur les camions. On peut aussi utiliser d'autres routes pour avoir accès aux tas de terre végétale et de sous-sol (figure 11).

Figure 11. Prélèvement de la terre végétale sans décapeuse



Source : Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

- La terre végétale et le sous-sol doivent être empilés en tas séparés. Afin d'éviter le compactage et la rupture de la structure du sol et de la viabilité biologique, les tas de terre végétale ne doivent pas dépasser 1 mètre de haut. Ceux de sous-sol peuvent mesurer n'importe quelle hauteur. Lorsqu'il n'y a qu'une petite quantité de terre végétale, elle peut être empilée en tas peu profonds auxquels on donne une forme de vague pour maximiser l'aération.
- Lorsque le tas de terre végétale est terminé, on peut, avec une dent, le percer sur toute sa profondeur afin de faciliter l'aération, le drainage et la pénétration des racines. La remise en végétation naturelle doit être encouragée pour maintenir la viabilité des organismes et propagules du sol, ainsi que pour prévenir l'érosion éolienne et aquatique.
- Bien que les tas de terre végétale puissent devenir source de poussière fugitive dans des conditions venteuses de saison sèche, il ne faut pas essayer de supprimer la poussière en les arrosant : l'eau, même peu salée, entraînerait une accumulation de sel qui réduirait fortement la valeur de cette ressource pour la remise en végétation. Si l'on estime probable que les tas resteront longtemps au même endroit ou qu'ils causeront une poussière excessive, on peut les recouvrir d'une légère couche de gravier de rivière ou de semences d'herbes ou d'espèces de couverture indigènes locales.

Annexe 3. Technologies de bioremédiation

- La bioventilation est un procédé qui consiste à aérer les sols pour stimuler l'activité biologique *in situ* et favoriser la bioremédiation.
- L'ajout de nitrates est un procédé qui consiste à ajouter des nitrates pouvant agir en tant qu'accepteur d'électron de remplacement, lorsque la concentration d'oxygène est pauvre ou négligeable, pour encourager la bioremédiation.
- L'ajout de peroxyde d'hydrogène consiste à injecter du peroxyde d'hydrogène pour servir de source d'oxygène afin de surmonter les conditions anaérobies et de stimuler l'activité biologique *in situ* et ainsi d'encourager la bioremédiation.

La biorégénération des sols est un ensemble de techniques bien établies qui consiste à épandre de l'huile et des débris sur un terrain où l'huile est biodégradée par des micro-organismes. Lorsque l'huile est dégradée, le sol peut entretenir une grande diversité de plantes, y compris des arbres et des plantes herbacées.

Pour que l'huile subisse le processus de biodégradation, elle doit en premier lieu être mélangée à un substrat humide. Trois années peuvent être nécessaires pour que la majeure partie de l'huile soit décomposée, mais cette période peut souvent être raccourcie par un procédé d'aération et l'application d'engrais. Cependant, la biorégénération des sols nécessite beaucoup d'eau et son utilisation peut donc être limitée dans des conditions arides.

La biorégénération des sols nécessite aussi une vaste superficie et il est également probable qu'elle n'est applicable qu'à des déversements limités. Pour bien faire, le terrain choisi devrait être imperméable, de peu de valeur et situé suffisamment loin des apports d'eau potable. Pour la contamination de surface, on peut maintenir un apport suffisant d'oxygène par labourage. La profondeur du labourage est limitée à environ 40 cm. Si la zone de contamination est plus profonde, il faudra recourir à d'autres types de technologies, y compris la bioventilation, le compostage et les biopiles. Tout cela nécessite une aération par apport extérieur d'air forcé.

La biodégradation des sols fortement météorisés et contaminés par le pétrole est souvent très lente. Cela provient de problèmes de gradients d'oxygène, d'eau et d'autres matières nutritives. La structure du sol et la quantité de pétrole et de résidus de pétrole peut en outre entraver le transfert de matières nutritives essentielles vers les communautés microbiennes autochtones capables de dégrader les polluants en question. Dans ce cas, les méthodes de bioremédiation *ex situ* telles que les biopiles sont peut-être plus judicieuses. Dans ce procédé, les sols contaminés par les boues sont excavés et placés sur une base imperméable afin de former une pile. La pile est construite de manière à permettre une bioremédiation aérobie par aération via des conduites perforées connectées à un ventilateur, une pompe à vide ou une pompe barométrique. Souvent, les biopiles sont construites avec un système de collecte des lixiviats pour ajout d'humidité. Les matières nutritives peuvent être directement ajoutées au lixiviat pour une distribution uniforme.

Annexe 4. Étapes de préparation d'un plan de gestion des déchets

Étape 1 : Accord de l'administration — Il faut commencer par obtenir l'accord et l'appui de l'administration pour le plan. L'administration doit avoir connaissance du calendrier et de la portée du plan. Le but du plan doit être établi avec des objectifs mesurables pour chaque objectif.

Étape 2 : Définition de la zone — Description de la zone géographique et des activités.

Étape 3 : Identification des déchets — Le personnel des opérations devrait identifier tous les déchets générés dans la zone définie pour chaque activité. Une brève description devrait être préparée pour chaque type de déchet (sources, composants, contenu en eau, contenu en huile, volume et stabilité).

Étape 4 : Analyse des règlements — Les législations et réglementations internationales, régionales et nationales doivent être passées en revue afin de déterminer les pratiques de gestion pertinentes. Les cas où les réglementations ne définissent pas suffisamment les besoins de gestion doivent être identifiés.

Étape 5 : Catégorisation des déchets — Les propriétés physiques, chimiques et toxicologiques de chaque type de déchet doivent être identifiées au moyen de Fiches descriptives sur la sécurité des matières, d'informations des fabricants, de connaissance des procédés, d'informations historiques et d'analyses de laboratoire. Les déchets peuvent être groupés selon les risques pour la santé et l'environnement.

Étape 6 : Évaluation de la gestion des déchets et solutions d'élimination — Les solutions de gestion des déchets pour chaque type de déchet doivent être rassemblées et ces options révisées par le personnel des opérations pertinent et l'administration. L'évaluation doit comprendre des considérations environnementales et établir l'emplacement, les limites en matière d'ingénierie, les restrictions réglementaires, la faisabilité pratique, la rentabilité et les responsabilités éventuelles à long terme.

Étape 7 : Diminution des déchets — Il convient d'évaluer le volume de déchets, la réduction de la toxicité, le recyclage et la récupération. Le plan de gestion des déchets doit être révisé pour refléter toute pratique de diminution des déchets appliquée.

Étape 8 : Choix des pratiques préférables de gestion des déchets — Les meilleures pratiques pour l'opération en particulier et son emplacement doivent être choisies. Il faut envisager l'analyse du cycle biologique, y compris l'utilisation, le stockage, le traitement, le transport et l'élimination.

Étape 9 : Application du plan de gestion des déchets — Les options de gestion et d'élimination des déchets pour chaque type de déchet doivent être rassemblées en un plan de gestion des déchets complet.

Étape 10 : Révision du plan et mise à jour — Un plan de gestion des déchets efficace est un processus permanent. Il doit être révisé dès que de nouvelles pratiques de gestion ou possibilités sont identifiées. Une procédure d'examen et de mise à jour doit être établie et les pratiques modifiées de manière à refléter les changements de technologies, de besoins et de règlements.

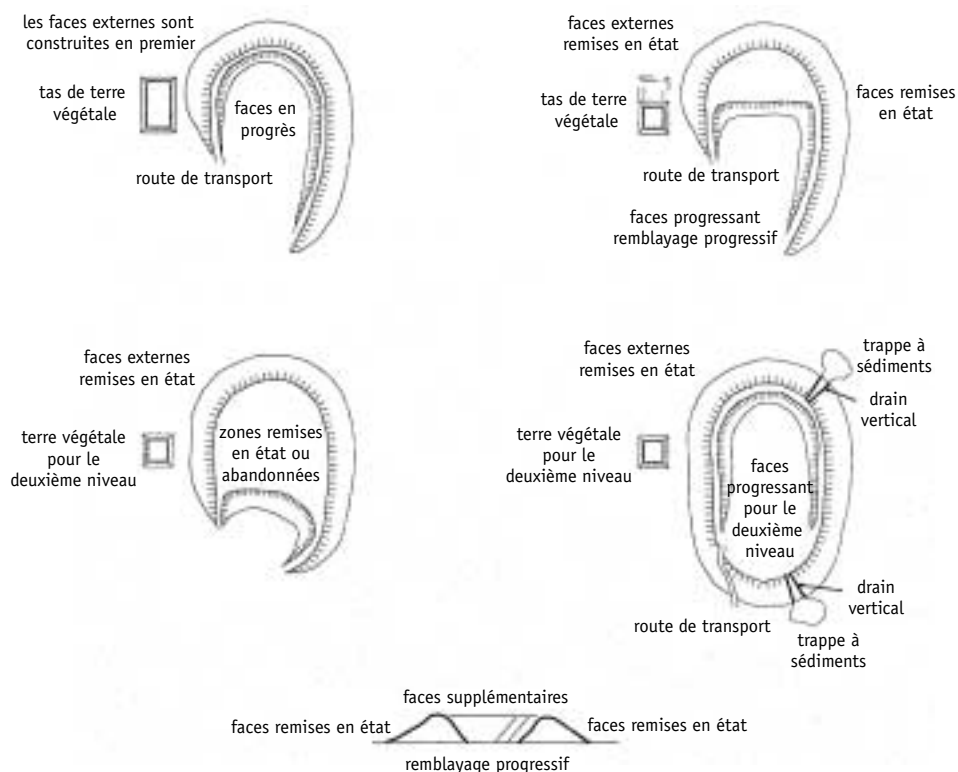
Source : E&P Forum. 1993. *Waste Management Guidelines*.

Annexe 5. Construction d'un parc à résidus

Dans la construction d'un parc à résidus, il convient de tenir compte de trois aspects environnementaux importants : la maîtrise de l'érosion; le confinement des contaminants; et les aspects paysagers et visuels. La première étape consiste à déterminer le volume approximatif des matériaux à éliminer, ainsi que la zone disponible pour ce faire. Cette démarche permettra de définir la forme et les dimensions du parc. Dans les zones arides et semi-arides, la maîtrise de l'érosion et le drainage sont essentiels si l'on veut prévenir les dommages, la dégradation des sols et la libération de contaminants durant les phénomènes de précipitations, en particulier, lorsqu'il risque d'y avoir des exhaures de formations rocheuses acides ou une libération de métaux et d'autres substances polluantes (figure 12).

Il est généralement plus rentable de construire le parc final à mesure que les résidus sont éliminés plutôt que de devoir manipuler deux fois de grandes quantités de matières et de risquer de manquer d'espace. Une des techniques éprouvées consiste à construire à mesure que l'on déverse les résidus.

Figure 12. Construction d'un parc à résidus en vue d'une restauration progressive



Source : Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

- Construire le fruit faisant face à l'extérieur en commençant par déverser les résidus sur un à deux tiers des limites, ce qui laisse place pour une éventuelle expansion.
- Afin de maîtriser le drainage durant les précipitations, les buttes doivent être également inclinées vers l'intérieur du parc à résidus et une petite digue doit être construite le long du bord externe pour limiter le débordement.
- Les drains d'abaissement doivent être creusés à partir des tas de stériles pour s'assurer qu'ils se trouvent au-dessous de la pente de déversement après placement de la roche. Les bords doivent être construits de manière à diriger le ruissellement dans le drain. Pour prévenir l'érosion du drain lui-même, les parois du canal doivent être doublées de roches, de treillis fermement ancré, de vieilles courroies de transmission, de demi-tuyaux ou de conduites de béton.
- Dès que la face externe est terminée, la restauration doit commencer pour réduire le temps de stockage de la terre végétale. Le remblayage progressif peut se poursuivre sur la face intérieure de la butte. Lorsque le parc est totalement remblayé, on peut, éventuellement, commencer un deuxième niveau.

Enrochement de protection : lorsqu'on dispose de roches résistantes à l'érosion, on peut les utiliser pour protéger des secteurs extrêmement sensibles à l'érosion ou chimiquement dangereux du parc à résidus. Lorsqu'on pratique l'enrochement de protection, les pentes faisant face à l'extérieur peuvent en général être plus inclinées sans toutefois dépasser 30 degrés, en fonction des caractéristiques géotechniques des résidus.

Scarifiage des courbes de niveau : dans les milieux arides, la structure des sols doit résister au compactage (en particulier dans la zone d'enracinement), favoriser la filtration et la lixiviation des sols et être en mesure de retenir l'eau des précipitations et du ruissellement. Pour la plupart des mines de grande taille, le scarifiage des courbes de niveau est recommandé de la manière suivante :

- le scarifiage se fait à profondeur adéquate pour greffer la couche de terre végétale ou de sous-sol sur les résidus sous-jacents;
- sur les pentes, les lignes de scarification doivent être situées sur les courbes de niveau. Le scarifiage des courbes de niveau est difficile au-delà de 14 degrés et généralement impossible au-delà de 20 degrés.

Le festonnage : cette technique convient sur des pentes plus abruptes (entre 15 et 27 degrés) et fait appel à des diguettes qui s'entrecroisent ou à des poussées de matières à la pelle dont la taille correspond à la pente, aux résidus et aux engins disponibles (figure 13). Le festonnage améliore la structure du sol, réduit l'érosion aquatique et éolienne et permet de créer des micro-bassins versants qui servent de niches où la végétation peut s'établir. Pour que le festonnage soit efficace, plusieurs conditions doivent être remplies :

- la construction des festons doit commencer au pied de la pente et progresser vers l'extérieur et vers la crête;

- chaque nouveau sillon doit être pratiqué à proximité du précédent et décalé de 50% pour bloquer le réseau de diguettes ensemble;
- il peut être nécessaire de construire des diguettes de courbe de niveau continues sur les longues pentes pour empêcher l'érosion de toute la face.

S'il est construit correctement et remis en végétation ou protégé, le parc à résidus ne devrait pas nécessiter d'entretien et devrait pouvoir résister aux forces d'érosion naturelle.

Confinement des polluants : les exhaures de formations rocheuses acides, les métaux et les contaminants provenant des résidus peuvent avoir des effets graves et persistants sur la végétation et l'eau. Dans les milieux arides, il est possible que ces problèmes n'apparaissent pas avant plusieurs années. Si la caractérisation des résidus identifie un problème potentiel, les mesures suivantes doivent être prises :

- poursuite de la caractérisation par des essais statiques;
- évaluation rigoureuse de la stabilité, du drainage et des systèmes de couverture des sites d'élimination de résidus et propositions de remise en état/restauration;
- plans de suivi et de gestion pour empêcher des effets adverses durant et après le projet;
- mesures pour atténuer les risques de pollution dans les eaux de surface ou souterraines, y compris le contrôle des sources, le contrôle du cheminement et la remédiation au récepteur.

Figure 13. Le festonnage

monticules environ à 8 m les uns des autres et 1,5 m de profondeur longueur D-9 et hauteur de la lame



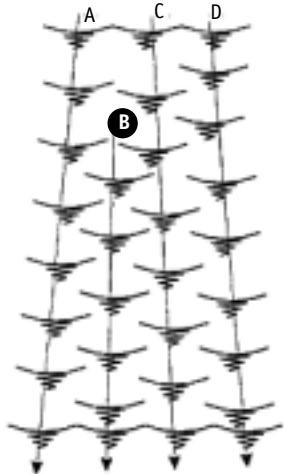
juste :
érosion dans les cratères
emboîtés avec un cordon
continu le long du pied



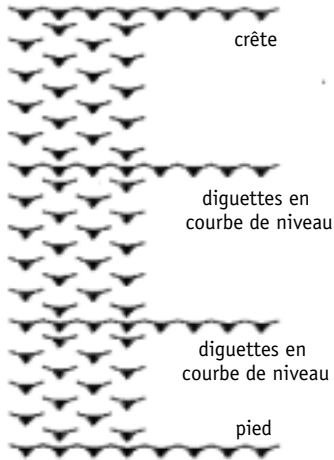
faux :
l'érosion a lieu
entre les cratères sur
toute la pente



pente incurvée : le petit sillon B
«lie» le festonnage



festonnage sur pente longue montrant
des diguettes en courbe de niveau
pour un meilleur contrôle



Source : Department of Minerals and Energy, Western Australia. 1996. *Guidelines for Mining in Arid Environments*.

Annexe 6. Organisations principales

Organisation	Adresse	Adresse du site Web
Association de l'industrie pétrolière internationale pour la conservation de l'environnement (IPIECA)	2nd Floor, Monmouth House, 87-93 Westbourne Grove, London W2 4UL Tél.: 44 (0) 207 221 2026 Téléc.: 44 (0) 207 229 4948	www.ipieca.org
Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz (OGP); anc. Forum E&P	25/28 Old Burlington Street, London W1S 3AN, United Kingdom Tél.: 44 (0)20 7292 0600 Téléc.: 44 (0)20 7434 3721	www.ogp.org.uk
Banque mondiale (Mining and Industry Unit and Dryland Management/Combating Desertification Thematic Group)	1818 H Street, NW Washington, DC 20433 USA Tél.: (202) 473-1000 Téléc.: (202) 477-6391	www.worldbank.org
Centre de recherches pour le développement international (CRDI)	PO Box 8500, Ottawa, ON K1G 3H9, Canada Tél.: 1 (613) 236 6163	www.idrc.ca
Centre for Energy, Petroleum and Mineral Law and Policy (affilié à l'université de Dundee)	CEPMLP, University of Dundee, Dundee, DD1 4HN, Scotland Tél.: 44 (0)1382 344300 Téléc.: 44 (0)1382 322578	www.dundee.ac.uk
Centre for Sustainable Development	Centre for Sustainable Development, University of Westminster, 35 Marylebone Road, London, NW1 5LS Tél.: 020 7911 5000 Téléc.: 020 7911 5057	www.wmin.ac.uk/cfsd
Centre international de commerce et de développement durable (ICTSD)	Maison internationale de l'environnement Chemin des Anémones 13, 1219 Châtelaine, Genève, Suisse Tél.: (41-22) 917-8492 Téléc.: (41-22) 917-8093	www.ictsd.org
Club du Sahel	2, rue André Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France Tél.: 33 1 45 24 82 00	www.oecd.org/sah
Conservation International	1919 M Street, NW Suite 600, Washington, DC 20036 USA Tél.: (202) 912-1000	www.conservation.org
Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification	Secretariat UNCCD, P.O. Box 260129, Haus Carstanjen, D-53153 Bonn, Allemagne Tél.: (49 228) 815 2802 Téléc.: (49 228) 815 2898/99	www.unccd.int/main.php

Desert Research Institute (DRI)	Northern Nevada Science Center, 2215 Raggio Parkway, Reno, Nevada 89512, USA Tél.: (775) 673 7300	www.dri.edu
Fonds mondial pour la nature (WWF)	Avenue du Mont-Blanc, 1196 Gland, Suisse Tél.: 41 22 364 91 11	www.panda.org
Forum des ressources minérales	c/o CNUCED, Palais des Nations, Bâtiment E, Genève, Suisse Tél.: 41-22-907-1234	www.mineralresourcesforum.org
Global Mining Initiative	Global Mining Initiative c/o 6, St. James's Square, London SW1Y 4LD Tél.: 44 (0) 207753 2273	www.globalmining.com
Industrial Development Organisation	Vienna International Centre P.O. Box 300, A-1400 Vienne, Autriche Tél.: 43 (1) 26026-0 Téléc.: 43 (1) 2692669	www.unido.org
Institut international pour l'environnement et le développement (IIED)	3 Endsleigh Street, London WC1 0DD Tél.: 44 (0) 207 388 2117 Téléc.: 44 (0) 207 388 2826	www.iied.org
Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA)	IEMA, St. Nicholas House, 70 Newport, Lincoln LN1 3DP Tél.: 44 (0)1522 540069 Téléc.: 44 (0)1522 540090	www.iema.net
International Arid Lands Consortium (IALC)	1955 E. 6th St, Tucson, AZ 85719 USA Tél.: 520-621-3024; Téléc.: 520-621-7834	www.ag.arizona.edu/OALS/IALC/Home.html
International Association of Impact Assessment	1330 23rd Street South, Fargo, ND, 58103 USA Tél.: 701-297-7908; Téléc.: 701-297-7917	www.iaia.org
International Council on Mining and Metals (ICMM)	International Council on Mining and Metals, 3rd Floor, 19 Stratford Place, London W1C 1BQ Tél.: 44 (0) 20 7290 4920	www.icmm.com
International Network for Environmental Management (INEM)	Osterstrasse 58, 20259, Hamburg, Germany Tél.: 49-40-4907-1600 Téléc.: 49-40-4907-1601	www.inem.org
Mineral and Energy Policy Centre	7th Floor, Block 9, 200 Hans Strijdom Drive, Randburg South Africa Tél.: 27 (0) 11 709 4665 Téléc.: 27 (0) 11 709 4595	www.mepc.org.za
Mineral Industry Research Organisation (MIRO)	1 City Square, Leeds, Yorkshire LS1 2ES, UK Tél.: 44 (0) 113 300 2040 Téléc.: 44 (0) 113 300 2640	www.miro.co.uk

Mineral Information Institute	501 Violet Street, Golden, CO 80401, USA Tél.: 303/277-9190 Téléc.: 303/277-9198	www.mii.org/recl.html
Mineral Policy Institute	PO Box 89, Erskineville, NSW 2043, Australia Tél.: (61 2) 9557 9019 Téléc.: (61 2) 9557 9822	www.mpi.org
Mining and Energy Research Network (Warwick University Business School)	Warwick Business School, The University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, UK Tél.: 44 (0)24 7652 4306 Téléc.: 44 (0) 24 7652 3719	www.users.wbs.ac.uk/group/mern
Mining Minerals and Sustainable Development	1A Doughty Street, London, WC1N 2PH Tél.: 44 (0) 20 7269-1630 Téléc.: 44 (0) 20 7831-6189	www.iied.org/mmsd
Organisation de développement et de coopération économiques (OCDE)	2, rue André Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France Tél.: 33 1-45-24-82-00	www.oecd.org
Programme des Nations Unies pour le développement, Bureau de lutte contre la désertification et la sécheresse (BNUS)	304 East 45th Street, New York NY 10017 USA Tél.: 1 212 906 6497 Téléc.: 1 212 806 6345	www.undp.org
Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)	United Nations Avenue, Gigiri, PO Box 30552, Nairobi, Kenya Tél.: 254 2 621234 Téléc.: 254 2 624489/90	www.unep.org
Réseau international des ONG sur la désertification (RIOD)	4837 Rue Boyer, Suite 250 Montréal, Québec, Canada H2J 3E6 Tél.: (514) 522-6077 Téléc.: (514) 522-2370	www.riodccd.org
Société financière internationale (SFI)	2121 Pennsylvania Ave. NW, Washington, DC 20433 USA Tél.: 202-473-0725 Téléc.: 202-974-4323	www.ifc.org/mining
Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN)	UICN – Union mondiale pour la nature Siège, rue Mauverney 28, Gland, 1196, Suisse Tél.: 41 (22) 999-0000 Téléc.: 41 (22) 999-0002	www.iucn.org
World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)	160 rue de Florissant, CH-1231, Conches, Genève, Suisse Tél.: 41 22 839 3100 Téléc.: 41 22 839 3131	www.wbcds.ch

Annexe 7. Information sur différents sites Web

Centre for Arid Zone Studies (CAZS), Université du pays de Galles

http://www.cazs.bangor.ac.uk/english/intro_e.html

Le centre a été établi, dans un premier temps, afin de promouvoir un développement agricole et forestier intégré dans les zones arides et semi-arides et de fournir des innovations technologiques et scientifiques afin d'améliorer l'attribution et la gestion des ressources naturelles.

Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)

<http://www.unccd.int/publicinfo/factsheets/menu.php>

Liens vers plusieurs fiches descriptives sur la désertification: les causes, les conséquences et les mesures pour lutter contre la désertification dans diverses régions.

Desert Research Foundation of Namibia (DRFN)

<http://www.drfn.org.na/siteMap.html>

La DRFN est un centre pour les études sur les terres arides qui réalise et facilite des travaux de recherche pertinents, participatifs et appliqués, à court et à long terme, sur l'environnement. La liste des publications est disponible sous forme imprimée sur demande à la DRFN. Les publications ont surtout trait à la gestion de l'eau, mais il y a quelques documents de recherche sur les indicateurs de la désertification et la protection biologique.

Desert Research Institute (DRI), Nevada

<http://www.dri.edu>

Le DRI réalise des travaux de recherche fondamentale et appliquée sur l'environnement concernant les zones arides à l'échelle locale, nationale et internationale.

Fonds international de développement agricole (FIDA)

<http://www.ifad.org/pub/cat/cat.html>

Catalogue d'ouvrages et de brochures sur la désertification, notamment: Tackling land degradation and desertification et Drylands: A Call to Action.

Institut international pour l'environnement et le développement (IIED), Drylands Development Programme

<http://www.iied.org/drylands/index.html>

Information sur les sites relatifs à la désertification et liens vers ces sites. On peut télécharger des documents sur les terres arides. L'accent est mis sur l'Afrique et la gestion des ressources naturelles ainsi que les questions de régime foncier.

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas

<http://www.cricyt.edu.ar/INSTITUTOS/iadiza>

IADIZA conduit des activités de recherche et développement dans cinq domaines fondamentaux avec l'objectif ultime de restaurer et d'assurer le développement durable des zones arides; le site est en espagnol.

International Arid Lands Consortium (IALC)

<http://ag.arizona.edu/OALS/IALC/links/desert.html>

Liens vers plusieurs sites sur la désertification et la sécheresse.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

<http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en>

Base de données avec moteur de recherche par thème, date de publication et titre. Il y a des publications sur tous les aspects de la désertification, l'agriculture, la sylviculture, la gestion des sols et de l'eau et le développement durable dans les zones arides. On trouvera des liens vers des sites Web nationaux concernant la désertification et une base de données avec moteur de recherche pour des liens vers d'autres sites relatifs à la désertification.

Exploration et reconnaissance

Forum des ressources minérales

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalforum/csr/practices.htm>

Le site contient des lignes directrices sur les meilleures pratiques pour l'exploration, y compris un code de pratique sur l'établissement de rapports et sur la gestion de l'environnement. Environmental Management Programme for Exploration. Annexe aux Lignes directrices de Berlin (2002).

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

Exploration et restauration des sites miniers.

Appréciation et étude de faisabilité

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuels sur les EIE et la planification minière pour la protection de l'environnement issus du Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Des copies imprimées sont disponibles sur demande à Environment Australia.

Forum des ressources minérales

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalforum/csr/practices.htm>

Le site propose des liens vers des lignes directrices sur les meilleures pratiques pour l'approbation et l'évaluation. Guidelines to Help Get Environmental Approval for Mining Projects in Western Australia. Annexe aux Lignes directrices de Berlin (2002).

Western Australia Department of Minerals and Energy

Guidelines for Mining Project Approval in Western Australia (H) et Environmental Assessment Processes for Petroleum Activities in Western Australia (D).

Opérations minières

Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD)

<http://www.ebrd.com/enviro/index.htm>

La BERD a élaboré un ensemble de lignes directrices sous-sectorielles sur l'environnement pour aider les bureaux de crédit/investissement des institutions financières locales et autres experts qui ne sont pas du domaine de l'environnement. Elles sont conçues pour permettre d'identifier les risques écologiques majeurs, des mesures de gestion importantes et des aspects essentiels de diligence requise en matière d'environnement. Les lignes directrices sur le secteur minier concernent le traitement du charbon et des métaux ainsi que les activités minières (à ciel ouvert et souterraines).

Banque mondiale

<http://www.worldbank.org>

Lignes directrices sectorielles contenues dans Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH) pour l'exploitation de métaux et de minerais de base ainsi que l'exploitation et la production du charbon. Lignes directrices supplémentaires disponibles sur les mines souterraines et à ciel ouvert et la concentration.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/minerals/generalforum/csrpractices.htm>

Affilié au PNUÉ. Souscription au groupe de discussion électronique sur les mines et l'environnement. Différents liens vers des lignes directrices pour de meilleures pratiques dans le développement et la construction de mines, l'exploitation, le traitement, la gestion des résidus et des déchets et le drainage minier acide.

International Council on Mining and Metals

<http://www.icmm.com>

Études de cas sur les pratiques environnementales dans les procédés métallurgiques/minéraux. Peut être téléchargé.

Mining and Energy Research Network (Warwick University Business School)

<http://users.wbs.warwick.ac.uk/ccu/mern/publications.htm>

Collection de publications (documents de travail) disponibles sur commande (non téléchargeables). Quelques études de cas sur le Ghana, le Brésil, l'Afrique du Sud.

Production de pétrole

Association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement

<http://www.ipieca.org/publications/biodiversity.html>

Liens vers des publications sur des questions relatives à la biodiversité y compris The Oil Industry: Operating in Sensitive Environments (IPIECA/E&P Forum), Biodiversity and the Petroleum Industry, et plusieurs études de cas sur la gestion de l'environnement et la protection durant les activités d'exploration et de production pétrolière.

Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz

<http://www.ogp.org.uk/publications/index.html>

Publications générales sur la gestion environnementale en matière d'exploration et de production pétrolière et gazière. Lignes directrices environnementales sur: Operating in sensitive environments; Oil and Gas Exploration and Production in Arctic and Subarctic Onshore Regions - Guidelines for Environmental Protection.

Banque mondiale

<http://wbln0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/Docs/TOC>

Lignes directrices sectorielles contenues dans Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH) pour le développement pétrolier et gazier.

Center for Environmental Leadership in Business

www.cwlb.org/ebi.html

Energy and Biodiversity Initiative — élaboration d'outils et de lignes directrices pour intégrer la biodiversité dans le développement pétrolier et gazier. Elle se compose de quatre groupes de travail qui s'intéressent, entre autres choses, à l'identification et l'application de meilleures pratiques techniques et de gestion; aux indicateurs de performance pour mesurer les effets du développement pétrolier et gazier sur la biodiversité et aux critères permettant de décider si l'on peut entreprendre des activités minières dans des milieux fragiles.

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

Notes d'orientation sur les considérations environnementales pour les installations de pompage.

PNUE (Département des affaires économiques et sociales)

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/index.htm>

Ce document concerne la conduite et les résultats de la Table ronde de Berlin sur les mines et l'environnement qui a eu lieu du 22 au 26 novembre 1999.

Société financière internationale (SFI)

<http://www.ifc.org/ogc/publications.htm>

Un certain nombre de publications choisies (documents de travail, documents techniques, manuels et documents d'évaluation) sur le pétrole et le gaz.

Western Australian Department of Mineral and Petroleum Resources

<http://www.mpr.wa.gov.au/prodserv/pub/index.html>

Lignes directrices pour la gestion environnementale dans le cadre d'opérations pétrolières sur terre et offshore.

Besoins généraux des sites opérationnels

Forum des ressources minérales

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalforum/csr/practices.htm>

Liens vers un certain nombre de directives sur les meilleures pratiques pour les besoins des sites miniers, y compris le contrôle sanitaire et la sécurité, le bruit et les poussières, la mise en place de coupe-feu et les codes de pratique pour les carrières.

Démantèlement et remise en état/restauration

Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz

<http://www.ogp.org.uk/publications/index.html>

Publications générales sur le démantèlement, la remédiation et lignes directrices sur la remise en état pour l'exploration et la production sur terre.

Australian Institute of Petroleum (AIP)

http://www.aip.com.au/pdf/Publist_2001.pdf

La liste des publications contient des références au traitement et stockage du pétrole et de l'huile, y compris à la manutention et au transport des produits en toute sécurité.

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuels sur la restauration issus du Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

Forum des ressources minérales

<http://www.natural-resources.org/minerals/generalforum/csr/practices.htm>

Plusieurs liens vers des lignes directrices de meilleures pratiques concernant la fermeture/le démantèlement de mines. Également Environmental Aspects of Mine Closure. Annexe aux Lignes directrices de Berlin (2002).

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

Notes d'orientation sur des considérations environnementales lors du démantèlement des installations.

Mineral Information Institute

www.mii.org/recl.html

Le site s'intéresse à la restauration. Plusieurs études de cas sont données sur des projets réussis de restauration pour différents types de minéraux et types de sols. L'accent est mis sur l'information concernant les mines américaines pour les enseignants et les écoles.

PNUE

http://www.mineralresourcesforum.org/docs/pdfs/abandoned_report.pdf

Ce rapport résume les discours et discussions du premier Atelier panaméricain sur les mines abandonnées qui a eu lieu à Santiago, Chili, le 18 juin 2001.

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

Publications sur l'exploration, la restauration des sites d'exploration, d'autres formes de remise en état et la gestion post-exploitation.

Western Australia Department of Minerals and Energy

www.dme.wa.gov.au and <http://www.mpr.wa.gov.au>

Mine Rehabilitation Handbook. À demander à Australian Industry Mining Council.

Organismes de gestion de l'environnement et des ressources naturelles

Australasian Institute of Mining and Metallurgy

<http://www.ausimm.com.au>

Pas de lignes directrices sur l'environnement mais de bons liens vers les sites australiens relatifs aux mines et à l'environnement (instituts, compagnies, organismes gouvernementaux).

Chamber of Minerals and Energy of Western Australia

<http://www.mineralswa.asn.au/~cmeenpu/page3.html#use>

Code of practice for Exploration in Environmentally Sensitive Areas, disponible sur ce site.

Environment Australia Online

www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining

Les représentants de l'industrie minière australienne et d'Environment Australia collaborent pour rassembler et présenter des informations sur différents sujets qui illustrent et expliquent les meilleures pratiques de gestion de l'environnement dans l'industrie minière australienne. L'information est publiée sous forme de collection de brochures, sous le titre de Best Practice Environmental Management in Mining Program (BPEM). Les manuels de BPEM sont utiles et sont un matériel de référence intéressant pour encourager, aider et orienter tous les secteurs des industries des ressources vers la réalisation du développement durable.

Environmental Mining Council of British Columbia

<http://www.miningwatch.org/emcbc>

Le site propose des liens vers 10 modules de «Mining and the Environment Primer».

Minerals Council of Australia

<http://www.minerals.org.au/defaultx.html>

Les publications ne concernent que les minéraux. Il n'y a rien sur les procédés d'exploitation. Exemple d'un cadre industriel pour améliorer la gestion de l'environnement. De bons liens vers les sites relatifs aux mines des conseils/chambres d'État des minéraux, associations industrielles, ministères d'État et fédéraux et organismes pédagogiques d'Australie. Il y a aussi quelques liens internationaux concernant les mines.

Namibian Ministry of Mines and Energy

<http://www.mme.gov.na>

Les publications disponibles sont des livres blancs, règlements et plans.

Nevada Bureau of Mines and Geology

<http://www.nbmj.unr.edu>

Publications téléchargeables, toutes très techniques.

New South Wales Department of Mineral Resources

<http://www.minerals.nsw.gov.au>

Énumère plusieurs documents sur les meilleures pratiques environnementales et documents de référence à demander aux conseils des mines australiens et organismes publics.

Northern Territory Department of Business, Industry and Resource Development (Mines and Energy)

<http://www.dme.nt.gov.au>

Queensland Environmental Protection Agency

<http://www.epa.qld.gov.au>

Des lignes directrices sont disponibles mais aucune n'est consacrée aux zones arides. Il y a également un lien vers des fiches descriptives sur les mines et l'environnement, y compris la préparation d'une SIE et de codes de respect de l'environnement. Bons liens vers des sites universitaires, pédagogiques, gouvernementaux et miniers et pétroliers en Australie.

South African Chamber of Mines

<http://www.bullion.org.za>

Le site contient des informations sur les mines et l'environnement, y compris les procès-verbaux de conférences sur les mines, l'environnement et le développement durable.

South African Department of Minerals and Energy Affairs

<http://www.dme.gov.za>

Uniquement des lignes directrices sur la sécurité (prévention des explosions, etc.).

United States Bureau of Land Management

<http://www.blm.gov/nhp>

Documentation sur l'acquisition et les droits de passage.

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

Liens vers plusieurs lignes directrices sur la gestion environnementale dans les mines. Peut-être téléchargé. Couvre l'étude d'impact, les cadres réglementaires, les systèmes de gestion de l'environnement et les rapports de remise en état et préparation de rapports d'audit.

Western Australian Department of Environmental Protection

www.environ.wa.gov.au

Contient des demandes de permis d'exploration, des rapports et examens des opérations minières et des concessions.

Western Australian Department of Mineral and Petroleum Resources

www.dme.wa.gov.au and <http://www.mpr.wa.gov.au>

Lignes directrices pour l'exploitation minière dans les milieux arides. Contient des publications téléchargeables sur la gestion environnementale par les exploitations pétrolières et minières, y compris «Guidelines for mineral exploitation and mining within conservation reserves and other environmentally sensitive lands in Western Australia».

Secteur privé : industrie minière et pétrolière

Compagnies internationales et grandes compagnies nationales

Anglo American Plc

<http://www.angloamericanco.uk/social/shereport.asp>

Rapport annuel sur la santé, la sécurité et l'environnement qui contient quelques sections pertinentes ainsi que des études de cas. Voir en particulier l'étude de cas Namakwasands pour la remise en état de zones arides.

BP Plc

<http://www.bp.com>

Rapports annuels sur l'environnement et les aspects sociaux avec études de cas. Également lignes directrices sur les rapports concernant les performances environnementales. Section concernant l'utilisation des ESE mais sans lien particulier pour les zones arides.

Caltex

<http://www.caltex.com>

Code de pratique pour la gestion des huiles usées en Nouvelle-Zélande.

Chevron Texaco Corporation

<http://www.chevron.com>; see also <http://www.chevrontexaco.com>

Donne quelques détails sur le programme «Responsible Care» (Guiding Principles and Code of Practice).

Enterprise Oil Plc

<http://www.entoil.com/>; info now available on <http://www.shell.com/entoil>

Récemment acquis par Shell Plc. Dernières publications sur le site Shell - Environmental Reviews; case studies (climate change).

Kennecott Minerals Company (KMC)

www.kennecottminerals.com

Donne quelques exemples de meilleures pratiques en matière de remise en état mais ne concerne pas spécifiquement les zones arides.

Minera Escondida

<http://www.escondida.cl/english/enviromental.htm>

Donne de brèves descriptions de types de procédures environnementales utilisées pour l'exploitation du cuivre dans le désert de l'Atacama.

Mobil

<http://www2.exxonmobil.com>

Les publications concernent les rapports sur la sécurité, la santé et l'environnement (annuels) et les rapports sur Valdez et autres opérations de nettoyage des marées noires.

Rio Tinto

www.riotinto.com

Fiches descriptives (PDF) sur les mines et l'environnement. Études sociales et environnementales annuelles.

Santos Limited

<http://www.santos.com.au/v1/default.asp>; suivre le lien "Responsibilities" vers le site sur l'environnement

Lien vers plusieurs manuels spécialisés dans l'environnement y compris «The Arid Zone Field Environmental Handbook».

Shell International Ltd.

<http://www.shell.com>

Rapports annuels qui illustrent la reconnaissance par Shell des problèmes environnementaux et sociaux.

Mines artisanales

Assistance technique aux petites exploitations minières (ATPEM)

<http://www.projekt-consult.de/atpem>

Fournit une étude de cas sur la normalisation du secteur des petites exploitations minières à Madagascar.

Banque mondiale

<http://www.worldbank.org/html/fpd/mining/index.htm>

Consultative Group on Artisanal and Small Scale Mining Development.

Communities and Small-Scale Mining (CASM)

<http://www.casmsite.org>

Ce site contient un centre d'information avec différentes bases de données vivantes. La base de données communautaires permet de trouver des personnes qui ont des intérêts ou des expériences semblables ou une expertise particulière. La base de données bibliographiques aide à trouver ce qui a été écrit sur les mineurs artisanaux et petits mineurs depuis 10 à 20 ans et fournit des liens vers des documents en ligne ainsi que des documents historiques et non publiés importants qui seront stockés et peuvent être téléchargés à partir d'un dépositaire en ligne.

Forum des ressources minérales — Small-Scale Mining (MRF-SSM)

<http://www.natural-resources.org/minerals/smscalemining/index.htm>

MRF-SSM est une sous-section du Forum des ressources minérales et un centre de connaissance en ligne créé et géré par la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED) à Genève. La sous-section sur les petites mines couvre la gamme de problèmes relatifs aux mines artisanales et aux petites mines, y compris les problèmes environnementaux, de santé et de sécurité, les femmes et les enfants, les questions d'organisation, techniques et financières, les règlements et la réforme juridique. Les nouvelles et les pages documentaires sont particulièrement intéressantes et fournissent des liens directs vers des comptes rendus et des documents importants actuels.

Groupe de la Banque mondiale

<http://www.worldbank.org>

Résumé des procès-verbaux de la Table ronde internationale sur les mines artisanales organisée par la Banque mondiale à Washington du 17 au 19 mai 1995. Département de l'industrie et de l'énergie, Occasional Paper No. 6, Ed. Mamadou Barry, avril 1996. Les procès-verbaux comprennent des séances sur les questions relatives à l'environnement, la santé et la sécurité; des questions relatives à l'organisation, aux aspects sociaux et à la participation des femmes; des questions techniques et financières; et des questions juridiques et réglementaires.

Institut international pour l'environnement et le développement (IIED) Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) Research and Consultation Project
http://www.iied.org/mmsd/activities/small_scale_mining.html

Liens vers les résultats de recherche, y compris un rapport mondial, des mandats communs pour des études de pays et des études de pays pour l'Afrique australe (Malawi, Mozambique, Afrique du Sud, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe); l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Ghana et Mali); l'Amérique du Sud (Bolivie, Brésil, Équateur, Pérou); et l'Asie-Pacifique (Chine, Inde, Indonésie, Philippines, Papouasie-Nouvelle-Guinée). Les comptes rendus et rapports d'ateliers des réunions du Chili et de Londres sont également disponibles.

Southern African Network for Training and Research on the Environment (SANTREN) Small-Scale Mining Group

<http://www.und.ac.za/und/geog/ssm/intro.html>

Le rôle du Small-Scale Mining Group est de réviser les impacts des petites exploitations minières dans certains pays de la SADC et de mettre au point des cours de brève durée conçus pour des groupes cibles spécifiques. Certains des documents sont disponibles sur le site notamment: Establishing Training Guidelines on Environmental Protection and Management for Small-Scale Mining in Zimbabwe. Souligne les principes de base qui devraient être incorporés dans les lignes directrices de gestion sur l'environnement pour les petites exploitations minières.

Banques et organismes de financement

Banque africaine de développement (BafD)
www.afdb.org

Banque asiatique de développement (BASD)
<http://www.adb.org>.

Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD)
<http://www.ebrd.com>

La BERD a élaboré un ensemble de lignes directrices sous-sectorielles sur l'environnement pour aider les bureaux de crédit/investissement des institutions financières locales et autres experts qui ne sont pas du domaine de l'environnement. Elles sont conçues pour permettre d'identifier les risques majeurs en matière d'environnement, des mesures de gestion importantes et des aspects essentiels de diligence requise en matière d'environnement. Les lignes directrices sur le secteur minier concernent le traitement du charbon et des métaux ainsi que les activités minières (à ciel ouvert et souterraines).

Banque interaméricaine de développement
<http://www.iadb.org>

Banque mondiale (Société financière internationale)
<http://www.ifc.org>

La SFI utilise toutes les lignes directrices environnementales contenues dans Pollution Prevention and Abatement Handbook (PPAH). Celles-ci couvrent, entre autres choses, l'exploitation de base des métaux et du minerai de fer, l'exploitation et la production du charbon et le développement pétrolier et gazier (à terre). Elle utilise aussi les lignes directrices de la Banque mondiale sur les mines souterraines et à ciel ouvert et la concentration.

Development Bank of Southern Africa (DBSA)
<http://www.dbsa.org/PrivateSector/PrivateSectormaster.htm>

Universités et instituts de recherche

Colorado School of Mines
<http://www.mines.edu>

Desert Research Foundation of Namibia

<http://www.drfn.org.na/siteMap.html>

Le DRFN est un centre pour les études sur les terres arides qui réalise et facilite des travaux de recherche pertinents, participatifs et appliqués, à court et à long terme, sur l'environnement. La liste des publications est disponible sous forme imprimée sur demande à la DRFN. Les publications ont surtout trait à la gestion de l'eau, mais il y a quelques documents de recherche sur les indicateurs de la désertification et la protection biologique

Desert Research Institute, Nevada

<http://www.dri.edu>

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas

<http://www.cricyt.edu.ar/INSTITUTOS/iadiza>

IADIZA conduit des activités de recherche et développement dans cinq domaines fondamentaux avec l'objectif ultime de restaurer et d'assurer le développement durable des zones arides; le site est en espagnol.

South Dakota School of Mines and Technology

<http://www.sdsmt.edu>

Western Australian School of Mines

<http://www.kalg.curtin.edu.au/about/wasm.html>

Institutions internationales et régionales :

Organisations intergouvernementales

Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique (CESAP)

<http://unescap.org>

Une gamme de publications disponibles sur commande à la CESAP: Mineral Resource Assessment, Development and Management; Mineral Concentrations and Hydrocarbon Accumulations.

Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED)

<http://www.unctad.org>

Département des Nations Unies de coopération technique pour le développement

www.un.org/esa

Ces lignes directrices concernent: le développement durable et les mines; les cadres réglementaires; la gestion de l'environnement; les entreprises bénévoles; la consultation communautaire et le développement; et s'appliquent à toutes les étapes des opérations minières à savoir: exploration; fonctionnement; démantèlement et fermeture et remise en état; et comprennent une section sur les petites exploitations minières et les exploitations artisanales.

Fonds international pour le développement agricole

<http://www.ifad.org/governance/index.htm>

Publications sur la lutte contre la dégradation des terres et la désertification.

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)

<http://www.unido.org>

Publications sur le développement industriel et la gestion de l'environnement. Rien ne concerne les mines; une étude de cas sur les mines et la protection de l'environnement en Chine.

Programme des Nations Unies pour le développement

Bureau de lutte contre la désertification et la sécheresse (BNUS)

<http://www.undp.org/seed/unso>

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) – Division de technologie, industrie et économie

<http://www.uneptie.org>

Ce site contient un lien vers les publications sur les mines et l'environnement. Ces matériaux fournissent des informations sur les moyens de relever les défis environnementaux et sur des pratiques technologiques plus propres qui contribuent à une prise de décision et des procédures plus écologiquement avisées.

Conventions internationales

Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination

<http://www.unep.ch/basel/index.html>

Lignes directrices sur l'application de la Convention et formulaires de notification des mouvements. Liens vers les organismes des Nations Unies, les ministères nationaux de l'environnement, des ONG et autres sites relatifs au transport, au stockage et à l'élimination des déchets dangereux.

Convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)

<http://www.wcmc.org.uk/cms>

Convention sur la diversité biologique (CDB)

<http://www.biodiv.org>

Convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière

<http://www.unece.org/env/eia/eia.htm>

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)

<http://www.cites.org>

Publications sur l'application de la Convention et liens vers des sites et organisations qui intéressent la Convention.

Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux

<http://www.unece.org/env/water/pdf/watercon.pdf>

Convention sur les effets transfrontières des accidents industriels

<http://sedac.ciesin.org/pidb/texts/industrial.accidents.1992.html>

Convention internationale sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures

<http://sedac.ciesin.org/pidb/texts/oil.pollution.preparedness.1990.html>

Convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale

<http://www.ramsar.org>

Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD)

<http://www.unccd.int/main.php>

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et Protocole de Kyoto

<http://www.unfccc.int>

Convention du patrimoine mondial

http://www.whc.unesco.org/world_he.htm

Rapport de l'Atelier technique sur le patrimoine mondial et les mines

Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone

<http://www.unep.ch/ozone/montreal.html>

Associations internationales du secteur privé

Association internationale de l'industrie pétrolière pour la sauvegarde de l'environnement (IPIECA)

<http://www.ipieca.org>

Association internationale des producteurs de pétrole et de gaz (OGP): anciennement Forum E&P

<http://www.ogp.org.uk>

Conseil international des métaux et de l'environnement (ICME)

<http://www.icme.com>

Il s'agit de l'organisation qui a précédé l'ICMM; elle a publié des collections complètes de publications scientifiques que l'ICMM met à disposition sur son site Web.

Global Mining Initiative

<http://www.globalmining.com>

ONG internationales

Conservation International (CI)

www.conservation.org

Fonds mondial pour la nature (WWF)

<http://www.panda.org>

Institut international pour l'environnement et le développement (IIED)

<http://www.iied.org>

Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD)

<http://www.iied.org/mmsd>

Union mondiale pour la nature (UICN)

www.iucn.org

Déclaration de principes de l'UICN sur les mines et activités associées dans les aires protégées.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

<http://www.wbcd.ch>

Études des impacts sur l'environnement

Association internationale pour l'évaluation des impacts

<http://www.iaia.org>

Contient des lignes directrices générales sur les meilleures pratiques pour l'évaluation des impacts aux niveaux environnemental et social.

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuel tiré de Best Practice Environmental Management in Mining Programme dirigé par Environment Australia.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

Lignes directrices d'EIE tirées de l'Annexe aux Lignes directrices de Berlin (2002).

Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA)

<http://www.iema.net>

Liens vers des études de cas et des journaux sur les meilleures pratiques.

Politiques environnementales, stratégies et systèmes de gestion

Banque mondiale

<http://www.worldbank.org>

Souligne les éléments clés d'EMS et ISO 14000 en examinant certaines des questions pratiques qui ont émergé.

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Liens vers un certain nombre de manuels sur les systèmes de gestion de l'environnement et la gestion de l'environnement relative aux activités minières.

Environmental Management

<http://www.dundee.ac.uk/cepmlp/main/welcome.htm>

Chacune de ces normes est expliquée et l'on identifie des ressources et guides faciles à utiliser.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

Guidelines for Establishing an EMS, Principles of a Regulatory System and Environmental Policies for Mining Industry Operators. Annexes aux Lignes directrices de Berlin (2002).

ISO 14000 Environmental Management Group

<http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com>

Ce site Web est conçu pour démêler et simplifier la myriade de normes ISO 14000 et l'information relative à la gestion de l'environnement, pour faire en sorte que la gestion de l'environnement à l'aide des normes soit plus facile. Liens vers les outils ISO 14000 et lignes directrices sur l'application.

Organisation internationale de normalisation

<http://www.iso.ch>

Les chapitres de l'édition 2002 peuvent être téléchargés en PDF. Contient des informations sur le modèle, les avantages de l'application et fournit des orientations, des rapports techniques et des liens vers d'autres ressources.

Queensland Environmental Protection Agency

<http://www.epa.qld.gov.au>

Outline of EPA Policies and Guidelines for Environmental Authorities in Mining. Série de lignes directrices techniques mises au point en 1995 en consultation avec l'industrie minière, les services gouvernementaux, les instituts de recherche et les acteurs industriels. Elles fournissent des avis techniques sur différentes questions de gestion de l'environnement. La collection est révisée par le Département des minéraux et des mines et sera publiée sur le site Web EPA dès qu'elle sera disponible. Les conseils portent sur les EIE concernant les projets industriels, les opérations et la remise en état finale.

Réseau international pour la gestion de l'environnement (INEM)

<http://www.inem.org>

Les publications d'INEM comprennent des études de cas et des outils spécialement mis au point pour aider les petites et moyennes entreprises à appliquer des mesures de gestion de l'environnement.

Suivi, audit et établissement de rapport

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Environmental Monitoring and Performance Handbook issu de Best Practice Environmental Management in Mining Programme.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

General Guideline for an Environmental Monitoring Programme. Annexe aux Lignes directrices de Berlin (2002).

Global Reporting Initiative (GRI)

<http://www.globalreporting.org>

Sustainability Reporting Guidelines.

Démantèlement et remise en état

Environment Australia Online

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuels Rehabilitation and Revegetation et Mine Decommissioning issus de Best Practice Environmental Management in Mining Programme.

Institute of Petroleum UK

<http://www.petroleum.co.uk>

Notes d'orientation sur les considérations environnementales lors du démantèlement d'installations et pour les installations de pompage.

Mineral Information Institute

www.mii.org/recl.html

Ce site s'intéresse à la remise en état des mines. Il présente plusieurs études de cas de projets de remise en état réussis pour différents types de minerais et de sols. L'accent est mis sur la fourniture d'informations concernant les mines des États-Unis pour les enseignants et les écoles.

Les sols et l'érosion

Central Arid Zone Research Institute

<http://aoi.com.au/acotanc/Papers/Tewari-1/Author-n-Text.htm>

Document de recherche sur la stabilisation des dunes dans les zones arides en Inde.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

Annexe 6 aux Lignes directrices de Berlin: Air, Water and Soil Quality Standards.

Integrated Science and Technology, Inc

<http://www.integratedscience.com/publications/Biopile.htm>

H. James Reisinger, Stewart A. Mountain, Giorgio Andreotti, Giancarlo DiLuise, Augusto Porta, Aaron S. Hullman, Victor Owens, Daniele Arlotti, John Godfrey: Bioremediation of a major inland oil spill using a comprehensive integrated approach.

International Oil Spill Resource and Information Center

<http://www.oil-spill-web.com/handbook/front.htm>

Ce site fournit un répertoire de services et de contacts relatifs aux marées noires à terre et off-shore, y compris des lignes directrices sur les tactiques recommandées de réaction aux types de pollution pétrolière les plus communs en milieu terrestre.

International Tanker Owners Pollution Federation Limited

<http://www.itopf.com/disposal.html>

Stratégies de réponse aux marées noires, y compris techniques de bioremédiation.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

<http://www.fao.org/wairdocs/x5309e/x5309e06.htm>

Dune fixation: a tool for desertification control. Décrit certaines des techniques de fixation les plus communément utilisées.

South Australia Department for Environment and Heritage

<http://www.environment.sa.gov.au/coasts/coastcare/stabilisation.pdf>

Techniques de stabilisation des dunes et liste de référence de l'évaluation des dunes. Conçu principalement pour les dunes côtières mais les techniques s'appliquent aux dunes des déserts.

United States Department of the Interior, Minerals Management Service

<http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/9830att.pdf>

Guidelines for Preparing Regional Oil Spill Response Plans.

United States Department of the Interior, Minerals Management Service

http://www-esd.bl.gov/ECO/eco_pubs/1999/tien99.pdf

A. J. Tien, D. J. Altman, A. Worsztynowicz, K. Zacharz, K. Ulfig, T. Manko, T. C. Hazen: Bioremediation of a Process Waste Lagoon at a Southern Polish Oil Refinery, DoE's First Demonstration Project in Poland.

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/oilspill/bioagnts.htm>

Biological agents for land remediation after oil spills.

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/oilspill/pdfs/biofact.pdf>

Fact sheet on bioremediation techniques for land spills. Traite essentiellement des marées noires offshore mais il y a une brève section sur les techniques pour les déversements à terre.

Gestion des déchets solides

Australian Centre for Mining Environmental Research

<http://www.acmer.com.au>

Manuels sur la gestion des déchets miniers sulfurés.

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Différents manuels de gestion des déchets et des matières dangereuses tirés de Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

Material Safety Data Sheets (MSDS)

<http://joule.pcl.ox.ac.uk/MSDS>

Données techniques sur les produits chimiques dangereux, les limites d'exposition du lieu de travail OSHA, DL50, lignes directrices sur la réactivité, l'inflammabilité et le transport.

PNUE

<http://www.mineralresourcesforum.org/Initiatives/cyanide/docs/cyanide-report.pdf>

Ce document fait rapport sur la condition et les résultats d'un atelier international consacré aux codes de pratiques industrielles: gestion des cyanures qui a eu lieu du 25 au 26 mai 2000 à l'École des Mines, Paris, France.

UNEP/ICME/SIDA

<http://www.mineralresourcesforum.org/docs/Sweden1997/Allpages.pdf>

Western Australia Department of Mineral and Petroleum Resources

<http://www.mpr.wa.gov.au/prodserve/pub/index.html>

Lignes directrices sur l'utilisation et la gestion des fluides et coupes de forage.

Gestion de l'eau

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Water Management Handbook issu de Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

Annexe 6 aux Lignes directrices de Berlin: Air, Water and Soil Quality Standards.

Minerals Council of Australia

<http://www.minerals.org.au/defaultx.htm>

Mine Site Water Management Handbook.

Victoria Natural Resources and Environment Department

<http://www.nre.vic.gov.au>

Publications sur la gestion de l'eau dans les mines et carrières et élimination des eaux de drainage minier.

Gestion de la qualité de l'air

Banque mondiale

<http://www.worldbank.org/nipr>

New Ideas in Pollution Regulation.

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuels Cleaner Production, Energy Efficiency et Greenhouse Gas Reduction and Dust Control issus de Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

Forum des ressources minérales

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/Berlin/docs/Appendix.pdf>

Annexe 6 aux Lignes directrices de Berlin: Air, Water and Soil Quality Standards.

Greenhouse Gas Technology Center

<http://www.sri-rtp.com/Verifications-OilandGasProductionandDistribution.htm>

Le GHG Center présente des technologies d'atténuation de gaz à effet de serre pleines de promesses, les soumet à des essais de performance indépendants et fournit les résultats des performances au public gratuitement. Le GHG Center fonctionne au titre du Programme de vérification de la technologie environnementale de l'EPA des États-Unis et évalue des technologies dans les industries suivantes: production avancée d'électricité, gestion de déchets, production et distribution pétrolières et gazières, surveillance des gaz à effet de serre, grand moteur, réfrigération, etc.

United States Environmental Protection Agency

<http://www.epa.gov/ghginfo/reports/1opt.htm>

Options for Reducing Methane Emissions Internationally: Volume I: Technological Options for Reducing Methane Emissions.

Planification des situations d'urgence

Environment Australia

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuel Environmental Risk Management issu de Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

Forum des ressources minérales

http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/regulators/2000/docs/reg_rept.pdf

Accident Prevention in Mining – Environmental Regulation for Accident Prevention: Tailings and Chemicals Management (UNEP/Govt of Australia). Ce document fait état de la conduite et des résultats d'un Atelier international sur la réglementation environnementale pour la prévention des accidents dans le domaine minier: gestion des résidus et des produits chimiques qui a eu lieu à Perth, Australie-Occidentale du 26 au 27 octobre 2000.

PNUE/ICME

<http://www.mineralresourcesforum.org/docs/Buenosaires1999/Allpages.pdf>

L'atelier intitulé Risk Management and Contingency Planning in the Management of Mine Tailings a été organisé par l'ICME en coopération avec le PNUE et SEGEMAR (Service géologique argentin) afin de fournir une connaissance accrue et une meilleure compréhension du but, des méthodes, de l'application et des avantages de l'évaluation des risques et de la planification d'une réaction d'urgence en ce qui concerne les résidus miniers, pour identifier toute question ou préoccupation liée et définir les approches qui permettent la gestion efficace des parcs à résidus.

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)

<http://www.mineralresourcesforum.org/initiatives/apell/apellmining.htm>

Le site du PNUE présente les différentes ressources disponibles pour se préparer aux situations d'urgence dans le domaine minier.

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) — Division de l'industrie, de la technologie et de l'économie (DTIE)

<http://www.uneptie.org>

Management of Industrial Accidents Prevention and Preparedness (1996).

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) — Forum des ressources minérales (MRF)

http://www.mineralresourcesforum.org/initiatives/apell/docs/APELL_for_Mining.pdf

Guidance for The Mining Industry in Raising Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (UNEP Technical Report No. 41).

Western Australia Department of Mineral and Petroleum Resources

<http://www.mpr.wa.gov.au/prodserve/pub/index.html>

Liens vers différentes lignes directrices, différents rapports et procédures sur la sécurité minière.

Liaison avec les communautés locales et autres acteurs

Banque mondiale

<http://www.worldbank.org/wbi/sourcebook>

The World Bank Participation Sourcebook.

Communities and Small-Scale Mining

<http://www.casmsite.org>

Site Web et centre de connaissances. Comprend des liens vers des sites qui contiennent des informations relatives aux communautés et aux petites exploitations minières.

Environment Australia Online

<http://www.ea.gov.au/industry/sustainable/mining/booklets/index.html#archival>

Manuel Community Consultation and Involvement issu de Best Practice Environmental Management in Mining Programme. Copies imprimées à demander à Environment Australia.

PNUE

<http://www.mineralresourcesforum.org/workshops/regulators/2002/docs/workshop.report.pdf>

How Government Regulations Interface with Voluntary Initiatives to Improve the Environmental Performance of the Mining Sector (2002).

Société financière internationale (SFI)

<http://www.ifc.org/ogc/publications.htm>

Voir la section sur les manuels. Liens vers des publications concernant la consultation publique et l'intégration de préoccupation sociale dans la prise de décision du secteur privé.

Western Australia Chamber of Minerals and Energy

<http://www.mineralswa.asn.au/~cmepubs/page4.html>

Mining and the Community, un ouvrage composé d'études de cas et de travaux de recherche concernant la participation des acteurs à la planification et aux activités minières en Australie.

Financer la gestion post-exploitation et la remise en état

Victoria Natural Resources and Environment Department

http://www.nre.vic.gov.au/web/root/domino/cm_da/nrenmp.nsf/frameset/NREMineralsandPetroleum

Strategic Framework for Mine Closure, ANMEC and Minerals Council of Australia et Establishment of Rehabilitation Bonds for Mining and Extractive Industry.



UICN – Union mondiale pour la nature

Fondée en 1948, l'Union mondiale pour la nature rassemble des États, des organismes publics et un large éventail d'organisations non gouvernementales au sein d'une alliance mondiale unique: plus de 1000 membres dans quelque 140 pays.

L'UICN, en tant qu'Union, a pour mission d'influer sur les sociétés du monde entier, de les encourager et de les aider pour qu'elles conservent l'intégrité et la diversité de la nature et veillent à ce que toute utilisation des ressources naturelles soit équitable et écologiquement durable.

Afin de sauvegarder les ressources naturelles aux plans local, régional et mondial, l'Union mondiale pour la nature s'appuie sur ses membres, réseaux et partenaires, en renforçant leurs capacités et en soutenant les alliances mondiales.

La Collection Gestion des Écosystèmes de l'UICN

Les écosystèmes fournissent des biens et des services dont les populations du monde entier sont tributaires pour leur subsistance : de l'eau et de l'air propres, des aliments, des combustibles et des matériaux de construction. Pourtant, exploités de manière non durable mais aussi purement et simplement détruits, les écosystèmes subissent des pressions croissantes. Pour faire face à cette menace, l'UICN encourage l'approche par écosystème – une stratégie pour la gestion intégrée de la terre, de l'eau et des ressources biologiques qui s'articule autour des besoins de l'humanité. La Collection Gestion des Écosystèmes de l'UICN a pour ambition de faire partager les enseignements tirés de la mise en œuvre de l'approche par écosystème, tant au niveau pratique que politique, pour que se concrétise la vision de l'UICN : un monde juste qui valorise et conserve la nature.

Programme de l'UICN pour la gestion
des écosystèmes
Rue Mauverney 28
CH-1196 Gland, Suisse
Tél. : ++ 41 22 999 02 15
Téléc. : ++ 41 22 999 00 10
Courriel : ecosystems@iucn.org
www.iucn.org/themes/cem

Service des publications de l'UICN
219c Huntingdon Road
Cambridge, CB3 0DL
Royaume-Uni
Tél. : ++ 44 1223 277 894
Téléc. : ++ 44 1223 277 175
Courriel : books@iucn.org
www.iucn.org/bookstore